



ANDREIA SEIA REBOTIM

**FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS COMO INDICADORES DAS
MASSAS DE ÁGUA A NORTE E A SUL DA FRENTE/CORRENTE
DOS AÇORES: EVIDÊNCIAS DE DADOS DE ABUNDÂNCIA E
ISÓTOPOS ESTÁVEIS**

Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre
em Ciências do Mar – Recursos Marinhos
submetida ao Instituto de Ciências
Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do
Porto.
Orientador – Doutora Antje Voelker
Categoria – Investigador
Afiliação – Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia

ÍNDICE

Agradecimentos	III
Resumo	IV
Abstract	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS OBJECTIVOS	1
1.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	3
1.3 FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS	4
1.3.1 <i>Taxonomia</i>	5
1.3.2 <i>Ecologia e Biologia</i>	5
1.4 PTERÓPODES	11
1.4.1 <i>Taxonomia</i>	11
1.4.2 <i>Ecologia e Biologia</i>	12
1.5 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE OXIGÉNIO E CARBONO	13
1.5.1 <i>Isótopos Estáveis de Oxigénio</i>	15
1.5.2 <i>Isótopos Estáveis de Carbono</i>	16
1.5.3 <i>Limitações na Utilização de Isótopos Estáveis de Oxigénio e Carbono</i>	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1 MATERIAL ESTUDADO	18
2.2 MÉTODOS	20
2.2.1 <i>Amostragem a bordo</i>	20
2.2.2 <i>Tratamento laboratorial</i>	21

3. RESULTADOS	23
3.1 ABUNDÂNCIA DOS PTERÓPODES E FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE PARA CADA ESTAÇÃO	23
3.2 PERCENTAGEM DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS POR INTERVALO DE PROFUNDIDADE	32
3.3 PERCENTAGEM DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS EM CADA ESTAÇÃO	38
3.4 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE ^{18}O E ^{13}C EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE E DOS VALORES DE $\delta^{18}\text{O}$ <i>VERSUS</i> $\delta^{13}\text{C}$ PARA ALGUMAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS	40
4. DISCUSSÃO	46
4.1 DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL, VERTICAL E SAZONAL DOS PTERÓPODES E FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS	46
4.2 DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL DE ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS	51
4.3 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: INDICADORES DE MASSAS DE ÁGUA	56
5. CONCLUSÃO	60
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
7. ANEXOS	68

AGRADECIMENTOS

Primeiro que tudo gostaria de agradecer à Dra. Fátima Abrantes por me ter dado a oportunidade de aprender e trabalhar na Unidade de Geologia Marinha (UGM) do Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia (LNEG) e pela forma calorosa que me acolheu e que me acompanha desde que cá estou.

Gostaria de agradecer também à Dra. Antje Voelker por me ter orientado, transmitindo-me os seus conhecimentos e o seu entusiasmo pelos foraminíferos planctónicos, pela sua preocupação pelo meu trabalho e futuro, por todas as sugestões e correcções.

Um grande obrigado ao Dr. C. Prabhu que me ensinou bastante, principalmente na identificação das espécies de foraminíferos planctónicos e por me ter ajudado sempre que precisei.

Um agradecimento especial à Dra. Emília Salgueiro, que foi incansável na sua ajuda quer pelos seus conselhos, sugestões e correcções, quer pelo apoio nos dias de maior desânimo.

Obrigado a todos os colegas e amigos do UGM-LNEG que me ajudaram e apoiaram durante este período, em especial aos que foram meus companheiros na Sala dos Microscópios.

Agradeço ao pessoal do Laboratório, por toda a amizade e disponibilidade, principalmente à Cremilde Monteiro e à D. Apolónia Inês.

Também queria agradecer à “Kalashcrew” por todos os anos de companheirismo, amizade e todos os momentos pelos quais temos passado.

Um obrigado também à “Dulcineia” com quem partilhei o dia-a-dia durante a minha licenciatura e cuja amizade se prolonga até hoje.

Gostaria de agradecer ao André por ter trazido cor à minha vida e pela paciência que teve comigo na fase final.

Queria agradecer a toda a minha família por me apoiarem, pela preocupação, pelo vosso amor, simplesmente por existirem.

Por fim, mas não por último um grande obrigado aos meus PAIS. Sem vós não estaria aqui hoje! Obrigado por toda a dedicação, apoio, amor, carinho e paciência ao longo destes anos todos da minha existência. Obrigado por acreditarem em mim.

RESUMO

A contribuição dos pterópodes e foraminíferos planctónicos para os ecossistemas marinhos e sedimentos marinhos, assim como a sua ampla ocorrência nos oceanos actuais, faz com que sejam especialmente importantes no estudo dos ecossistemas marinhos passados e presentes, assim como, nas alterações climáticas.

No presente estudo, foram realizadas amostragens de pterópodes e foraminíferos planctónicos até aos 2000 m da coluna de água, ao longo de dois transectos (22°W e 20°W) entre a latitude 38°N e 31°N em Abril de 2007 e Dezembro de 2008. Quantificou-se a abundância de ambos organismos e especificamente as espécies de foraminíferos planctónicos. Adicionalmente, realizaram-se medições isotópicas em 8 espécies de foraminíferos, nomeadamente *Globorotalia scitula*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia hirsuta*, *Globigerinella siphonifera*, *Globorotalia inflata*, *Hastigerina pelagica*, *Globorotalia truncatulinoides* e *Orbulina universa*.

Em Abril de 2007, a distribuição dos pterópodes, foraminíferos planctónicos e espécies de foraminíferos planctónicos nos dois lados da Frente dos Açores parece estar directamente relacionadas com um *bloom* primaveril a norte da Frente.

Comparando os dois transectos, parece haver uma distribuição contagiosa (*patchiness*), com maior abundância e diversidade no transecto 22°W. Na coluna de água os pterópodes estão presentes maioritariamente acima dos 100 m, enquanto que os foraminíferos planctónicos se encontram abaixo desta profundidade. Sazonalmente, a abundância e biodiversidade dos foraminíferos planctónicos é inferior em Dezembro de 2008 do que em Abril de 2007.

Os rácios de isótopos estáveis de oxigénio e carbono dos espécimes vivos, em geral reflectem os parâmetros ambientais da profundidade na qual calcificam a sua concha de carbonato. As espécies mais profundas como a *G. scitula*, a *G. hirsuta* e a *G. truncatulinoides* parecem fornecer um bom sinal isotópico relativamente às massas de água da Frente dos Açores, tendo subsequentemente, potencial em reconstruções paleoceanográficas.

PALAVRAS-CHAVE: Foraminíferos planctónicos, Pterópodes, Frente/Corrente dos Açores, Isótopos estáveis de oxigénio e carbono.

ABSTRACT

The contribution of pteropods and planktonic foraminifera to the marine ecosystem and ultimately the marine sediments and their wide occurrence in the modern ocean, makes them especially important for the study of past and present marine ecosystems and their reaction to climatic changes.

In the present study, pteropods and planktonic foraminifera were sampled from the upper 2000 m of the water column along two transects (22°W and 20°W) between 38°N and 31°N in April 2007 and December 2008. The abundance of both organisms and of specific planktonic foraminifera species were quantified. Additionally, stable isotope measurements were done in 8 planktonic foraminifera species, namely *Globorotalia scitula*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia hirsuta*, *Globigerinella siphonifera*, *Globorotalia inflata*, *Hastigerina pelagica*, *Globorotalia truncatulinoides*, and *Orbulina universa*.

In April 2007, the distribution of pteropods and planktonic foraminifera abundances and planktonic foraminifera species on both sides of the Azores Front seems to be correlated to the spring bloom north of the Front. Comparing the two transects reveals patchiness in abundances and faunal composition with higher abundance and diversity being observed at the 22°W transect. In the water column, pteropods are present mostly in the upper 100 m, while foraminifera become dominant below this depth. Comparatively to April 2007, abundance and diversity of pteropods and planktonic foraminifera is lower in December 2008.

Stable isotope values of the living specimens of planktonic foraminifera generally reflect the environmental parameters of the waters in which the carbonate shell was calcified. Deep-dwelling species, like *G. scitula*, *G. hirsuta* and *G. truncatulinoides* seem to be a good indicator of the water masses of Azores Front and therefore for studying the past conditions.

KEY WORDS: Planktonic foraminifera, Pteropods, Azores Front/Current, Oxygen and carbon stable isotopes.

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS OBJECTIVOS

A paleoceanografia trata da história do oceano, incluindo o desenvolvimento da forma das bacias oceânicas, correntes superficiais e profundas e produtividade biológica. Um dos objectivos principais da paleoceanografia é compreender o papel dos processos oceânicos nas alterações climáticas e no ambiente global (Kennett, 1982; Fischer e Wefer, 1999), através da reconstrução das condições ambientais para vários intervalos de tempo e níveis de precisão.

Para a realização de reconstruções paleoceanográficas utilizam-se *proxies*, isto é, descritores mensuráveis que podem ser usados como variáveis desejadas (mas não observáveis) como a temperatura, salinidade, nutrientes, oxigénio, concentração de dióxido de carbono, velocidade do vento e produtividade (Fischer e Wefer, 1999).

A distribuição da temperatura superficial oceânica é uma das variáveis mais úteis para a reconstrução paleoceanográfica, fornecendo dados importantes para a modelação climática e circulação oceânica, biogeografia e padrões de produtividade. Para este propósito os *proxies* disponíveis são: abundância de microfósseis vivos que vivem nas águas superficiais, composição isotópica do oxigénio de foraminíferos planctónicos, rácio de magnésio ou estrôncio, rácios de certas moléculas orgânicas (Fischer e Wefer, 1999).

Os microfósseis são grupos de pequenos organismos que têm como característica o facto de possuírem partes duras (calcite, aragonite, matéria orgânica ou sílica) na sua constituição. Assim, pela sua capacidade de preservação, são um dos principais constituintes dos sedimentos. Dos microfósseis siliciosos fazem parte as diatomáceas e os radiolários, enquanto que dos calcários fazem parte os foraminíferos e os coccolitoforídeos (Kennett, 1982). Os microfósseis de aragonite incluem os pterópodes e alguns foraminíferos.

Os padrões de distribuição espaciais e temporais fornecem uma importante visão da dinâmica nas relações entre os organismos e o seu ambiente. Consequentemente, é importante perceber esses padrões de distribuição, tanto verticais como horizontais, os efeitos dos parâmetros ambientais no crescimento, no desenvolvimento e na morfologia dos foraminíferos (Hemleben *et al.*, 1989).

Uma das formas de compreender a estrutura hidrográfica geral do actual Sistema Frente/Corrente dos Açores é através do estudo da distribuição sazonal e regional dos organismos planctónicos calcários vivos (Schiebel *et al.*, 2000; Schiebel *et al.*, 2002).

Assim, por forma a sermos capazes de uma melhor reconstrução das condições subsuperficiais das águas, isto é, da estrutura da coluna de água e profundidade da termoclina, torna-se necessário conhecer as espécies que vivem nas águas superficiais e subsuperficiais, perto da termoclina e se os seus isótopos estáveis reflectem essas águas. Também é necessário a determinação da sua predominância sazonal, e compreender se o seu sinal isotópico reflecte melhor as condições durante o Verão ou o Inverno.

Desta forma, o presente estudo apresenta como objectivos principais:

- Analisar o impacto imediato da Frente/Corrente dos Açores na distribuição horizontal e vertical dos foraminíferos planctónicos e pterópodes.
- Descobrir de que modo as espécies mudam o seu comportamento ecológico ao longo da Frente dos Açores.
- Compreender como a abundância e biodiversidade dos foraminíferos planctónicos muda sazonalmente a norte e sul da Frente/Corrente dos Açores.
- Determinar as espécies de foraminíferos planctónicos que dominam nas diferentes profundidades da coluna de água.
- Relacionar a abundância dos foraminíferos planctónicos com a abundância de pterópodes.
- Constatar se os rácios de isótopos estáveis de oxigénio reflectem as condições hidrográficas em que estes organismos desenvolvem as suas conchas ou se são *offsets* consistentes (efeitos vitais).
- Entender o que é que os dados relativamente aos isótopos de carbono revelam.

Resumidamente, pretende-se contribuir para uma melhor compreensão do impacto das frentes na abundância dos pterópodes e na abundância e fauna dos foraminíferos planctónicos, bem como, perceber se os rácios de isótopos estáveis medidos nas conchas de foraminíferos reflectem a hidrografia actual e potencialmente encontrar as espécies que melhor reflectam as condições de água da Frente/Corrente dos Açores.

1.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Como referido anteriormente a Frente/Corrente dos Açores tem sido estudada, de modo a revelar o impacto directo da termohalina na distribuição do plâncton calcário em oceano aberto (Schiebel *et al.*, 2000). Assim, tendo em conta os objectivos pretendidos, foram realizadas amostragens ao longo de dois transectos meridionais com longitude 22°W e 20°W a diferentes latitudes que variaram de 38°N a 30°N, sendo esta a localização da área em estudo.

A circulação das massas de água superficiais no Oceano Atlântico Norte é dominada por um largo giro (com aproximadamente 1000 km de diâmetro e que roda no sentido dos ponteiros do relógio). Para os territórios nacionais a circulação a norte do referido giro é a mais importante. Nela estão contidos: a Corrente do Golfo, Corrente dos Açores, Corrente das Canárias e o Sistema de Correntes de Portugal.

A Corrente dos Açores tem origem numa ramificação a sul da Corrente do Golfo (Sy, 1988), na área dos Grandes Bancos (40°N, 45°W). Encontra-se centrada entre 32 e 36°N (Stramma e Müller, 1989) e é caracterizada por uma salinidade máxima elevada que se estende através do norte até próximo do declive continental da Península Ibérica e também para oeste (Rios *et al.*, 1992). Associada à Corrente dos Açores encontram-se fortes gradientes termohalinos que podem ser localizados facilmente à superfície e em profundidade apenas com dados de temperatura (Stramma e Müller, 1989).

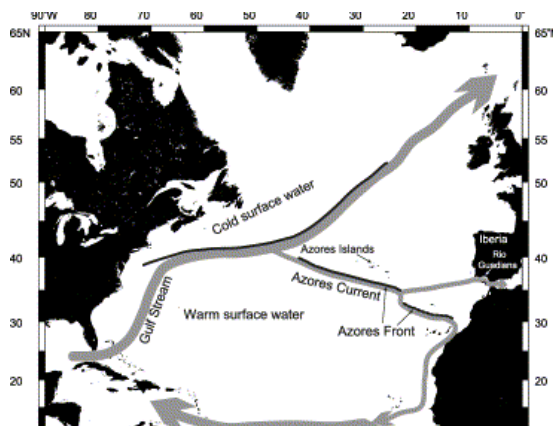


Fig. 1 – Circulação geral superficial do Norte Atlântico (Rogerson *et al.*, 2004).

A circulação nesta área varia ao longo do ano, influenciando a posição média do fluxo da Corrente dos Açores. Supõe-se que no Inverno esta corrente consiste num fluxo único, enquanto que no Verão se subdivide em duas ramificações.

A sudoeste dos Açores, a Corrente dos Açores muda para sul e liga-se à Corrente das Canárias, que por sua vez se conecta com a parte ocidental da Corrente Equatorial Norte (ou corrente de Cabo Verde) (Alves *et al.*, 2002), como parte do sistema de correntes Este ao longo da costa africana (Wilke *et al.*, 2009).

Vários estudos sugerem que a Corrente dos Açores não vai além dos 1000 m de profundidade (Gould, 1985; Alves *et al.*, 2002). A Corrente dos Açores tem uma presença quase permanente através do ano com um transporte leste variável, desde 9 Sv no Inverno (1 Sv = 106 m³/s), 12 Sv no Verão e cerca de 19 Sv na Primavera (Alves *et al.*, 2002).

A sul dos Açores, a Frente dos Açores coincide com a corrente dos Açores. A Frente dos Açores, marca uma zona de forte transição hidrográfica, em termos de temperatura (~4°C) e estrutura da coluna de água (Alves *et al.*, 2002; Rogerson *et al.*, 2003). Deste modo, tem como característica a separação das massas de água mais salgadas, quentes (18°C) e oligotróficas, com origem no Mar dos Sargaços, das massas de água mais doces e frias, com origem no norte e nordeste do Atlântico Norte (Gould, 1985; Alves *et al.*, 2002; Storz *et al.*, 2009).

A assinatura térmica e ecológica da Frente dos Açores, perto das Ilhas dos Açores, permite que evidências do seu comportamento passado sejam preservados nos registos sedimentares (Schiebel *et al.*, 2002; Rogerson *et al.*, 2003).

1.3 FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Os foraminíferos planctónicos são organismos unicelulares eucariotas pertencentes aos protozoários rizópodes. Fazem parte do plâncton marinho, constituindo uma pequena percentagem do total de zooplâncton vivo (Hemleben *et al.*, 1989).

Os foraminíferos planctónicos são caracterizados pela presença de uma concha mineralizada formada por uma sucessão de câmaras comunicantes entre si. Após a morte do organismo, as conchas vazias são depositadas no fundo oceânico em regiões de alta produtividade, contribuindo substancialmente para os sedimentos (Hemleben *et al.*, 1989). A contribuição para os sedimentos marinhos e a sua ampla ocorrência nos oceanos actuais, faz com que estes organismos sejam especialmente importantes no estudo dos ecossistemas marinhos passados e presentes.

O vasto conjunto de condicionantes hidrológicas e ecológicas que caracterizam a presença dos foraminíferos em ambiente pelágico, favorece mecanismos adaptativos

particulares, que potenciam a sobrevivência e levam a um elevado grau de sucesso reprodutivo (Bé *in* Hemleben *et al.*, 1989), assegurando a continuidade das espécies.

1.3.1 Taxonomia

Cerca de 90% das espécies de foraminíferos identificadas são fósseis. Os foraminíferos planctónicos desenvolveram-se inicialmente no fim do Jurássico, como formas simples e pequenas, semelhantes às *Globigerina*. Estas formas aparentemente insignificantes, mostraram uma enorme evolução no Cretácio e têm sido componentes importantes do plâncton desde aí (Kennett, 1982).

O conhecimento actual de foraminíferos planctónicos modernos é baseado em quarenta e quatro espécies, entre as quais, aproximadamente vinte e uma são as mais comuns nos oceanos (Kennett, 1982). Seguindo a convenção de Murray (*in* Hemleben *et al.*, 1989) estas espécies encontram-se agrupadas em duas famílias: *Globigerinidae* (formas espinhosas) e as *Globorotaliidae* (formas não espinhosas), com subcategorias baseadas na morfologia da concha e características biológicas.

1.3.2 Ecologia e biologia

A interacção dinâmica de organismos individuais e populações com componentes físicos e bióticos do ambiente marinho é de importância central na compreensão das diversas características dos ecossistemas oceânicos. Esses componentes incluem a produtividade dos oceanos, os factores que controlam a distribuição e tipos de organismos numa região geográfica, a abundância e fecundidade das espécies, o padrão do fluxo de energia através do ecossistema marinho, a análise de restos de fósseis na reconstrução de ambientes passados e interpretação da história da Terra.

Assim, para uma melhor compreensão dos ecossistemas marinhos actuais e associação entre os ambientes passados e presentes, é fundamental a elucidação da ecologia actual dos foraminíferos planctónicos, seja através da análise de populações e



Fig. 2 – Imagem de um foraminífero planctónico vivo (espécie *Globigerinoides ruber*).

comunidades no meio natural ou experiências laboratoriais dos factores ambientais que controlam o crescimento, vitalidade e morfologia da concha (Hemleben *et al.*, 1989).

Habitat

Os foraminíferos planctónicos encontram-se em regimes oceânicos diversos: desde águas tropicais e subtropicais até a águas polares. Encontram-se mais adaptados à vida em zonas oceânicas, ocorrendo geralmente em águas marinhas de salinidade normal.

Habitam maioritariamente na zona eufótica, uma vez que a maioria dos recursos alimentares ocorrem nos primeiros 200 m da coluna de água, mas descem a vários milhares de metros para águas mais profundas (Hemleben *et al.*, 1989). De acordo com a morfologia da concha, existência de simbiontes, ornamentação superficial e ciclo reprodutivo, entre outros, muitas espécies têm profundidades preferenciais (estratificação), realizando migrações verticais extensas no seu ciclo de vida (Kennett, 1982; Hemleben *et al.*, 1989).

Devido à complexidade e diversidade de *habitats*, os foraminíferos, demonstram uma elevada biodiversidade e abundância como efeito das suas diferentes necessidades ecológicas (Barbieri *et al.*, 2006).

Ciclo de vida e Reprodução

O ciclo de vida dos foraminíferos foi apenas determinado para algumas espécies e mesmo nestas desconhecem-se detalhes precisos (Hemleben *et al.*, 1989). Podem ter uma duração que vai de um mês a um ano. Relativamente à reprodução, pode ocorrer reprodução sexuada e assexuada resultando em gerações diplóides ou haplóides (<http://www.horta.uac.pt/ct/forum/questoes/faq/invertebrados/foraminiferos.html>). O facto, dos ciclos de vida serem curtos e a possibilidade de reorganizações genéticas através da reprodução sexual, capacita estes organismos planctónicos de uma rápida reacção face às alterações ambientais, em termos de taxas de reprodução, fazendo destes organismos bioindicadores ideais, tanto em mudanças de curta como de longa duração, numa escala global ou apenas local (Barbieri *et al.*, 2006).

O conhecimento dos factores ambientais que aumentam a maturação e reprodução dos foraminíferos planctónicos é limitado, mas entre os factores importantes estão claramente: a intensidade e disponibilidade da luz, ciclo de luminosidade diurna, temperatura, salinidade, composição química dos elementos primários e secundários da

água, quantidade e tipo de presa, alterações ambientais e turbulência da água (Hemleben *et al.*, 1989).

Locomoção

Os foraminíferos planctônicos não possuem organelos locomotores, sendo capazes sob a melhor das circunstâncias, regular a sua posição vertical na coluna de água. Assim, são particularmente vulneráveis às correntes de água, turbulência e outros eventos hidrológicos, os quais podem causar a dispersão ou a redução da fauna planctônica a nível local.



Fig.3 – Imagem do foraminífero planctônico pertencente à espécie *Orbulina universa*.

Por forma a manterem a flutuabilidade e determinadas posições na coluna de água, todos os organismos planctônicos são pequenos. Esta característica faz com que haja um aumento da sua área superficial específica, o que aumenta o atrito e consequentemente a capacidade de flutuabilidade.

Além do tamanho, os foraminíferos planctônicos possuem várias adaptações que lhes permitem aumentar a flutuabilidade. Cerca de metade das formas actuais possuem espinhos que irradiam da superfície da concha. Alguns sistemas espinhosos são mais de 5 vezes o diâmetro da câmara onde cresceram e em algumas espécies os espinhos são achatados ou possuem diferentes ornamentações, o que aumenta a sua área de superfície. Muitas espécies desenvolveram aberturas relativamente grandes ou várias aberturas pequenas, o que faz com que o seu peso seja menor (Kennett, 1982). Por fim, outras espécies possuem conchas globosas e de elevado relevo, aumentando a sua área de superfície.

Visto que os foraminíferos afundam duas vezes mais rápido em águas mais quentes, as mesmas têm de ser mais leves quando presentes nestes ambientes. Desta forma, os foraminíferos planctônicos tropicais tendem a ter conchas mais finas, maior

porosidade, mais aberturas e espinhos bem desenvolvidos. Estes organismos, também aumentam a sua flutuabilidade através da inclusão de vacúolos de gás, lípidos e outras substâncias gordas no protoplasma (Kennett, 1982).

Concha

Os foraminíferos segregam uma concha, geralmente de natureza calcária. Se tiveram apenas uma câmara cilíndrica, crescem continuamente e denominam-se uniloculares. Pelo contrário, os organismos com várias câmaras (multiloculares) apresentam um crescimento descontínuo, correspondendo cada câmara a um período de crescimento. Estas espécies iniciam a sua vida com uma única câmara, o *proculum*, e à medida que o protozoário aumenta o seu tamanho, o protoplasma flui através de uma abertura na primeira câmara segregando um novo compartimento. Este processo é contínuo ao longo da sua vida e resulta na formação de uma série de câmaras, sendo cada compartimento maior do que os precedentes (<http://www.horta.uac.pt/ct/forum/questoes/faq/invertebrados/foraminiferos.html>).

As conchas dos foraminíferos planctónicos apresentam inúmeras formas e podem ter uma ou várias aberturas e diversos poros. O contacto com o meio exterior é feito através dos poros ou aberturas da concha, por meio de extensões do protoplasma – pseudópodes ou reticulopódios – que mudam constantemente de forma, estabelecendo ramificações complexas (<http://www.dct.fct.unl.pt/PLegoinha/ForamDCT.html>). A densa rede formada pelos pseudópodes, permite por intermédio de uma substância com propriedades adesivas, a captura de partículas alimentares (Hemleben *et al.*, 1989).

Pensa-se que a função da concha seja múltipla, nomeadamente de protecção, tanto de predadores como de condições ambientais desfavoráveis e controlo da flutuabilidade e estabilidade do organismo (Kennett, 1982).

Nutrição

De um modo geral, os foraminíferos planctónicos são considerados oportunistas tróficos. Muitas espécies vivem em associações simbióticas, que fornecem parte ou todo o alimento através da fotossíntese. As espécies sem espículas são maioritariamente herbívoras (Hemleben *et al.*, 1989), fazendo parte da dieta destes organismos, algas microscópicas em águas pouco profundas, detritos e bactérias em águas de maior profundidade. Já o tipo de presas que constituem a dieta das espécies com espículas é bastante mais diversificado (Hemleben *et al.*, 1989), incluindo outros foraminíferos,

ouriços do mar, copépodes, anfípodos, pterópodes, tintinídeos, radiolários, ostracodes, larvas de crustáceos, de poliquetas e de gastrópodes, etc. (<http://www.horta.uac.pt/ct/forum/questoes/faq/invertebrados/foraminiferos.html>).

Regra geral, as partículas de grande dimensão permanecem nas imediações das conchas ou mesmo próximo da sua abertura, antes de serem reduzidas a pequenos fragmentos, transportáveis por fagocitose para o interior da célula.

A disponibilidade de nutrientes a nível geográfico e temporal, em associação com um complexo conjunto de interações entre variáveis físicas, químicas e biológicas, condiciona a distribuição, a abundância e o tempo de sobrevivência destes seres vivos (Bé *et al.* in Hemleben *et al.*, 1989). Verifica-se que as espécies que subsistem com uma ampla variedade de fontes alimentares, demonstram uma vantagem ecológica sobre as que apresentam uma dieta mais restrita (Hemleben *et al.*, 1989).

Presença de simbioses algais

A relação entre os foraminíferos planctónicos e os organismos fitoplanctónicos é muitas vezes complexa, tomando expressões de comensalismo e/ou mesmo de parasitismo em casos particulares (Hemleben *et al.*, 1989). Enquanto que algumas espécies possuem simbioses obrigatórios, outras apresentam simbioses facultativos ou são mesmo desprovidas destes.

Os endossimbioses mais comuns associados às espécies com espículas correspondem a pequenos dinoflagelados ou a indivíduos do grupo das crisófitas. Os organismos de maiores dimensões como as diatomáceas e outros exemplares fitoplanctónicos encontram-se fundamentalmente associados externamente aos foraminíferos planctónicos segundo uma relação de comensalismo.

Estes simbioses algais exibem um padrão de migração circadiana (Anderson e Bé *in* Hemleben *et al.*, 1989) cujo estímulo principal parece corresponder à presença e à intensidade da luz solar (Hemleben *et al.*, 1989).

Dinâmica Populacional

Entre os factores principais que regulam a dinâmica populacional, estão inúmeros factores bióticos e abióticos que potenciam ou limitam o crescimento da população, nomeadamente, parâmetros físico-químicos das massas de água, estratégias reprodutivas das espécies, abundância e tipo de nutrientes e variações no *habitat* óptimo (Hemleben *et al.*, 1989).

As abundâncias horizontal e vertical modificam-se ao longo do ano e o pico de abundância para espécies diferentes pode ocorrer em diferentes alturas. Recentemente, foi proposto que as variações nos padrões de abundância possuem uma componente sazonal que se reflecte nos rácios de isótopos de oxigénio dos foraminíferos planctónicos. Assim, um registo de variações no regime de temperatura – salinidade da superfície oceânica mantém-se preservado nos sedimentos marinhos. Esta característica, se decifrável, pode ser usada na obtenção de informação das diferenças sazonais do passado (Deuser *et al.*, 1981) e estudo das alterações dos ecossistemas actuais (Al-Sabouni *et al.*, 2006).

Distribuição

Os padrões de distribuição espaciais e temporais fornecem uma importante visão da dinâmica nas relações entre os organismos e o seu ambiente. Desta forma, é fundamental compreender esses padrões, assim como, os efeitos dos parâmetros ambientais no crescimento, desenvolvimento e morfologia dos foraminíferos (Hemleben *et al.*, 1989).

Os factores ambientais geralmente utilizados na quantificação dos padrões de distribuição são aqueles facilmente medidos, tais como: pH, temperatura, salinidade, disponibilidade de alimento e oxigénio. Contudo, os padrões de distribuição também podem ser quantificados através da análise da flora e fauna, sedimentologia física e geoquímica dos sedimentos (Kennett, 1982). Outra abordagem possível, são as culturas laboratoriais de foraminíferos planctónicos, que fornecem uma forma eficiente e efectiva na determinação das variáveis ambientais principais na fisiologia e desenvolvimento dos foraminíferos planctónicos sob condições ambientais cuidadosamente controladas.

Normalmente, a ocorrência dos foraminíferos planctónicos é dividida em cinco províncias faunísticas principais: polar, subpolar, transição (temperada), subtropical e tropical. Contudo, estas “províncias” não correspondem necessariamente aos padrões dos foraminíferos planctónicos nas águas superficiais, pois a frequência faunística e os picos de abundâncias de diferentes espécies sofrem variações ao longo do ano, induzidas por alterações das condições hidrográficas sazonais (Ottens, 1990).

Desta forma, múltiplos factores além da temperatura e salinidade condicionam a dispersão das diversas espécies, incluindo o tipo e abundância de presas, tipo e abundância de nutrientes, turbidez *versus* transparência da água, luminosidade, hidrodinâmica das massas de água (Hemleben *et al.*, 1989).

Vários estudos documentaram a distribuição vertical dos foraminíferos planctônicos na coluna de água. A profundidade providencia diferenças nas variáveis ambientais permitindo a separação de potenciais espécies competidoras. Deste modo, a abundância vertical fornece informações sobre a complexidade e estrutura da distribuição dos foraminíferos planctônicos e dos seus nichos ecológicos (Hemleben *et al.*, 1989).

Esta distribuição é principalmente controlada pela alteração da temperatura superficial oceânica, estratificação da coluna de água e variações na biomassa fitoplanctónica (Storz *et al.*, 2009).

1.4 PTERÓPODES

Os pterópodes são um grupo de gastrópodes marinhos adaptados à vida pelágica (Boersma, 1978; Rothwell, 1989). São relativamente comuns, havendo alguns que segregam delicadas conchas de aragonite (Rothwell, 1989).

Após a morte do organismo, a sua concha vazia sedimenta no fundo marinho (Kennett, 1982). Contudo, devido à instabilidade e fragilidade da aragonite e consequente susceptibilidade à dissolução, a sua presença é muito rara nos sedimentos do pré-Quaternário, limitando o seu uso como ferramenta bioestratigráfica (Boersma, 1978). Apesar dessas limitações, estes gastrópodes têm sido bastante úteis em investigações paleoclimáticas do Quaternário, principalmente em mares mais fechados ou marginais (Kennett, 1982).

1.4.1 Taxonomia

A existência de pterópodes é conhecida desde o século XVII, contudo a posição sistemática dos mesmos foi debatida durante muito tempo (Boersma, 1978). Os gastrópodes pterópodes incluem duas ordens: os Thecosomata, também chamados "borboletas do mar", que possuem concha calcária e os Gymnosomata, desprovidos de concha, sendo conhecidos como os "anjos do mar" (Johnson e Allen, 2005).

A classificação sistemática dos pterópodes baseia-se nas características da concha e na organização das partes moles (Boersma, 1978).

1.4.2 *Ecologia e biologia dos pterópodes*

Habitat

Os pterópodes são exclusivamente marinhos e geralmente vivem em oceano aberto nos primeiros 500 m de profundidade, mas há algumas espécies batipelágicas vivendo a grandes profundidades (Boersma, 1978; Rothwell, 1989). Ocorrem amplamente nos oceanos e são raros junto à costa excepto quando trazidos por massas de água oceânicas (Johnson e Allen, 2005).



Fig. 4 – Imagem de pterópodes “borboleta-do-mar”.

Locomoção

A estrutura mais típica nos pterópodes é o seu pé convertido em “asas”, correctamente denominado parapódios. Os parapódios são homólogos aos tradicionais pés de outros gastrópodes, sendo utilizados na locomoção e obtenção de alimento, constituindo uma adaptação à vida pelágica (John e Allen, 2005).

Concha

Os pterópodes segregam conchas até aos 30 mm de comprimento, mas usualmente estão entre 0,3 mm a 10 mm. As conchas podem apresentar uma grande variedade de formas, incluindo, cones alongados, espiral ou trocospiral (Boersma, 1978; Rothwell, 1989).

Como referido anteriormente, a concha de aragonite dos pterópodes é muito mais susceptível à dissolução que as partes esqueléticas de calcite dos cocólitos e foraminíferos. Uma vez que, a dissolução da aragonite depende em parte das temperaturas do fundo marinho, circulação e taxas de sedimentação do material biogénico, é melhor preservada em bacias, onde ocorrem temperaturas de fundo elevadas, circulação lenta e taxas de sedimentação rápidas, como é o caso do Mar Mediterrâneo e Vermelho (Kennett, 1982).

Nutrição

A nutrição dos pterópodes, como todos os planctívoros, é composta por diatomáceas, dinoflagelados e pequenos crustáceos (Boersma, 1978). Assim, os indivíduos pertencentes à ordem Thecosomata produzem uma rede de muco externa à concha, que utilizam na captura de fitoplâncton e protozooplâncton, incluindo tintinídeos e

foraminíferos. Os Gymnosomata, apesar de desprovidos de concha são predadores especializados, alimentando-se frequentemente dos seus parentes com concha (Johnson e Allen, 2005).

Distribuição

Actualmente, os padrões de distribuição dos pterópodes são bastante bem conhecidos. São ubíquos e abundantes, sendo a sua distribuição controlada por vários parâmetros físicos e químicos do ambiente, como a temperatura, salinidade, alimento, oxigénio e profundidade da água. A temperatura está descrita como sendo o factor principal no controlo da distribuição dos pterópodes (Kennett, 1982).

Muitas espécies de pterópodes vivos, possuem um limite de tolerância às alterações de temperatura e salinidade. Assim, variações na composição da fauna nas camadas de sedimento, devem reflectir as mudanças das condições climáticas e hidrológicas na altura da sua sedimentação. Entre estas variações, as mais importantes são as taxas de produção, redistribuição pelas correntes e refúgio animal, taxas de acumulação dos sedimentos detriticos e dissolução das conchas calcárias (Boersma, 1978).

1.5 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE OXIGÉNIO E CARBONO

Os isótopos são variantes de um elemento químico diferindo apenas no seu peso atómico, mais especificamente no seu número de neutrões. Esta diferença produz pequenas alterações no seu comportamento químico. As moléculas vibram com uma frequência que depende da sua massa isotópica, o que resulta em diferenças na energia de dissociação. Assim, no equilíbrio de algumas reacções químicas, os isótopos leves e pesados são diferencialmente distribuídos entre as moléculas, resultando em fraccionamento (Hemleben *et al.*, 1989). O fraccionamento isotópico de duas substâncias é quantificado pelos rácios leve/pesado das abundâncias de quaisquer dois isótopos resultante da troca entre dois compostos químicos.

Em organismos aquáticos, o rácio $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ no carbonato da concha é uma função da água do mar e da temperatura de calcificação. O rácio $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ é controlado pelo carbono inorgânico dissolvido na água do mar e processos fisiológicos, como a respiração e a actividade fotossintética dos simbioses.

Desta forma, a utilização da composição de isótopos estáveis de carbono e oxigénio nas conchas de calcite e aragonite biogénica, tornou-se uma poderosa

ferramenta em reconstruções paleoceanográficas (Spero *et al.*, 1997; Volkman e Mensch, 2001). Estes *proxies* geoquímicos têm sido usados para a estimação da distribuição vertical das espécies de foraminíferos planctónicos, reconstrução do volume global de gelo, estimação das temperaturas oceânicas superficiais e profundas, mudanças na circulação oceânica e intercâmbios glaciais-interglaciais entre os reservatórios de carbono terrestre e oceânico (Spero *et al.*, 1997).

Uma vez que as abundâncias de isótopos menores, como o ^{18}O e ^{13}C não podem ser determinadas exactamente, é possível obter resultados quantitativos comparando o resultado da amostra com um padrão externo conhecido. O padrão normalmente usado para o O e C nos carbonatos é referido como PDB (Pee Dee Belemnite – derivado de um fóssil marinho *Belemnitella americana* do Cretácio, encontrado em Peedee na Carolina do Sul, EUA), sendo usado como o ponto zero padrão para a expressão da abundância de isótopos de oxigénio e hidrogénio. Já as amostras de água referem-se ao SMOW (Standard Mean Ocean Water), o ponto zero padrão aceite para a expressão de isótopos de oxigénio e hidrogénio para as amostras de água. Esta nomenclatura foi recentemente alterada para V-PDB (Vienna Pee Dee Belemnite) e V-SMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water).

As diferenças nos rácios de isótopos, conhecidas como valores δ , são definidos por:

$$\delta_{amostra} = \frac{R_{amostra} - R_{standard}}{R_{standard}} \times 1000$$

Onde $R_{amostra}$ é o valor para a amostra e o $R_{standard}$ é o valor de referência. A composição isotópica de oxigénio de uma concha é dada por $\delta^{18}\text{O}$, sendo definido como o desvio do rácio de ^{18}O e ^{16}O medido no carbonato da concha de um rácio padrão expresso em partes por mil (Cooke e Rohling, 2003; Fischer *et al.*, 1999).

Um valor de fracionamento positivo indica enriquecimento do isótopo mais pesado relativamente ao padrão e o empobrecimento é dado por um valor de fracionamento negativo.

1.5.1 Isótopos de Oxigénio

Existem três isótopos de oxigénio: ^{16}O , ^{17}O e ^{18}O . O ^{16}O é o mais abundante (99.76%), enquanto que o ^{17}O e ^{18}O apenas compreendem respectivamente, 0.04% e 0.2% do oxigénio total. A maioria dos estudos, concentra-se no rácio dos isótopos mais abundantes: o ^{16}O e ^{18}O (Cooke e Rohling, 2003).

Os isótopos de oxigénio circulam nos principais subsistemas climáticos, nomeadamente o gelo, a atmosfera e o oceano, sendo fraccionados sempre que uma fase de transição, entre ou dentro, dos reservatórios ocorre. Assim, sempre que uma parcela de água sofre uma fase de transição (ex.: evaporação ou condensação), ocorre um fraccionamento cinético dos isótopos de oxigénio (Cooke e Rohling, 2003).

A composição isotópica do oxigénio dos fósseis calcários depende da temperatura de calcificação. Outro factor igualmente importante é a composição da própria água do mar que varia através do tempo e de local para local, podendo afectar substancialmente a estimacão da temperatura (Fischer *et al.*, 1999).

Nos sedimentos marinhos, a composicão isotópica do oxigénio dos foraminíferos planctónicos é principalmente usada como um *proxy* da temperatura e composicão isotópica da água do mar a que a calcificacão ocorre (Cooke e Rohling, 2003; Mulitza *et al.*, 2003). No entanto, estudos isotópicos em pterópodes podem fornecer uma resoluçãõ temporal bastante maior comparado com as conchas dos foraminíferos nos sedimentos (Kalberer *et al. in* Fischer *et al.*, 1999). Algumas conchas são grandes o suficiente para múltiplas amostras serem realizadas de uma única concha. Adicionalmente, assume-se que algumas espécies vivem durante um ano inteiro. Isto permite reconstruir o registo de um ano inteiro da temperatura e um valor médio anual (Fischer *et al.*, 1999).

Pela sua cobertura lateral e temporal, quer através da vasta história da Terra, quer pela sua flexibilidade de ambientes, desde locais extremos como oceanos polares ou bacias isoladas como o Mar Vermelho (Mulitza *et al.*, 2003), este *proxy* é uma das ferramentas paleoceanográficas e paleoclimáticas mais importantes, contribuindo significativamente para interpretações de registos marinhos, terrestres e criosféricos (Cooke e Rohling, 2003; Mulitza *et al.*, 2003).

1.5.2 Isótopos de Carbono

O carbono ocorre sob a forma de dois isótopos estáveis: ^{12}C e ^{13}C , com abundâncias relativas de 98,89% e 1,11%, respectivamente. Existem dois reservatórios principais de carbono: a matéria orgânica e os sedimentos de carbonato. O ciclo do carbono gira em torno da fixação do CO_2 em biomassa orgânica através da fotossíntese, ocorrendo tanto na biosfera marinha como terrestre. Este ciclo actua numa larga escala temporal, desde a alternância dia/noite nas plantas a ciclos da ordem dos 10^8 anos, onde o carbono orgânico é armazenado em sedimentos, apenas para ser exposto e oxidado muito mais tarde (Cooke e Rohling, 2003).

Aquando a fotossíntese, este processo é bastante discriminativo a favor de ^{12}C contra ^{13}C . Devido à preferência pela captação de ^{12}C , o carbono dissolvido nas águas superficiais torna-se enriquecido em ^{13}C . Este enriquecimento também afecta o HCO_3^- (ião bicarbonato) da água, que por sua vez influencia os carbonatos formados com esse HCO_3^- , que também registam um aumento de $\delta^{13}\text{C}$ (Cooke e Rohling, 2003).

A composição isotópica do carbono (valor de $\delta^{13}\text{C}$) das conchas de foraminíferos determina o $\delta^{13}\text{C}$ do carbono inorgânico dissolvido total no oceano (Bouvier-Soumagnac e Duplessy, 1985). Assim, de acordo com, o rácio molecular de carbono, azoto e fósforo, isto é C:N:P=106:16:1 de Redfield para a matéria orgânica marinha quando os nutrientes não são um factor limitante é possível utilizar este isótopo como indicador da presença de nutrientes (Broecker e Peng *in* Ortiz *et al.*, 1996). Desta forma as variações de $\delta^{13}\text{C}$ são usadas no estudo do movimento das massas de água e paleoprodutividade, associações e entre alterações climáticas induzidas na biosfera terrestre com ciclos de dissolução de carbonato observados e fluxo de CO_2 dissolvido nos oceanos (Cooke e Rohling, 2003), este *proxy* tem sido extensivamente usado em estudos paleoambientais para rastrear alterações no ciclo de carbono (Bemis *et al.*, 2000).

1.5.3 Limitações na utilização de isótopos estáveis de carbono e oxigénio

Estudos de isótopos estáveis de foraminíferos planctónicos vivos têm demonstrado que muitas espécies apresentam uma variabilidade significativa na composição isotópica de oxigénio e carbono (Fairbanks *et al.*, 1980, Mulitza *et al.*, 2003; Wilke *et al.*, 2009; Storz *et al.*, 2009). Estas variedades podem ser atribuídas a processos vitais, incluindo migrações verticais dos foraminíferos durante o seu ciclo de vida

(Hemleben *et al.*, 1989), actividade fotossintética dos simbioses e taxas de respiração (Spero *et al.*, 1997), taxas de calcificação (Ortiz *et al.*, 1996), variabilidade intraespecífica e interespecífica do crescimento/tamanho. Factores como a química da água e fracionamento biológico fazem com que a interpretação dos valores de isótopos estáveis seja mais difícil (Volkman e Mensch, 2001; Mulitza *et al.*, 2003; Cooke e Rohling, 2003).

Apesar dos avanços na compreensão dos efeitos vitais através de culturas em laboratório e estudos de modelação, para uma interpretação mais precisa dos sinais isotópicos nos sedimentos do fundo marinho, é necessário identificar e quantificar os factores que controlam o rácio isotópico (Volkman e Mensch, 2001). Também é importante a obtenção de mais informações acerca da natureza e magnitude da sensibilidade ambiental para o desenvolvimento de modelos que nos permitam prever o fluxo sazonal, abundância e composição $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ das populações de foraminíferos nos sedimentos (Cooke e Rohling, 2003).

Assim que estas limitações tiverem sido resolvidas, a composição de isótopos estáveis nos foraminíferos fornecerá uma excelente ferramenta para testar modelos acoplados de clima sob certas condições limite, diferentes do estado climático actual (Hemleben *et al.*, 1989).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL ESTUDADO

As amostras analisadas no presente estudo, foram obtidas em duas campanhas oceanográficas ambas realizadas a bordo do R/V Poseidon. A primeira campanha, com a denominação POS349, decorreu de Las Palmas ao Funchal em Abril de 2007 (04/04/2007 – 24/04/2007) (Waniek, 2007). A segunda, designada POS377, foi de Las Palmas a Las Palmas em Dezembro de 2008 (08/12/2008 – 22/12/2008) (Waniek, 2009).

As duas campanhas foram realizadas em diferentes alturas do ano, com o objectivo de estudar o impacto da sazonalidade (Inverno vs Primavera) na abundância e distribuição de pterópodes e foraminíferos planctónicos.

A amostragem efectuada em Abril (POS349) consistiu na colheita de 100 amostras da coluna de água as estações 251, 254, 256, 258, 259, 259, 263, 267 e 270 (Figura 5, Tabela I), ao longo de dois transectos meridionais, com longitude 22°W e 20°W. Os intervalos de profundidade, nos quais se procedeu à amostragem foram: 0-100 m, com 20 m de intervalo; 100-700 m, com 100 e 200 m de intervalo; e 700-2000 m, a intervalos de 300 e 500 m.

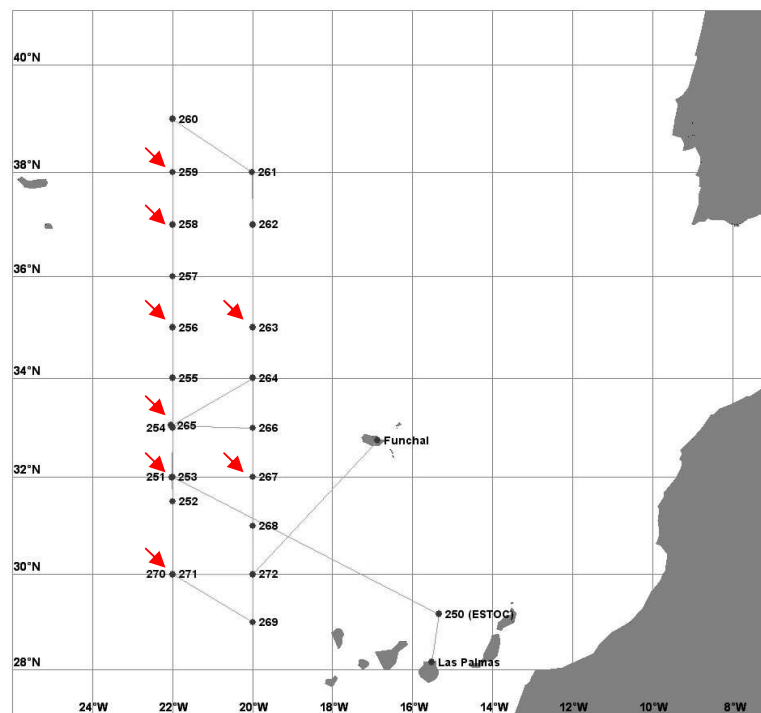


Fig. 5 - Representação do trajecto efectuada na campanha oceanográfica POS349 (Abril 2007). As setas vermelhas indicam as estações onde se procedeu à amostragem para o presente estudo.

Tabela I - Amostras recolhidas a bordo do R/V Poseidon na campanha 349, em Abril 2007.

Nº estação	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Intervalo de profundidade de água (m)
251	32	22	100, 700
254	33	22	700, 2000
256	35	22	100, 700, 2000
258	37	22	100, 700, 2000
259	38	22	100, 700, 2000
263	35	20	100, 700
265	33	22	2000
267	32	20	100, 700, 2000
270	30	22	2000

Na campanha POS377, realizada em Dezembro apenas se efectuou amostragem ao longo de um transecto meridional (longitude 22°W), obtendo-se apenas 10 amostras, respectivamente nas estações 696 e 704, devido a condições meteorológicas desfavoráveis (Figura 6, Tabela II). Esta colheita foi realizada dos 0-700 m de profundidade com 100 e 200 m de intervalo.

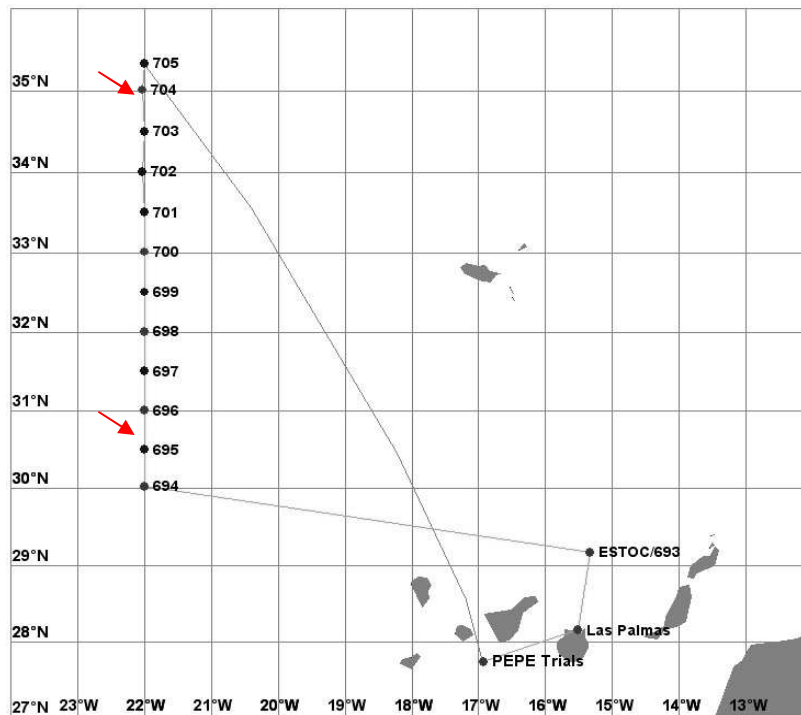


Fig.6 Representação do trajecto efectuado na campanha oceanográfica POS377 (Dezembro 2008). As setas vermelhas indicam as estações onde se procedeu à amostragem para o presente estudo

Na totalidade 110 amostras foram quantificadas em termos de abundância, mas apenas nas 100 provenientes da campanha POS349 se realizaram as associações ecológicas e medições isotópicas.

Tabela II - Amostras recolhidas a bordo do R/V Poseidon na campanha 377, em Dezembro 2008.

Nº estação	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Intervalo de profundidade de água (m)
696	31	22	700
704	35	22	700

2.2 MÉTODOS

2.2.1. Amostragem a bordo

Os equipamentos utilizados na colheita de zooplactones são diversos e dependem fundamentalmente do tipo de objectivos a atingir. Para a amostragem dos foraminíferos planctónicos e pterópodes um dos mecanismos mais comuns é a Multiple Opening-Closing Net (MCN). Este equipamento consiste numa combinação de várias redes, que são abertas ou fechadas, individualmente, às profundidades pretendidas, através de um computador a bordo. Assim permite, a obtenção de amostras, a diferentes intervalos de profundidade, no mesmo local. No final de cada rede, existe um copo, geralmente munido de um tecido filtrante



Fig.7 – Amostragem a bordo do navio com a MCN Hydrobios.

com dimensão do poro igual ao da rede, com o objectivo de minimizar os danos provocados nos planctones pelo processo de colheita (Ré *et al.*, 2005).

No presente estudo, foi utilizada uma MCN Hydrobios com um total de cinco redes, com dimensão do poro de 100 μm e 50x50 cm^2 de abertura. Em cada estação, o equipamento foi lançado verticalmente até à profundidade desejada a uma velocidade de 0.5 m/s. Durante a subida para a superfície, as redes foram abertas uma de cada vez e

fechadas, em diferentes profundidades, nomeadamente dos 0-100 m com 20 m de intervalo, 100-700 m com 100 e 200 m de intervalo e 700-2000 m a intervalos de 300 e 500 m.

Após a realização de cada colheita, procedeu-se à lavagem das redes com água corrente (neste caso água do mar disponível a bordo), com a finalidade de evitar a contaminação de amostras posteriores. Esta operação foi efectuada utilizando uma pressão de água suficiente para destacar os organismos planctónicos aderentes à rede, sem no entanto os danificar. A massa de plâncton concentrada nos copos terminais de cada rede foi transferida para frascos de plástico e imediatamente fixada com formaldeído 4% tamponado com hexamina (Hexametilenotetramina) a pH 8.2, tendo sido armazenados à temperatura de 4°C.

2.2.2. Tratamento laboratorial

Aquando o retorno ao laboratório, cada amostra foi peneirada a 63 e 425 µm (este último peneiro, apenas utilizado quando havia organismos de maiores dimensões, com o objectivo de facilitar a visualização, dos exemplares em estudo, à lupa binocular).

O material biológico contido no(s) peneiro(s), após lavagem com cerca de 1L de água corrente, foi transferido para uma tina pequena (cristalizador) com cerca de 5 cm de altura.

À lupa binocular, realizaram-se movimentos circulares com a tina, para que as partículas suspensas mais pesadas (foraminíferos e pterópodes), decantassem no centro e as mais leves nos lados (normalmente as que não interessam), facilitando a escolha dos organismos. Foi também utilizado um fundo preto para ajudar na visualização dos exemplares. Os foraminíferos planctónicos e pterópodes, foram separados dos restantes organismos, usando pipetas de Pasteur munidas de uma borracha vermelha e de pontas suficientemente estreitas para apanhar os organismos individualmente. Os indivíduos separados foram colocados numa caixa de Pétri, a qual ficou à temperatura ambiente, até que ocorresse evaporação de toda a água.

A restante amostra voltou a ser fixada com formaldeído 4%, tamponada e armazenadas a 4°C. O tampão teve que voltar a ser adicionado, ao início em intervalos de 4 semanas, depois de 6 meses, posteriormente todos os 2 anos para manter o pH apropriado e prevenir a dissolução dos organismos carbonatados da amostra,

nomeadamente os foraminíferos planctónicos e pterópodes (Hemleben *et al.*, 1989; Ré *et al.*, 2005).

Quantificação dos foraminíferos planctónicos e pterópodes

A abundância absoluta dos foraminíferos planctónicos e pterópodes, foi realizada à lupa binocular com a ajuda de uma folha transparente com quadrados de 1 x 1 cm, separando pterópodes de foraminíferos planctónicos. Nestes últimos, efectuou-se ainda a quantificação relativa das espécies mais comuns e ainda dentro destas, a separação entre indivíduos vivos e mortos. A identificação dos organismos vivos foi realizada verificando a presença do citoplasma no seu interior, podendo este apresentar cor vermelha, amarela, verde ou serem translúcidos.

Posteriormente à sua quantificação, os exemplares foram colocados, separadamente, em frascos de vidro 4 mL, devidamente etiquetados.

Isótopos estáveis de Oxigénio e Carbono

Medições de isótopos estáveis, foram realizadas para as espécies de foraminíferos planctónicos presentes em maior abundância nas amostras, nomeadamente *Globorotalia scitula*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia hirsuta*, *Globigerinella siphonifera*, *Globorotalia inflata*, *Hastigerina pelagica*, *Globorotalia truncatulinoides* e *Orbulina universa*. Para tal, seleccionaram-se à lupa binocular indivíduos de cada espécie, cujo número variou conforme a espécie e o próprio tamanho dos exemplares.

Posteriormente à selecção dos espécimes, estes foram colocados em *ependorfs* previamente identificados e enviados para o Laboratório Leibniz de Datação Radiométrica e Investigação de Isótopos Estáveis (Leibniz Laboratory for Radiometric Dating and Stable Isotope Research) na Universidade de Kiel (Alemanha), onde se procedeu à medição de isótopos estáveis no espectrómetro de massa Finnigan MAT 251. O rácio de $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ e $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ vem em notação por mil (‰) relativo ao *standard* Vienna Peedee Belemnite (VPDB). O desvio padrão analítico é $\pm 0,07$ e $\pm 0,04$ para o $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$, respectivamente.

As espécies, estação onde foram amostradas, profundidade, número de espécimes utilizados e respectivas medições isotópicas de oxigénio e carbono, com os devidos erros associados, encontram-se no Anexo I.

3. RESULTADOS

Após o respectivo tratamento laboratorial e obtenção de dados, realizou-se o devido processamento dos mesmos, conforme se apresenta em seguida. É de interesse referir que os dados relativos à estação 270 (0-100, 100-700, 700-1000, 1000-1500 e 1500-2000 m) foram perdidos acidentalmente aquando o tratamento laboratorial, não se apresentando desta forma resultados relativos a estas amostras. Para as estações 256 e 258, devido a dissolução, a quantificação de espécies e medição de isótopos estáveis não foram realizados, nos intervalos de profundidade 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 m, assim, para estes intervalos os dados de ambas as estações nestas profundidades não foram utilizados.

3.1 ABUNDÂNCIA DOS PTERÓPODES E FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE PARA CADA ESTAÇÃO

Na figura 8 apresentam-se os gráficos relativos à abundância total de pterópodes e foraminíferos planctónicos para os intervalos de profundidade 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 m nas estações 259, 258, 256, 263, 251 e 267, amostrados em Abril de 2007.

Na estação 259, localizada mais a norte, verifica-se que dos 0 aos 100 m há uma dominância significativa dos pterópodes quando comparados com os foraminíferos. A abundância destes não sofre grandes alterações, permanecendo inferior a 200 espécimes em todos os intervalos de profundidade. O número máximo (549) de pterópodes é observado no intervalo 60-80 m. Já no caso dos foraminíferos, o seu máximo (75) é dos 40-60 m.

Relativamente à estação 258, dos 0 aos 100 m existe dominância dos pterópodes. O número de foraminíferos não sofre alterações significativas com o aumento de profundidade, permanecendo a sua abundância inferior a 100. A quantidade máxima de pterópodes é verificada para os 0-20 m, com uma diferença elevada em relação às restantes profundidades. No caso dos foraminíferos, a sua abundância máxima ocorre nos 60-80 m.

Na estação 256, mais a sul que a 259 e 258, constata-se que nos intervalos 0-20 e 40-60 m o número de pterópodes é superior ao dos foraminíferos. Nos restantes intervalos (20-40, 60-80 e 80-100 m) os foraminíferos encontram-se presentes em maior quantidade. A abundância máxima de pterópodes e foraminíferos ocorre dos 40-60 m e dos 0-20 m, respectivamente.

Abril 2007

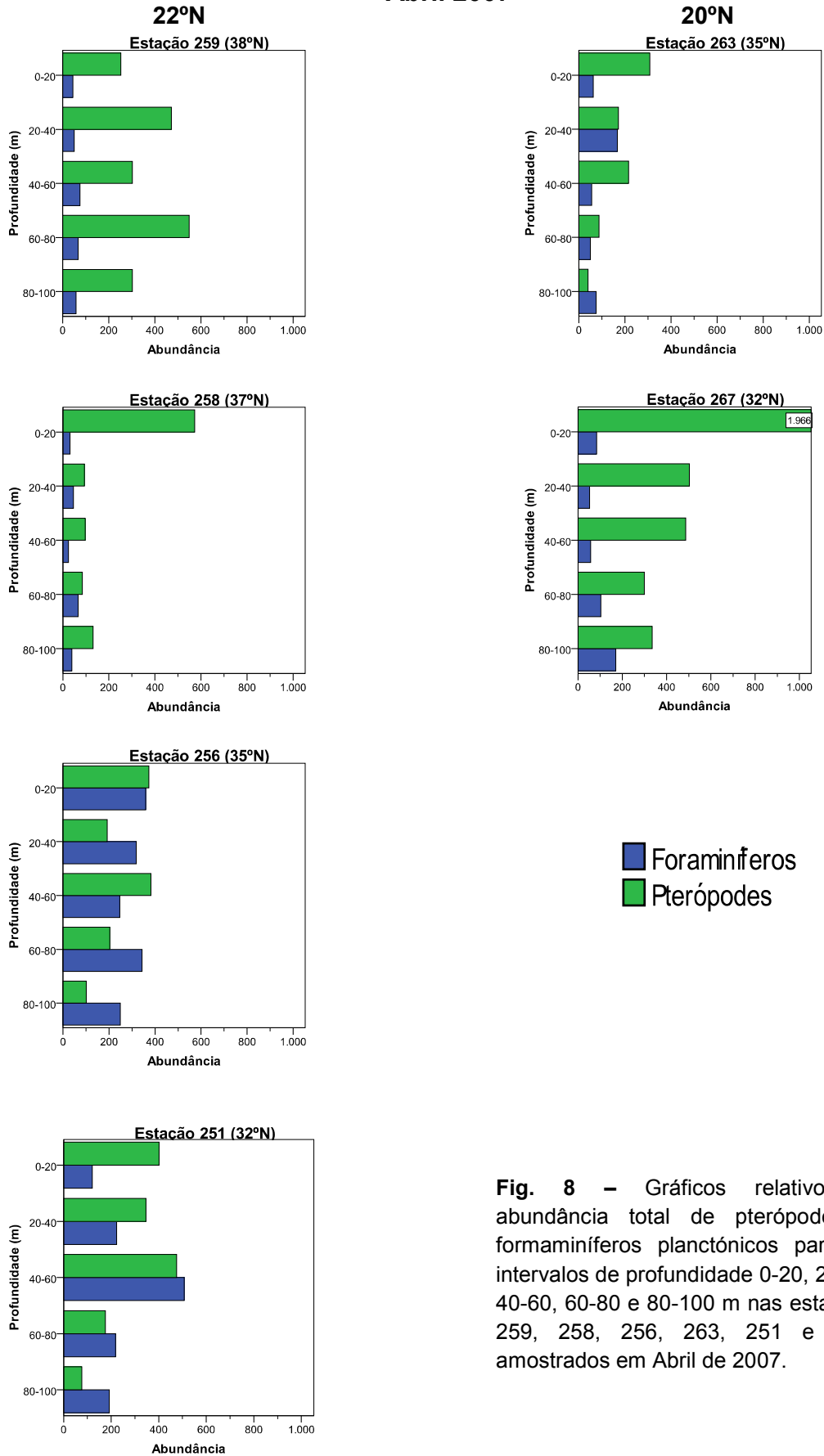


Fig. 8 – Gráficos relativos à abundância total de pterópodes e formaminíferos planctônicos para os intervalos de profundidade 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 m nas estações 259, 258, 256, 263, 251 e 267, amostrados em Abril de 2007.

À mesma latitude (35°N) que a estação anterior mas a 20°W, a estação 263, apresenta dos 0 aos 80 m uma abundância de pterópodes superior à dos foraminíferos. Porém, no último intervalo (80-100 m), são os foraminíferos que se apresentam em maior quantidade. O máximo de pterópodes é observado para o intervalo de profundidade 0-20 m, enquanto que o dos foraminíferos é dos 40-60 m.

Na estação 251, posicionada mais a sul que as restantes, verifica-se que os pterópodes se apresentam em maior quantidade relativamente aos foraminíferos dos 0 aos 40 m. No intervalo 40-60 m a abundância de ambos os organismos é semelhante, mas os foraminíferos planctónicos encontram-se em maior número. A partir dos 60 até aos 100 m são os foraminíferos que dominam. A abundância máxima de pterópodes e foraminíferos ocorre no intervalo de profundidade 40-60 m.

Com igual latitude que a anterior mas a este (20°W), a estação 267, apresenta em todos os intervalos amostrados (0 aos 100 m) uma dominância evidente dos pterópodes em relação aos foraminíferos. Em todos os intervalos de profundidade, a quantidade de foraminíferos é bastante pequena. A abundância máxima de pterópodes ocorre no intervalo de profundidade 0-20 m. No caso dos foraminíferos, o máximo é observado para os 80-100 m.

De norte para sul, inicialmente da estação 259 para a estação 258 a abundância de foraminíferos e pterópodes mantém-se praticamente constante. Da estação 258 para as restantes mais a sul (estação 254 e 251), verifica-se um aumento de ambos os organismos, mas principalmente dos foraminíferos. Estas duas estações são as que apresentam uma maior abundância de foraminíferos planctónicos.

Constata-se que para o transecto mais a oeste (22°W) a abundância, tanto de foraminíferos como de pterópodes, é superior relativamente ao transecto a 20°W. Relativamente ao transecto este (20°W), constata-se que em ambas as estações, existe uma elevada abundância de pterópodes, principalmente dos 0 aos 20 m. Na maioria dos intervalos são os pterópodes os organismos dominantes. De norte para sul parece ocorrer um aumento da quantidade de pterópodes.

No geral, os pterópodes apresentam uma abundância superior à dos foraminíferos, tanto de norte para sul, como nas duas longitudes.

A figura 9, refere-se às abundâncias totais de pterópodes e foraminíferos planctónicos de Abril de 2007 para diferentes intervalos de profundidade, nomeadamente 0-100, 100-200, 200-300, 300-500 e 500-700 m nas estações 259, 258, 256, 263, 251 e 267.

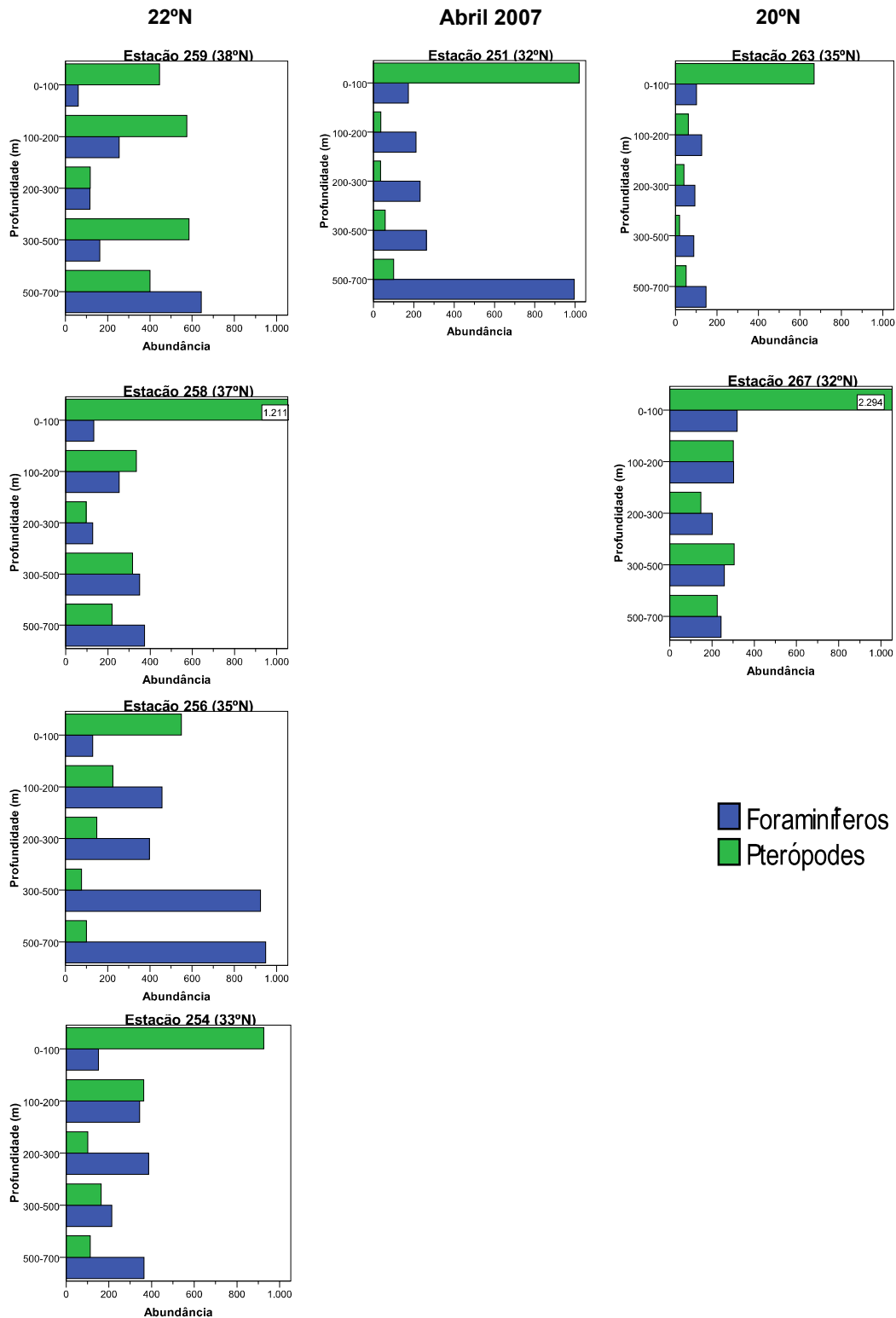


Fig. 9 – Gráficos relativos à abundância total de pterópodes e formaminíferos planctônicos para diferentes intervalos de profundidade, nomeadamente 0-100, 100-200, 200-300, 300-500 e 500-700 m nas estações 259, 258, 256, 263, 251 e 267, em Abril de 2007.

Na estação situada mais a norte (estação 259), são os pterópodes que dominam dos 0 aos 500 m. A partir dos 500 até aos 700 m são os foraminíferos que se encontram presentes em maior número. O máximo de pterópodes e de foraminíferos ocorre nos intervalos de profundidade 0-100 e 500-700 m, respectivamente.

Para a estação 258, observa-se que dos 0 aos 200 m a quantidade de pterópodes é mais elevada que a dos foraminíferos. A partir dessa profundidade até aos 700 m a abundância de foraminíferos é superior. O número máximo de pterópodes é verificado para os 0-100 m. Já nos foraminíferos, o seu máximo ocorre para os 500-700 m.

Mais a sul que as estações anteriores, a estação 256, dos 0 aos 100 m apresenta uma quantidade de pterópodes superior à dos foraminíferos. A partir dos 100 m, são os foraminíferos planctónicos que dominam, verificando-se um aumento da sua abundância com a profundidade. Atingem o seu máximo com uma abundância de 948 no último intervalo de profundidade (500-700 m).

A este da estação anterior (20°W), na estação 263, constata-se que dos 0 aos 100 m a abundância de pterópodes é bastante superior que a dos foraminíferos. Nos restantes intervalos de profundidade (dos 100 aos 700 m) são os foraminíferos que ocorrem em maior quantidade. Os pterópodes atingem a sua abundância máxima à superfície (0-100 m). Pelo contrário, o máximo de foraminíferos é encontrado no intervalo de maior profundidade (500-700 m).

Na estação 256, verifica-se que da superfície aos 200 m, são os pterópodes que se apresentam em maior quantidade. A partir dos 200 até aos 700 m, são os foraminíferos que dominam. A abundância máxima de pterópodes ocorre dos 0-100 m, enquanto que a dos foraminíferos ocorre dos 200-300 m.

Para a estação situada mais a sul e a 22°W (estação 251), observa-se que no intervalo de profundidade 0-100 m são os pterópodes que dominam. Nos restantes intervalos (dos 100 aos 700 m), são os foraminíferos os organismos dominantes. A quantidade máxima de pterópodes ocorre dos 0-100 m. O máximo de foraminíferos encontra-se dos 500-700 m.

Igualmente a sul, mas a 20°W (estação 267) verifica-se que nos intervalos de profundidade 0-100 e 300-500 m os pterópodes encontram-se presentes em maior quantidade comparativamente aos foraminíferos. Nos restantes (100-200, 200-300 e 500-700 m), embora a diferença entre ambos os organismos não ser muita, são os foraminíferos que se encontram em maior número. Tanto os pterópodes como os foraminíferos apresentam um número mais elevado de indivíduos para os 0-100 m.

Na maioria das estações, independentemente da longitude e latitude, parece haver uma preferência para os pterópodes dominarem dos 0 aos 100 m. A mesma preferência é observada relativamente aos foraminíferos mas no intervalo 500-700 m.

No transecto mais a oeste (22°W), de norte para sul parece existir uma diminuição de abundância de pterópodes, especialmente nos intervalos de profundidades (300-500, 500-700 m). Das duas primeiras estações (259 e 258) para a estação 256 verifica-se um aumento na abundância de foraminíferos, ocorrendo um pico de abundância destes organismos nesta estação. Desta latitude (35°N) para as restantes (33° e 32°N), parece haver uma diminuição na abundância, excepto para o intervalo de profundidade 500-700 m. No transecto situado mais a este (20°W), de norte para sul existe um aumento tanto na abundância de pterópodes como de foraminíferos.

Os gráficos relativos à abundância total de pterópodes e foraminíferos planctónicos em Abril de 2007 para os intervalos de profundidade 0-100, 100-700, 700-1000, 1000-1500 e 1500-2000 m das estações 259, 258, 256, 254, 265 e 267, encontram-se na figura 10.

Na estação 259, localizada mais a norte (38°N), observa-se que os pterópodes estão presentes em número superior ao dos foraminíferos, nos intervalos 0-100, 100-700 e 1000-1500 m. Nos restantes intervalos (700-1000, 1500-2000 m) são os foraminíferos que se apresentam em maior quantidade. A abundância máxima de ambos os organismos ocorre para o intervalo de profundidade 100-700 m.

À mesma longitude (22°W) mas com 1° a menos de latitude, a estação 258, apresenta dos 0-100 m um número mais elevado de pterópodes relativamente aos foraminíferos planctónicos. Nos restantes intervalos (100-2000 m), são os foraminíferos os organismos dominantes. A abundância máxima de pterópodes ocorre para os 0-100 m, enquanto que a dos foraminíferos é atingida dos 1000-1500 m.

Na estação 256, constata-se que à superfície (0-100 m), a abundância dos pterópodes é superior que a dos foraminíferos. Dos 100 aos 2000 m são os foraminíferos que se encontram em maior número. Observa-se que os pterópodes atingem o seu máximo com um valor de 929 para os 0-100 m. Já os foraminíferos têm o seu máximo de abundância para os 100-700 m.

Com 33°N e 22°W, encontram-se as estações 254 e 265. Na primeira, verifica-se que dos 0-100 m são os pterópodes que ocorrem em maior número. Desta profundidade (100 m) até aos 2000 m, são os foraminíferos que dominam. Verifica-se ainda que os pterópodes possuem a sua abundância máxima para os 0-100 m. Em contraste, o máximo de foraminíferos é observado para os 1000-1500 m. Na segunda,

Abril 2007

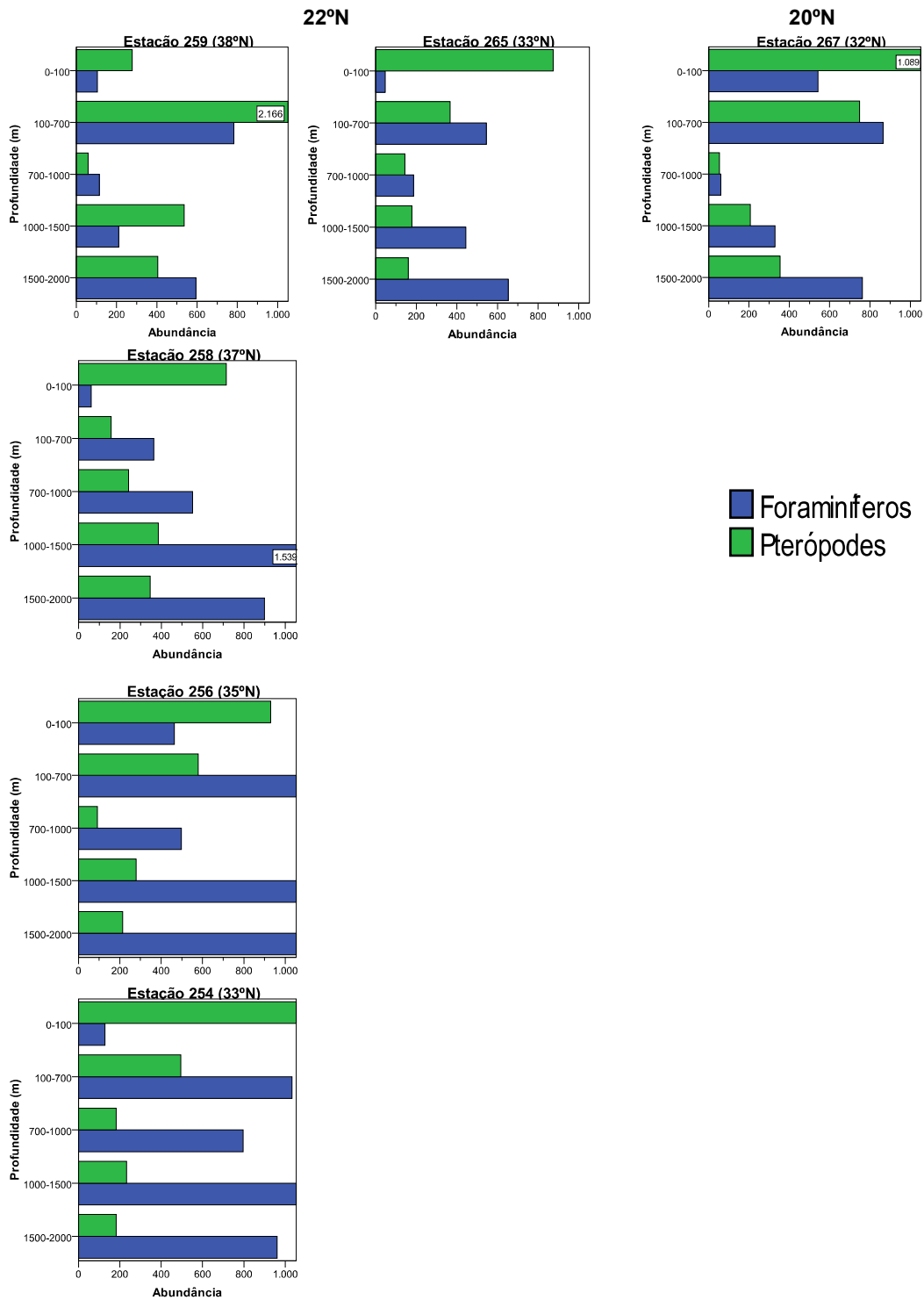


Fig. 10 - Gráficos relativos à abundância total de pterópodes e formaminíferos planctônicos em Abril de 2007 para os intervalos de profundidade 0-100, 100-700, 700-1000, 1000-1500 e 1500-2000 m das estações 259, 258, 256, 254, 265 e 267.

dos 0 aos 100 m os pterópodes revelam-se dominantes relativamente aos foraminíferos. Deste intervalo de profundidade até aos 2000 m, são os foraminíferos que ocorrem em maior número. Constata-se que a abundância máxima de pterópodes ocorre para os 0-100 m e a dos foraminíferos para os 1500-2000 m. Apesar da existência de semelhanças relativamente à abundância de pterópodes nas estações 254 e 265, a presença de foraminíferos é mais elevada para a estação 254.

Na estação situada mais a sudeste (estação 267), constata-se que o número de pterópodes é superior ao dos foraminíferos dos 0 aos 100 m. Nos restantes intervalos, dos 100 aos 2000 m são os foraminíferos que aparecem em maior quantidade. A abundância máxima de pterópodes e foraminíferos é verificada para os 0-100 m e 100-700 m, respectivamente. Observa-se ainda que para o intervalo 700-1000 m a abundância de ambos os organismos é bastante baixa.

Na maioria das estações, independentemente da longitude, o intervalo de profundidade dos 700-1000 m é o que apresenta abundâncias inferiores de ambos os organismos. De norte para sul, no transecto 22°W em todas as estações, excepto na localizada mais a norte (259) a abundância máxima de pterópodes ocorre sempre para o intervalo mais à superfície (0-100 m) e nos restantes intervalos de profundidade (100 aos 2000 m) a abundância dos foraminíferos é sempre superior que a dos pterópodes.

Também parece haver uma tendência para a abundância máxima de foraminíferos ocorrer no intervalo 100-700 m ou entre os 1000-2000 m, os intervalos de maior profundidade.

Os gráficos representados na figura 11 referem-se às abundâncias totais de pterópodes e foraminíferos planctónicos em Dezembro de 2008, para os intervalos de profundidade: 0-100, 100-200, 200-300, 300-500 e 500-700 m nas estações 696 e 704.

Na estação 704, localizada a norte, verifica-se que o máximo de pterópodes e foraminíferos planctónicos se encontra no intervalo 0-100 m, havendo porém dominância dos pterópodes. Ambos os organismos sofrem um decréscimo significativo a partir dos 100 m, não havendo grande diferença entre eles e entre os diferentes intervalos de profundidade até ao 700 m.

Localizada mais a sul, no gráfico representativo da estação 696, constata-se que a abundância tanto dos pterópodes como dos foraminíferos é máxima para o intervalo 0-100 m, sendo a quantidade de pterópodes superior. A partir dos 100 m, ocorre uma diminuição no número de ambos os organismos até aos 200-300 m, seguindo-se um

aumento dos pterópodes e foraminíferos até aos 500-700 m. Contudo, esse aumento é mais significativo para os foraminíferos.

No geral, comparando os gráficos relativos a Abril e Dezembro, nota-se que a abundância dos pterópodes e foraminíferos planctônicos é menor em Dezembro do que em Abril.

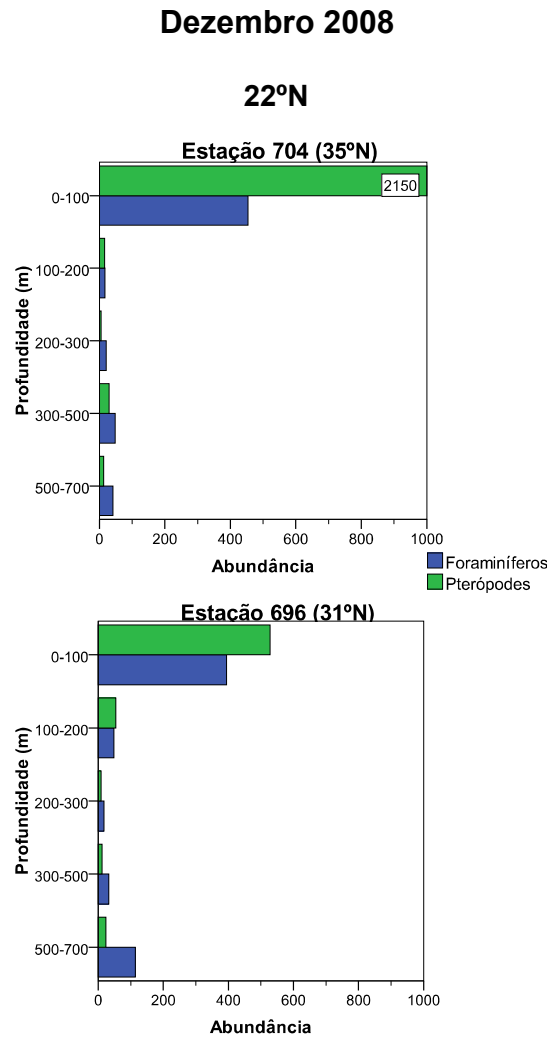


Fig. 11 – Gráficos relativos às abundâncias totais de pterópodes e foraminíferos planctônicos em Dezembro de 2008, para os intervalos de profundidade, nomeadamente 0-100, 100-200, 200-300, 300-500 e 500-700 m nas estações 696 e 704.

3.2 PERCENTAGEM DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS POR INTERVALO DE PROFUNDIDADE

A figura 12 apresenta os gráficos com a percentagem de cada espécie de foraminíferos planctônicos, incluindo indivíduos vivos e mortos, encontradas nas amostras recolhidas em Abril de 2007 referentes aos intervalos de profundidade: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 m.

Dos 0 aos 20 m as espécies em maior quantidade foram por ordem decrescente: *G. scitula* (42.86%), seguida da *G. ruber* (17.86%) e *G. hirsuta* (10.71%). Em menor número a *G. siphonifera*, *G. inflata*, *H. pelagica* e “outras espécies”, todas com percentagem de 3.57.

No intervalo 20-40 m, as espécies em maior número foram a *G. scitula* (37.14%), seguida da *G. siphonifera* (25.71%) e *G. hirsuta* (11.43%). Menos frequentes, além da *H. pelagica* que se encontrava ausente, encontraram-se a *G. inflata* e *O. universa*, ambas com 2.86%.

Relativamente ao intervalo de profundidade 40-60 m, as espécies encontradas em maior número, por ordem decrescente: *G. scitula* (31.58%), *G. siphonifera* (26.32%) e *G. inflata/G. ruber* (10.53%). Em menor quantidade a *H. pelagica*, *G. hirsuta* e *G. truncatulinoides*, todas com uma percentagem de 2.63%.

Dos 60 aos 80 m, as espécies que registaram maior frequência foram a *G. scitula* (19.44%), seguida da *G. hirsuta* e *G. ruber*, ambas com 13.89%. As espécies encontradas em menor número foram a *H. pelagica* com 5.56% e *G. inflata/G. siphonifera*/“outras espécies”, todas com uma percentagem de 8.33%.

Na profundidade correspondente aos 80-100 m, as espécies em maior quantidade foram *G. siphonifera* (26.67%), seguida da *G. scitula* (23.33%) e *G. hirsuta* (20.00%). A *H. pelagica* e *G. ruber* encontravam-se ausentes e com um valor pequeno as “outras espécies” (3.33%).

Sumariamente, dos 0 aos 100 m ocorre uma diminuição da *G. scitula*. A abundância de *G. siphonifera* e *G. hirsuta*, têm o mesmo comportamento aumentando até aos 60 m, diminuindo dos 60 aos 80 e voltando a aumentar até aos 100 m. A *G. ruber* inicialmente diminui a partir dos 20 m, depois aumenta até aos 80 m, sendo inexistente no intervalo de maior profundidade (80-100 m).

Abril 2007

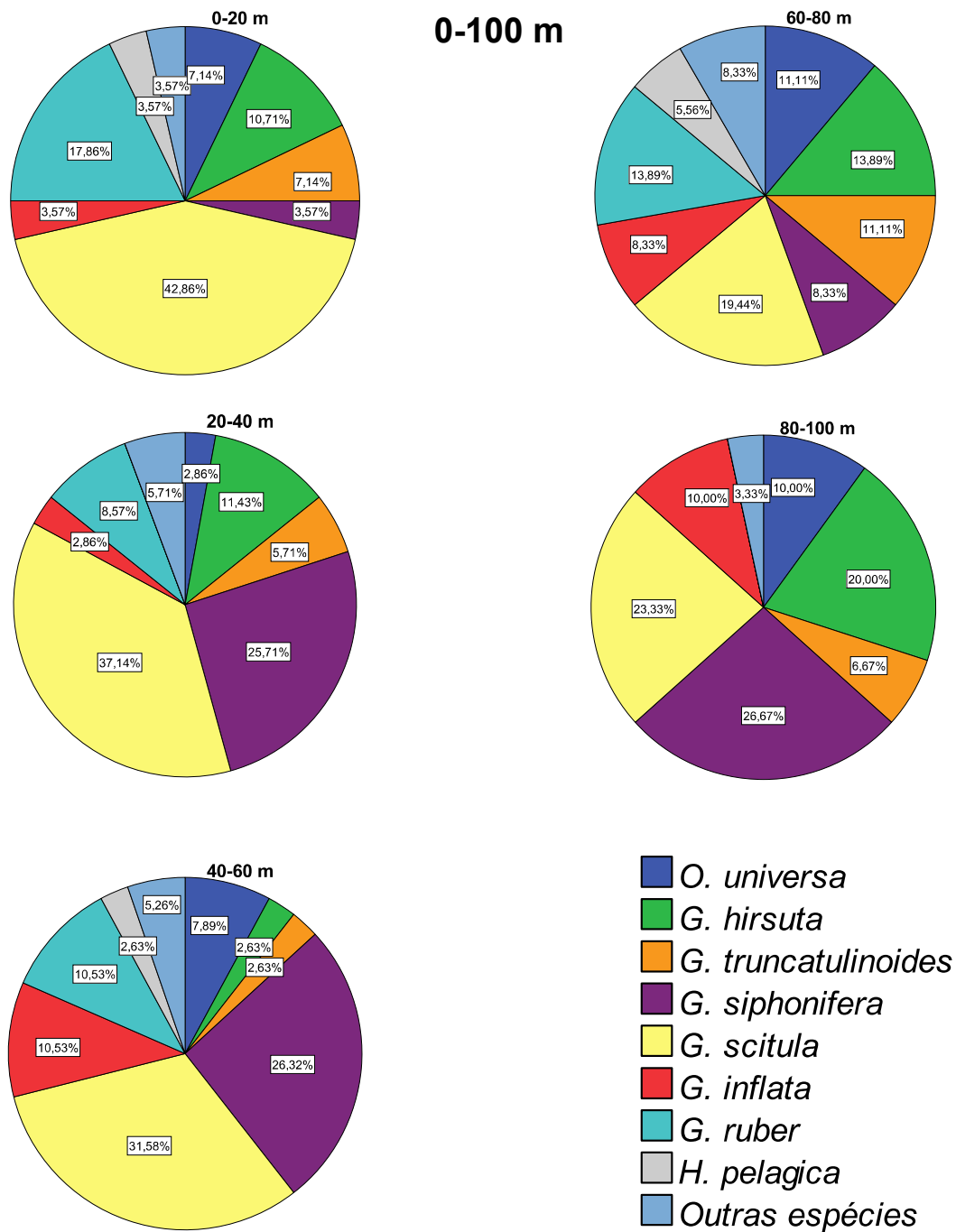


Fig. 12 - Gráficos com a percentagem de cada espécie de foraminíferos planctônicos, incluindo indivíduos vivos e mortos, encontradas nas amostras recolhidas em Abril de 2007 referentes aos intervalos de profundidade: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 m.

Os gráficos da figura 13, apresentam a percentagem de cada espécie de foraminíferos planctônicos, incluindo exemplares mortos e vivos, em cada intervalo de profundidade, nomeadamente: 0-100, 100-200, 200-300, 300-500 e 500-700 m.

No intervalo de profundidade 0-100 m as espécies em maior quantidade foram: *G. siphonifera* (23.26%), *G. ruber* (23.06%) e *O. universa* (13.76%). As espécies encontradas em menor número foram a *H. pelagica* (1.36%) e *G. truncatulinoides*, ambas com uma percentagem de 4.07%.

Quanto ao intervalo dos 100 aos 200 m, registaram-se com maior abundância a *G. scitula* (38.30%), seguida da *G. hirsuta* (25.38%) e *G. siphonifera* (13.07%). Menos frequentes foram a *H. pelagica* (0.67%), *O. universa* (1.06%) e “outras espécies” (2.89%).

Dos 200 aos 300 m as espécies presentes em maior quantidade: *G. scitula* (37.69%), *G. siphonifera* (24.40%) e *G. hirsuta* (19.39%). Em menor número a *H. pelagica* e “outras espécies” com 0.87%, *O. universa* (1.53%).

Já para o intervalo 300-500 m de profundidade com maior frequência registaram-se a *G. scitula* (43.64%), seguida da *G. hirsuta* (21.56%) e *G. ruber* (14.29%). Pelo contrário, as espécies em menor quantidade foram a *H. pelagica* (0.78%) e *O. universa* (1.04%).

Por fim, dos 500 aos 700 m, registaram-se em maior número a *G. scitula* (52.54%), seguida da *G. hirsuta* (26.37%). A *H. pelagica* encontrava-se ausente e com as percentagens mais baixas a *O. universa* (0.07%) e *G. inflata* (0.80%).

De um modo geral, a *G. ruber* diminui a partir dos 100 m voltando a aumentar a partir dos 200 e diminuindo novamente aos 500 m. A *G. scitula* aumenta dos 100 aos 700 m, representando mais de 50% das espécies encontradas no último intervalo de profundidade (500-700 m). Inicialmente, a *G. hirsuta* apresenta um aumento, após o qual os valores mantêm-se relativamente constantes com o aumento de profundidade. A *O. universa* apresenta uma diminuição com a profundidade estando ausente dos 500 aos 700 m. Também a *G. inflata*, no último intervalo de profundidade é praticamente inexistente.

Abril 2007

0 - 700 m

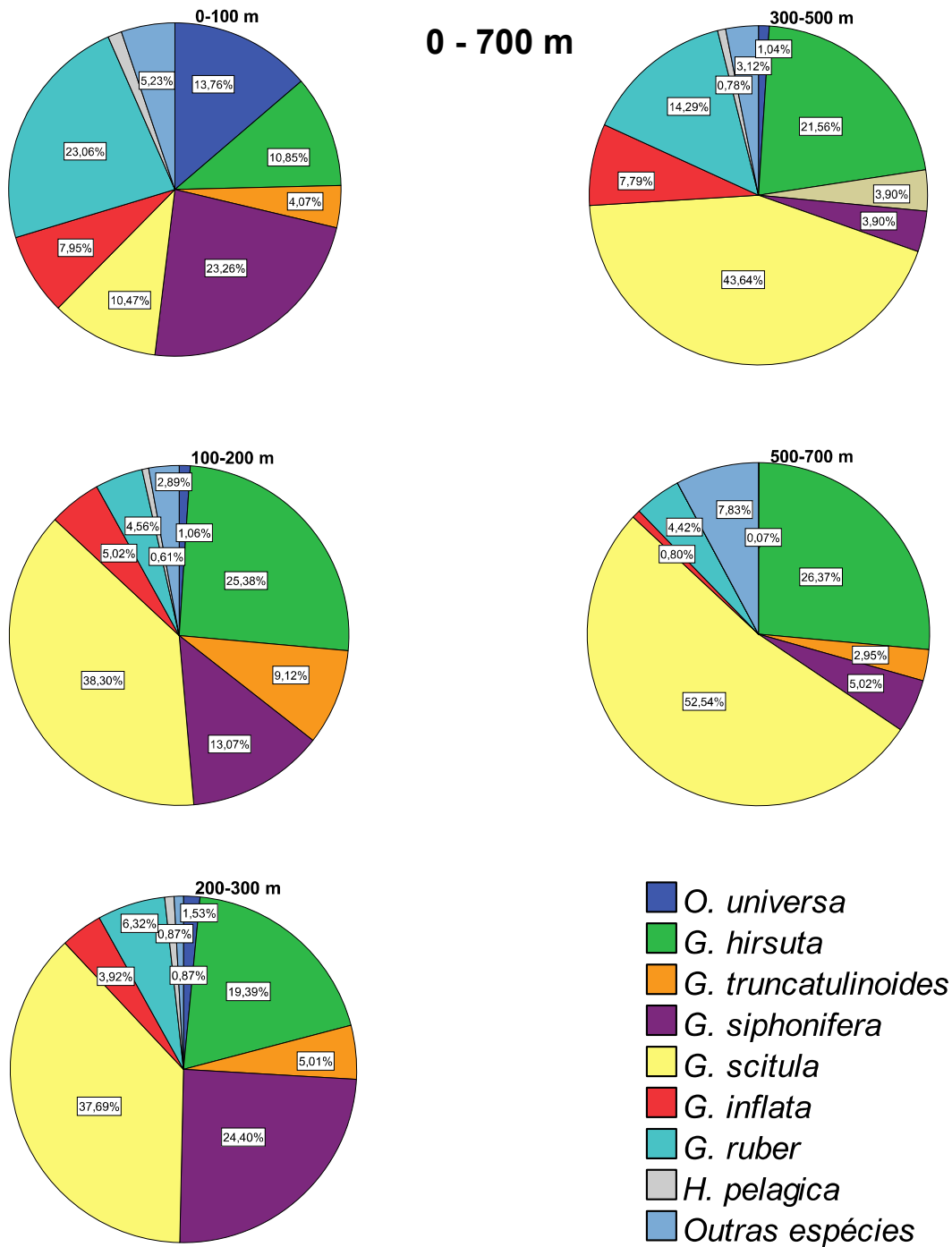


Fig. 13 – Gráficos com a percentagem de cada espécie de foraminíferos planctônicos, incluindo indivíduos mortos e vivos em cada intervalo de profundidade, nomeadamente: 0-100, 100-200, 200-300, 300-500 e 500-700 m.

A percentagem de cada espécie de foraminíferos planctônicos (mortos e vivos) para os seguintes intervalos de profundidade: 100-700, 700-1000, 1000-1500 e 1500-2000 m, encontra-se representada nos gráficos da figura 14. A percentagem referente ao intervalo 0-100 encontra-se representada na figura anterior, tendo-se conjugado os valores desse intervalo de profundidade da amostragem realizada dos 0-700 m com a dos 0-2000 m.

Dos 100 aos 700 m, com as percentagens mais elevadas encontram-se a *G. scitula* (43.42%), seguida da *G. hirsuta* (26.99%) e *G. siphonifera* (9.30%). Em menor quantidade foram observadas “outras espécies” (0.33%), *O. universa* (0.99%) e *H. pelagica* (1.89%).

Relativamente ao intervalo 700-1000 m, as espécies em maior quantidade foram a *G. scitula* (69.60%), *G. hirsuta* (14.73%) e *G. ruber* (9.50%). Tanto a *G. inflata* como “outras espécies” não se encontravam presentes neste intervalo. A *O. universa* apresenta uma percentagem bastante baixa (0.73%).

Para o intervalo 1000-1500 m, as espécies com maior percentagem foram a *G. scitula* (76.89%) e *G. ruber* (14.94%). A *H. pelagica* encontrava-se ausente e *O. universa* e “outras espécies” obtiveram uma percentagem de apenas 0.18%.

Finalmente, no intervalo dos 1500 aos 2000 m as espécies encontradas com maior frequência: *G. scitula* (44.67%), *G. ruber* (36.80%) e *G. siphonifera* (11.17%). Já as com menor ocorrência foram as “outras espécies” com nenhum registo, a *H. pelagica* com um valor 0.25% e *G. truncatulinoides* com 0.51%.

Resumidamente, a *G. ruber* dos 0-100 m para os 100-700 m sofre uma diminuição significativa, mas a partir dos 700 até aos 2000 m aumenta novamente, contudo tratam-se de indivíduos mortos. Também a *G. scitula* apresenta um grande aumento até aos 1500 m, com uma diminuição dessa profundidade até aos 2000 m. A *O. universa* que ocorre dos 0-100 m, a partir dessa profundidade torna-se praticamente inexistente. Inicialmente, dos 0 aos 700 m a *G. hirsuta* apresenta um aumento da sua percentagem, a partir dos 700 m ocorre um decréscimo acentuado da mesma. A *G. siphonifera* a partir dos 100 m diminui, não havendo grandes alterações nas restantes profundidades.

Abril 2007

100 - 2000 m

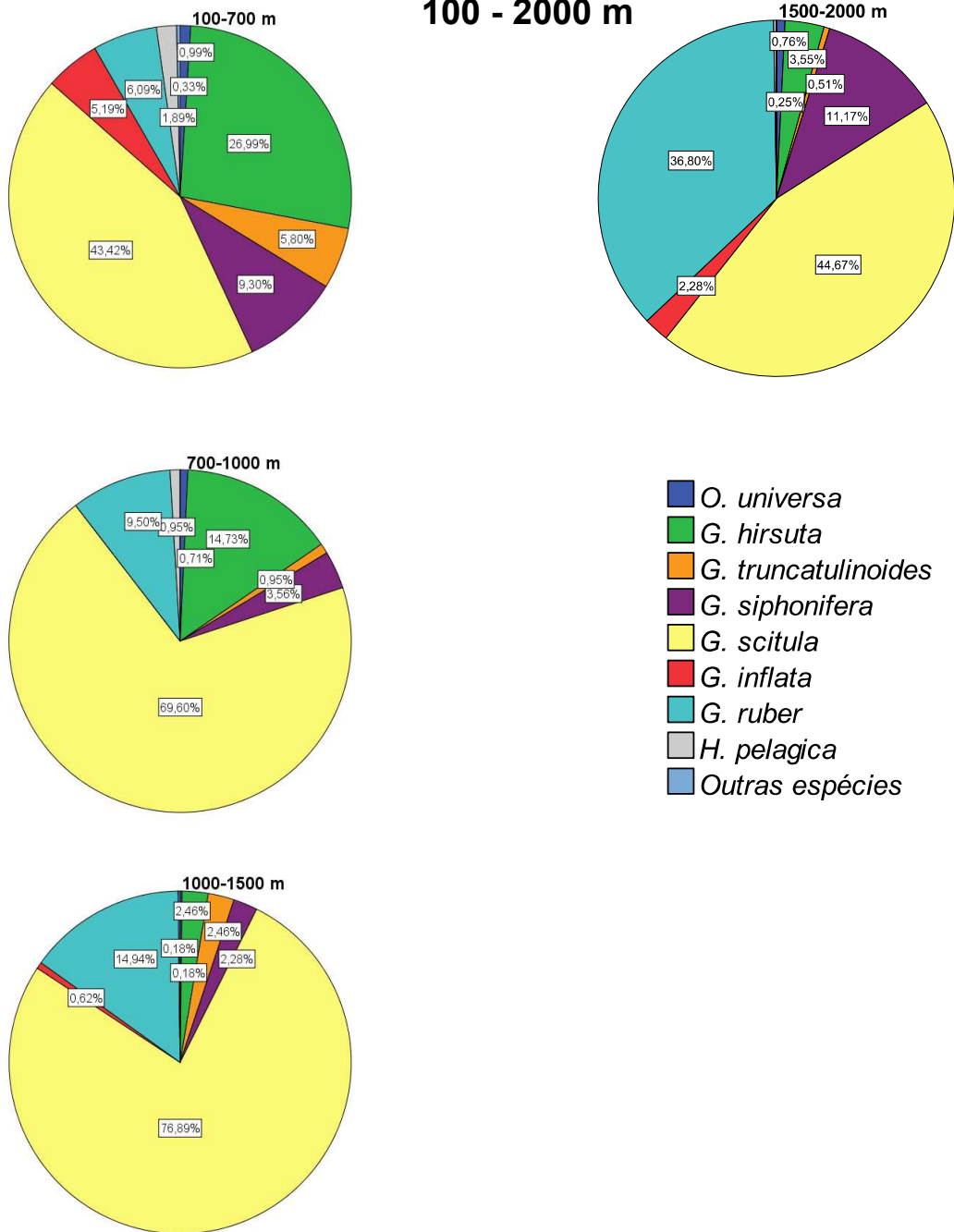


Fig. 14 – Gráficos relativos à percentagem de cada espécie de foraminífero planctónico (indivíduos mortos e vivos) para os intervalos de profundidade: 100-700, 700-1000, 1000-1500 e 1500-2000 m.

3.3 PERCENTAGEM DAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS EM CADA ESTAÇÃO

Os gráficos circulares da figura 15 representam a percentagem de cada espécie de foraminíferos planctônicos (vivos e mortos) para cada estação em que se realizou amostragem (259, 258, 256, 254, 265, 251, 263 e 267).

Para a estação localizada mais a norte (259) as espécies com percentagem mais elevada foram a *G. scitula* (54.92%), seguida da *G. hirsuta* (18.45%) e “outras espécies” (8.75%). Em menor quantidade encontraram-se a *H. pelagica* (0.22%), *O. universa* (1.24%) e *G. siphonifera* (3.06%).

Apenas 1º mais a sul que a anterior, mas à mesma longitude, na estação 258 as espécies que registaram maior número foram *G. scitula* (76.72%), *G. hirsuta* (9.01%) e *G. ruber* (1.87%). Com menor percentagem: “outras espécies” (0.18%), *H. pelagica* (0.45%), e *G. inflata* (1.43%).

A 35º N e com diferentes longitudes encontram-se as estações 256 (22ºW) e 263 (20ºW). Na primeira, as espécies encontradas em maior quantidade foram *G. scitula* (54.42%), *G. hirsuta* (15.85%) e *G. ruber* (10.84%). “Outras espécies” e *H. pelagica* obtiveram a menor percentagem (0.17%), seguindo-se a *O. universa* com 0.79%. Na segunda estação, com maior abundância apresentaram-se a *G. scitula* (38.81%), *G. hirsuta* (31.34%) e *G. siphonifera* (10.45%). A *H. pelagica* encontrava-se ausente desta estação e “outras espécies” (1.00%), e *G. inflata* (1.99%), obtiveram igualmente percentagens baixas.

A estação 254 e 265 possuem as mesmas coordenadas. Na estação 254 as espécies em maior quantidade foram a *G. scitula* (34.99%), *G. hirsuta* (21.42%) e *G. ruber* (15.52%). Com os valores menores a *H. pelagica* (1.44%), “outras espécies” (2.14%) e *O. universa* (2.76%). Relativamente à estação 265, as maiores percentagens registaram-se para a *G. scitula* (30.74%), *G. hirsuta* (25.19%) e *G. ruber* (21.48%). As “outras espécies” não foram encontradas e a *O. universa* (1.48%) e *H. pelagica* (3.33%) obtiveram os valores mais baixos.

Na estação 251, a estação localizada mais a sul, as espécies com maior registo de frequência foram *G. hirsuta* (34.66%), *G. scitula* (18.23%) e *G. siphonifera* (17.51%). Em menor quantidade encontraram-se a *H. pelagica* (0.54%), *O. universa* (2.17%) e *G. inflata* (1.43%). Para a mesma latitude que a anterior, mas a este (20ºW), a estação 267 registou em maior número a *G. hirsuta* (35.25%), *G. scitula* (23.77%) e *G. ruber* (11.07%). As “outras espécies” não se encontravam presentes e em menor quantidade a *G. inflata* (0.41%) e *O. universa* com 3.28%.

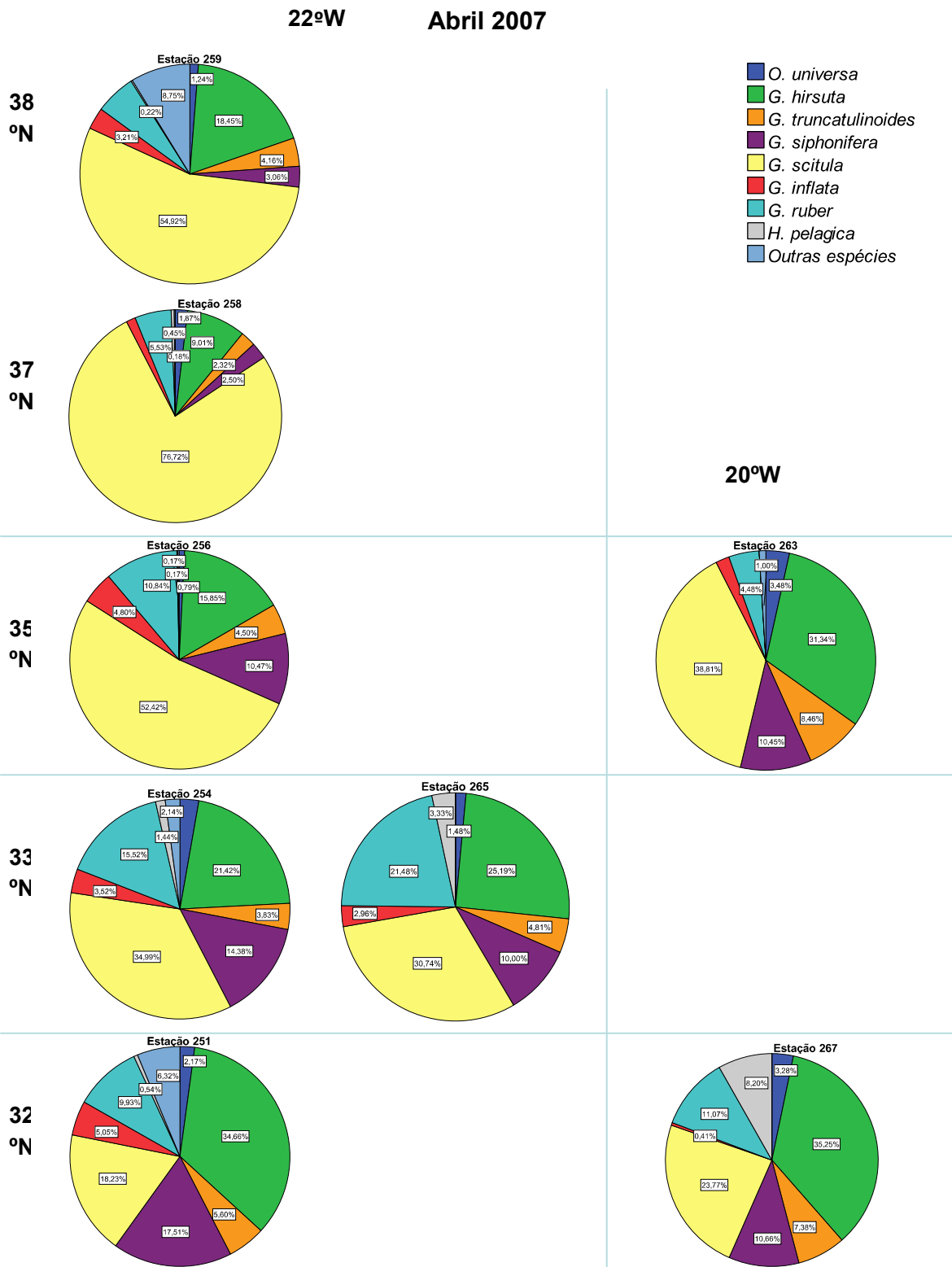


Fig. 15 – Gráficos com a percentagem de cada espécie de foraminíferos planctónicos (vivos e mortos) para cada estação em que se realizou amostragem (259, 258, 256, 254, 265, 251, 263 e 267).

De norte para sul, em ambos os transectos, ocorre uma diminuição de *G. scitula*. Ao mesmo tempo que esta diminuição ocorre, a *G. hirsuta* aumenta visivelmente, assim como, a *G. siphonifera*. Também a *G. ruber* aumenta de norte para sul até aos 33°N de latitude. A *O. universa*, *G. inflata*, *G. truncatulinoides*, *H. pelagica* e “outras espécies” não sofrem alterações significativas ao longo das latitudes.

3.4 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE ^{18}O E ^{13}C EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE E DOS VALORES DE $\delta^{18}\text{O}$ VERSUS $\delta^{13}\text{C}$ PARA ALGUMAS ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

A figura 16 apresenta os gráficos dos isótopos estáveis de ^{18}O e ^{13}C em função da profundidade média e ainda $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ para as seguintes espécies de foraminíferos planctónicos: *G. siphonifera* (a), *G. scitula* (b), *G. inflata* (c), *G. truncatulinoides* (d), *H. pelagica* (e), *G. hirsuta* (f), *O. universa* (g) e *G. ruber* (h).

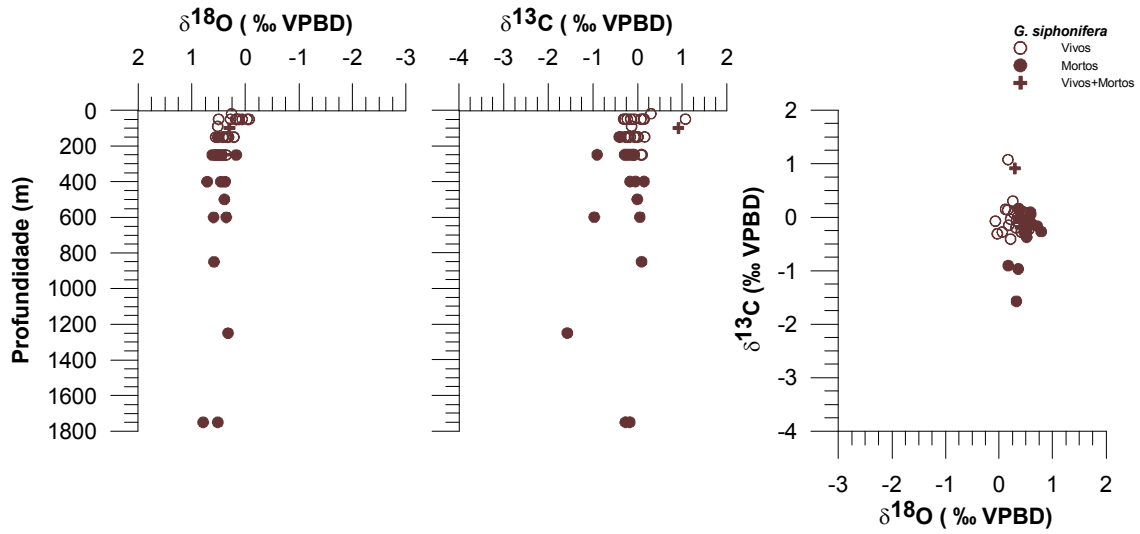
A *G. siphonifera* foi encontrada *in situ* até aos 250 m de profundidade. $\delta^{18}\text{O}$ encontra-se entre -0.07 a 0.79. Ocorre um aumento do $\delta^{18}\text{O}$ a partir dos 250 m, mas a partir desta profundidade os valores mantêm-se sem grandes alterações. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variam de -1.57 a 1.08, apresentando uma maior variação a profundidades maiores. Os espécimes vivos apresentam um $\delta^{13}\text{C}$ maior do que os indivíduos mortos.

Os valores $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ formam um grupo, excepto três pontos que são discrepantes dos restantes valores.

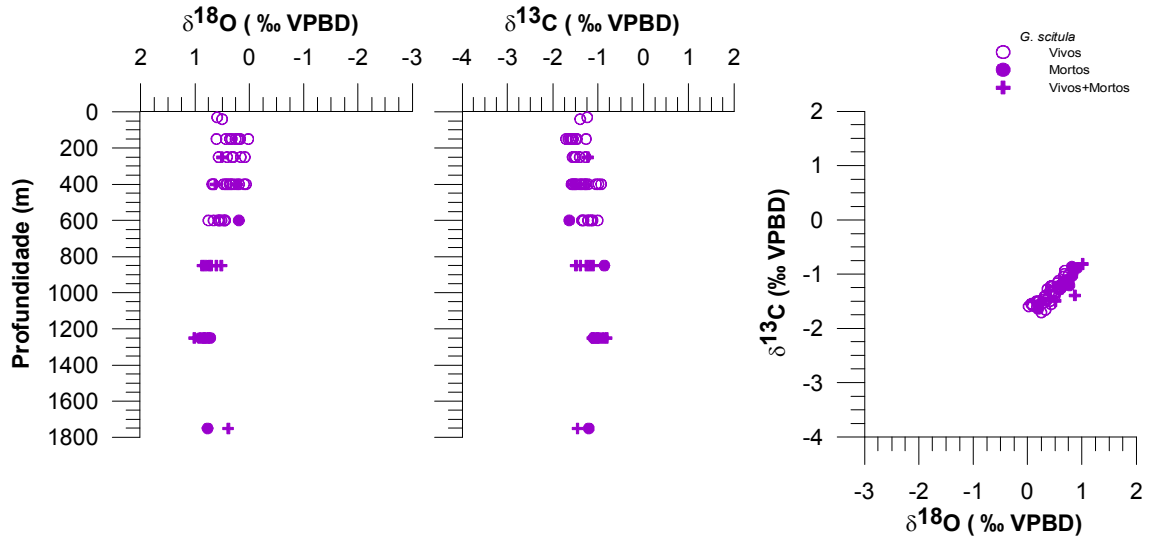
A *G. scitula* ocorre maioritariamente entre a superfície e os 600 m, apesar de se encontrarem alguns espécimes vivos a maiores profundidades. Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ variam de de 0.02 a 1.01, verificando-se que quanto maior a profundidade maior parece ser $\delta^{18}\text{O}$, logo mais fria é a água (Figura 17). $\delta^{13}\text{C}$ varia de -1.71 a -0.81, mantendo-se relativamente constantes com a profundidade. Os pontos $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ correspondentes à *G. scitula* parecem formarem uma recta.

A *G. inflata* ocorre maioritariamente entre a superfície e os 400 m. Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ para os indivíduos vivos apresentam-se entre -1.96 e 0.18, parecendo haver um aumento do $\delta^{18}\text{O}$ com a profundidade. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ apresentam-se entre -1.16 e 0.18, não sofrendo grandes alterações com a profundidade. Os valores $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ parecem bastante concordantes, existindo apenas dois pontos que se afastam dos restantes.

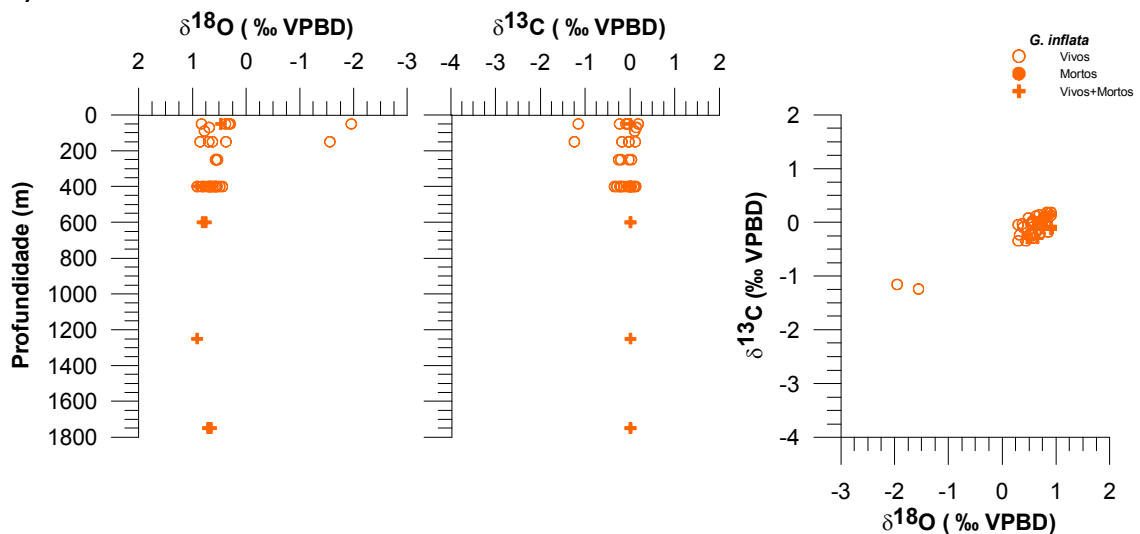
a) *G. siphonifera*

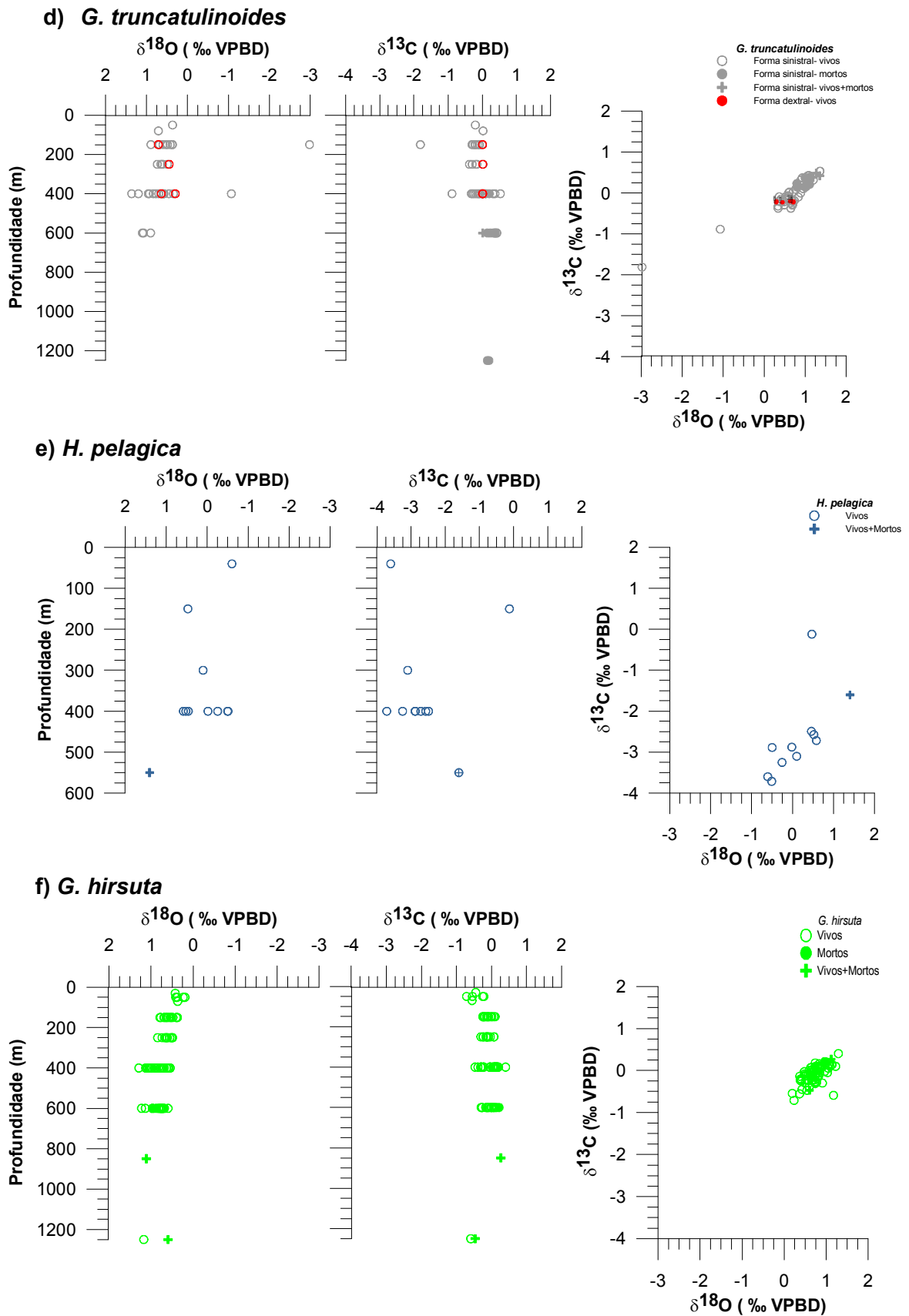


b) *G. scitula*



c) *G. inflata*





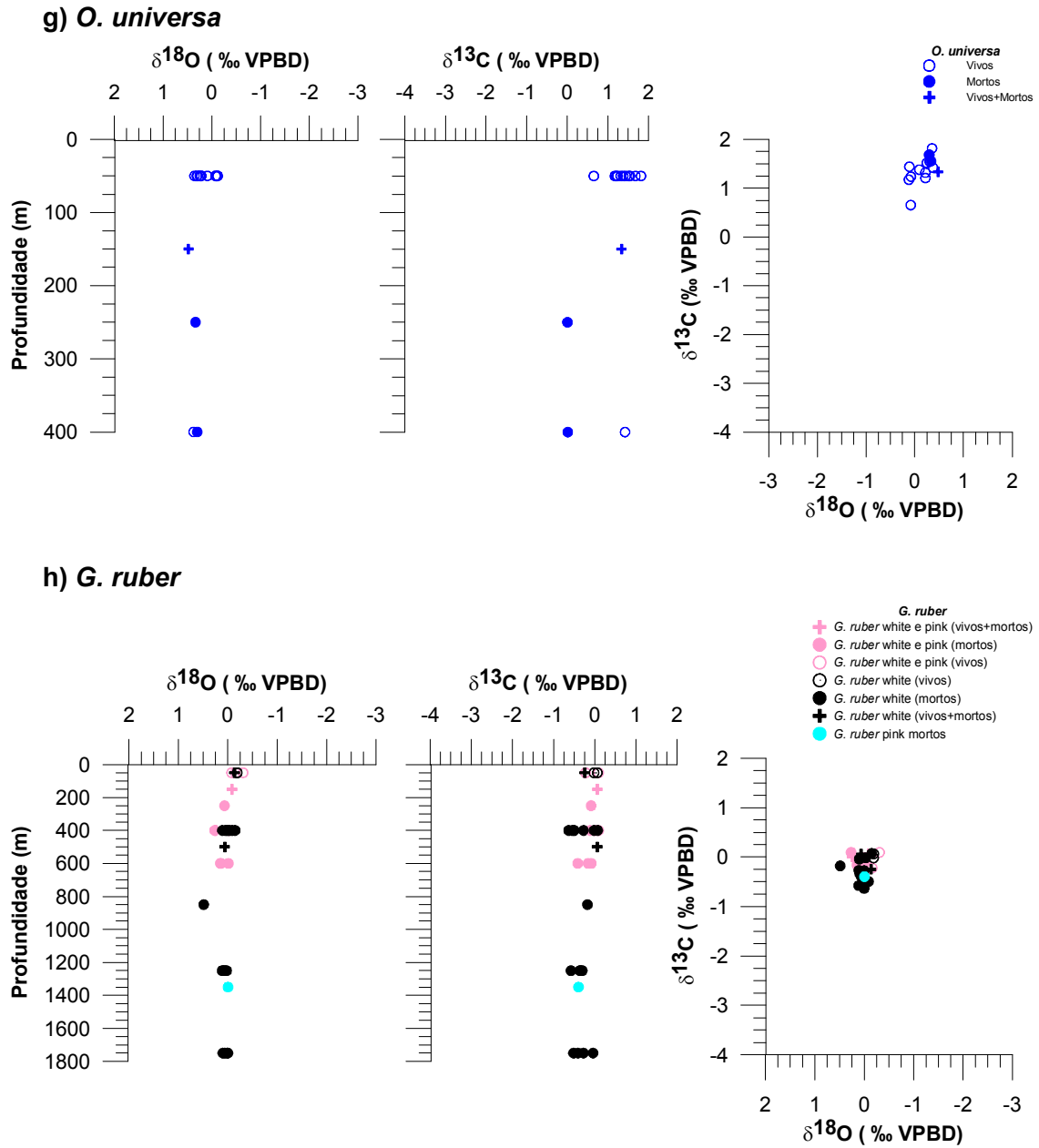


Fig. 16 - Gráficos dos isótopos estáveis de ^{18}O e ^{13}C em função da profundidade média e ainda $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ para as seguintes espécies de foraminíferos planctônicos: a) *G. siphonifera*, b) *G. scitula*, c) *G. truncatulinoides*, d) *H. pelagica*, e) *G. hirsuta*, f) *O. universa*, h) *G. ruber*.

A profundidade a que a *G. truncatulinoides* foi encontrada *in situ* variou de acordo com o tipo que se tratava, nomeadamente sinistral ou dextral. Assim, a forma dextral ocorreu a partir dos 150 aos 400 m e a sinistral da superfície aos 600 m de profundidade. É a espécie que regista maiores valores de $\delta^{18}\text{O}$ (entre -2.98 e 1.36), indicando águas mais frias. Analisando os valores de $\delta^{13}\text{C}$ para a *G. truncatulinoides* verifica-se que para a forma sinistral, se encontram entre -1.81 a 0.53, enquanto que para a forma dextral o intervalo vai de -0.20 a -0.23. $\delta^{13}\text{C}$ aumenta para a forma sinistral com a profundidade, apontando para uma menor concentração de nutrientes, mas mantém-se para a forma dextral. No gráfico $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ existem dois valores discrepantes comparativamente aos restantes. No gráfico $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ relativo à *G. truncatulinoides* é perceptível a existência de duas nuvens distintas que tendem para a formação de uma recta. Enquanto que a forma sinistral se apresenta em ambas as nuvens, a dextral encontra-se concentrada na nuvem com menores valores de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$, apontando para águas mais quentes e maior concentração de nutrientes.

Tabela III - Profundidade *in situ*, variação de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ para cada espécie em que se realizaram medições isotópicas.

Espécie	Profundidade <i>in situ</i> (m)	$\Delta\delta^{18}\text{O}$	$\Delta\delta^{13}\text{C}$
<i>G. ruber</i>	0-100	-0.31 a 0.49	-0.64 a 0.10
<i>G. siphonifera</i>	0-250	-0.07 a 0.79	-1.57 a 1.08
<i>O. universa</i>	0-100	-0.12 a 0.48	0.65 a 1.82
<i>G. inflata</i>	0-400	-1.96 a 0.91	-1.16 a 0.18
<i>H. pelagica</i>	0-400	-0.61 a 1.40	-3.72 a -0.12
<i>G. truncatulinoides</i> (s)	0-400	-2.98 a 1.36	-1.81 a 0.53
<i>G. tuncatulinoides</i> (d)	150-400	0.30 a 0.71	-0.20 a -0.23
<i>G. scitula</i>	0-600	0.02 a 1.01	-1.71 a -0.81
<i>G. hirsuta</i>	0-1200	0.19 a 1.29	-0.71 a 0.40

Relativamente à *H. pelagica*, verifica-se que os indivíduos vivos ocorrem até cerca dos 400 m de profundidade. Os valores obtidos para $\delta^{18}\text{O}$ encontram-se entre -0.61 e 1.40, apresentando alguma variação. Esta espécie é a que apresenta valores de $\delta^{13}\text{C}$ menores (-3.72 a -0.12), apontando para uma maior quantidade de nutrientes. Os valores $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ apresentam-se afastados um dos outros, não formando uma nuvem muito definida, contudo há dois pontos mais afastados que os restantes.

O *habitat* preferencial da *G. hirsuta* parece estar entre a superfície e cerca dos 600 m de profundidade, contudo foram encontrados espécimes vivos *in situ* até aos 1200 m. De acordo com o gráfico, vizualiza-se que para a *G. hirsuta* os valores de $\delta^{18}\text{O}$ encontram-se entre 0.19 a 1.29, aumentando com a profundidade o que aponta para

águas com temperaturas mais baixas. $\delta^{13}\text{C}$ varia de -0.71 a 0.40 parecendo aumentar com a profundidade, o que se encontra associado a uma menor quantidade de nutrientes. Os valores $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ parecem tender para uma recta, similarmemente ao que acontece para a *G. scitula*.

A *O. universa* ocorre mais à superfície, mas aos 400 m ainda foram encontrados espécimes vivos. Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ variam entre -0.12 a 0.48, não se alterando significativamente com a profundidade. Relativamente ao $\delta^{13}\text{C}$, é a espécie que apresenta valores maiores (0.65 a 1.82), não apresentando uma variação significativa com a profundidade. No gráfico $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ os pontos formam uma nuvem, não havendo nenhum valor discrepante.

No gráfico respectivo à *G. ruber*, constata-se que os espécimes vivos ocorrem apenas à superfície. Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ apresentam-se entre -0.31 a 0.49, não variando significativamente com o aumento de profundidade. Analisando os valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos para a *G. ruber*, verifica-se que se encontram entre -0.64 e 0.10. Comparando os valores de *G. ruber* white e pink (vivos e vivos+mortos) e *G. ruber* white (vivos e vivos+mortos) com os indivíduos mortos, tanto de *G. ruber* white e pink como de *G. ruber* só com as formas white ou só pink verifica-se que no geral os indivíduos mortos apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ inferiores aos vivos.

O gráfico $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ apresenta uma nuvem de pontos bastante concordantes, não existindo nenhum outlier.

4. DISCUSSÃO

Os factores que controlam a distribuição espacial e temporal das espécies em oceano aberto ainda não são totalmente compreendidos e a transferência das amostras da coluna de água para o fundo oceânico permanece pouco quantificada (Abrantes *et al.*, 2002). Desta forma, é de extrema importância o estudo da distribuição sazonal e vertical dos organismos que contribuem para os sedimentos, para que em comparação com as propriedades da coluna de água se entender os controlos ecológicos da sua distribuição. Só assim será possível uma reconstrução fidedigna das propriedades do oceano, usando os indicadores paleoceanográficos, como a quantificação de microfósseis vivos e isótopos estáveis de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ (Mortyn e Charles, 2003; Storz *et al.*, 2009).

4.1 DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL, VERTICAL E SAZONAL DOS PTERÓPODES E FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Como referido anteriormente, a Corrente dos Açores é a fronteira entre as águas mais frias do nordeste do Atlântico Norte e as águas provenientes dos subtropicais (Schiebel *et al.*, 2002; Storz *et al.*, 2009). É evidente a existência de uma frente termohalina associada à Corrente dos Açores, que representa o limite norte do modo de água 18°C. Abaixo dessa camada, detectam-se alguns traços de massas de água com origem subpolar entre 13 e 15°C (Harvey e Arhan, 1988). A estrutura frontal é observada a profundidades abaixo dos 100 m, onde a influência directa dos efeitos atmosféricos é reduzida pela termohalina (Stramma e Müller, 1989; Rios *et al.*, 1992). A partir de perfis da temperatura em função da profundidade, a posição da Frente dos Açores pode ser deduzida pela isotérmica de 15°C. De acordo com Gould (1985), a norte da Frente dos Açores a isotérmica de 15°C situa-se acima dos 200 m de profundidade. No centro da Frente dos Açores, a mesma encontra-se entre os 200 e os 300 m e a sul é encontrada abaixo dos 300 m.

Com base nos dados obtidos a 22°W no decorrer da campanha oceanográfica POS 349 (Abril 2007; Figura 17a)), a localização da Frente dos Açores foi determinada como estando perto dos 36°N. Em Dezembro de 2008, devido a más condições meteorológicas durante a campanha oceanográfica POS377, a posição da Frente dos Açores não foi determinada uma vez que não se obtiveram dados a norte de 35° (Figura17b)).

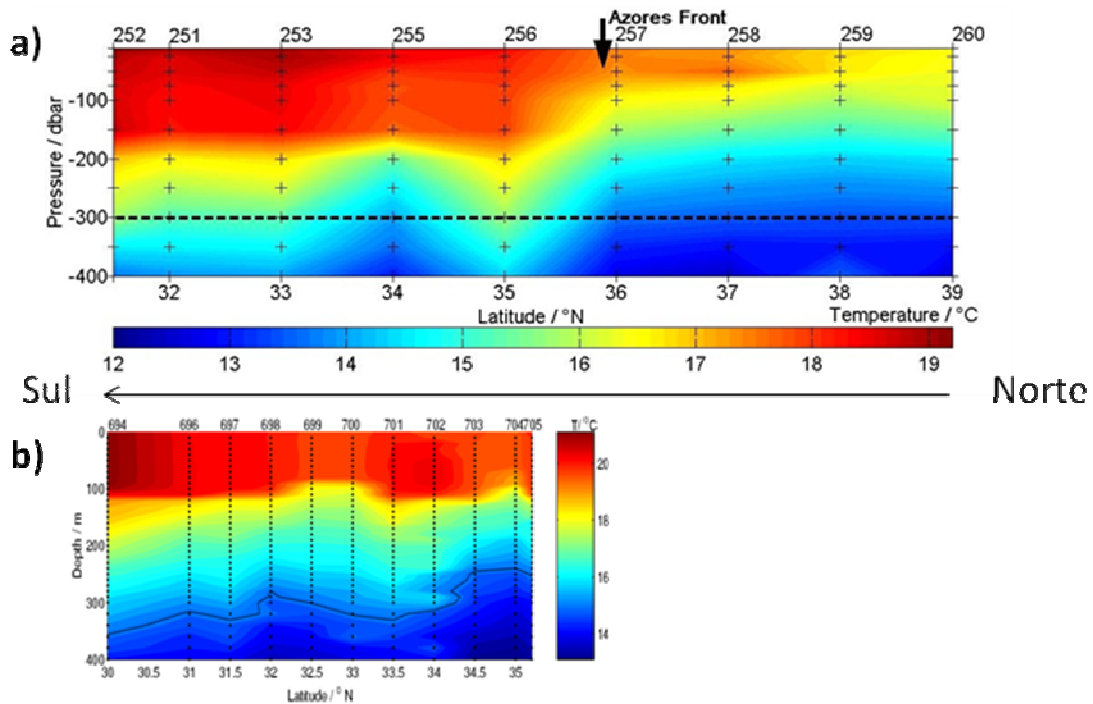


Fig.17 – Distribuição vertical da temperatura nos primeiros 400 m da coluna de água ao longo do transecto 22°W baseada em dados de CTD e XBT obtidos nas campanhas oceanográficas: **a)** POS 349 (Abril, 2007; Waniek *et al.*, 2007); **b)** POS377 (Dezembro, 2008; Waniek *et al.*, 2008). Os símbolos a preto (cruzes ou pontos) indicam a posição do CTD aquando a leitura. A seta preta indica o local onde as isotermas a 15° foram encontradas mais à superfície que 300 m. Note-se que os 2 perfis tem escalas de temperatura diferente.

Segundo Angel (1989), os dois lados da Frente dos Açores são oligotróficos. Contudo, concentrações de clorofila e medições de produtividade sugerem que a água a norte é um pouco mais produtiva, uma vez que a água é mais fria e a nutriclina menos profunda.

A norte da Frente dos Açores (entre 35 e 40°N), ocorre um único *bloom* de amplitude intermédia, mais fraco que o *bloom* primaveril subpolar e mais forte que os *blooms* outonais subpolares e subtropicais. Este *bloom* inicia-se no Outono com o afundamento da camada de mistura, que é característico de um *bloom* por arrastamento (como nos sistema polar e subtropical), continuando a desenvolver-se no Inverno. Atinge o seu pico na Primavera após a restratificação que é característica do *bloom* primaveril. Este *bloom* é limitado por nutrientes e luminosidade (Lévy *et al.*, 2005). O sul da Frente dos Açores (sul de 35° N) é caracterizado por um único *bloom* de baixa intensidade, que começa no Outono e atinge o pico em Fevereiro. Tal como o *bloom* outonal subpolar, este *bloom* “subtropical” é um *bloom* por arrastamento, iniciado pelo afundamento da camada de mistura. Termina com a exaustão de nutrientes e não porque a camada de

mistura se torna demasiado profunda. (Lévy *et al.*, 2005). Quando ocorrem *blooms* fitoplanctónicos, o crescimento do fitoplâncton diminui a concentração de nutrientes na zona eufótica e o seu próprio aumento reduz a penetração de luz. Este excesso de produção primária é equilibrado pelo zooplâncton herbívoro que remove diferentes quantidades, conforme a área marinha. No Oceano Atlântico há um retardamento no crescimento do zooplâncton relativamente à biomassa fitoplanctónica, ocorrendo desta forma, a morte das algas que se afundam e se tornam alimento de organismos pelágicos mais profundos e bênticos (Lalli e Parsons, 1997).

Em Abril de 2007 ao longo do transecto 22°W, a diferença na temperatura e profundidade da termoclina, nas estações situadas a norte da Frente dos Açores (estação 259 e 258) com as do sul (estação 256, 254, 265 e 251) é bastante visível (Figura 17). A norte da Frente dos Açores a temperatura da superfície até cerca dos 50 m é cerca de 17°C, enquanto que a sul é cerca de 18°C, da superfície até aproximadamente aos 150 m. Em termos de abundância absoluta, verifica-se claramente que a partir dos 35°N, os foraminíferos tornam-se mais frequentes, dominando a maioria dos intervalos de profundidade. Relativamente à abundância dos pterópodes não parecem ocorrer diferenças significativas a norte e a sul da Frente. As diferenças encontradas nas abundâncias dos foraminíferos planctónicos nos dois lados da Frente dos Açores, possivelmente estão relacionadas com o *bloom* primaveril (a norte) que terá coincido com o princípio da campanha oceanográfica (início de Abril), pois os nutrientes das águas superficiais e subsuperficiais estariam limitados e o decaimento dos detritos orgânicos que providencia alimento aos foraminíferos planctónicos mais profundos já teria ocorrido, daí a abundância de foraminíferos planctónicos ser menor a norte.

Na mesma campanha oceanográfica, quanto ao transecto este (20°W), ambas as estações (263 e 267) situadas a sul da Frente dos Açores, não apresentam diferenças significativas relativamente à abundância de foraminíferos planctónicos. Já os pterópodes apresentam-se como os organismos dominantes ao longo da coluna de água, revelando abundâncias muito mais elevadas para 32°N (estação 267), localizada mais a sul. Em análise aos dados relativos à temperatura e fluorescência (Figura 18) para ambas as estações, constata-se que enquanto a fluorescência é menor para a estação mais a sul (267), a temperatura é mais elevada para a mesma. Este é o único caso em que os pterópodes apresentam uma tendência para temperaturas mais elevadas. Para tentar compreender se este caso está associado a uma preferência destes organismos por temperaturas mais elevadas ou pelo tipo de alimento, terão de se realizar mais

amostragens na área em estudo e proceder-se à identificação das espécies dos pterópodes. Deste modo, seria possível verificar se se trata de uma variabilidade inter-específica em que ocorreriam diferentes espécies com preferência por águas mais quentes ou se terão sido efeitos causados pela altura do dia em que a amostragem foi realizada, mecanismo utilizado e/ou possíveis erros associados ao tratamento laboratorial.

Comparando ambos os transectos, constata-se que em geral, a abundância de foraminíferos planctónicos e de pterópodes é superior no transecto Oeste (22°W) relativamente ao transecto Este (20°W). Não havendo diferenças significativas, quer a nível de temperatura quer de fluorescência, os resultados podem indicar uma distribuição contangiosa (*patchiness*) dos foraminíferos planctónicos, como resultado de vários factores, incluindo o clima, o sistema de correntes, produtividade das massas de água, mistura da camada superficial e modo de reprodução (Hemleben *et al.*, 1989). Contudo ter-se-ia que realizar mais estudos, uma vez que os dados obtidos para o transecto Este são inferiores aos do transecto Oeste, podendo não ser representativos da realidade.

Na coluna de água, constata-se que da superfície até cerca dos 100 m, os pterópodes geralmente são os organismos dominantes. A partir dos 100 m, são os foraminíferos que ocorrem em maior número. Comparando os dados relativos à fluorescência com as abundâncias dos pterópodes, constata-se que a frequência máxima destes gastrópodes é atingida geralmente acima do máximo de fluorescência, apontando para uma preferência pelas águas superficiais devido a uma maior disponibilidade de alimento. Em estudos efectuados por Schiebel *et al.* (2002), também se verificou que os pterópodes se encontravam maioritariamente acima dos 100 m de profundidade. Segundo Boersma (1978), os pterópodes vivem até aos 500 m, alimentando-se de diatomáceas, dinoflagelados e pequenos crustáceos. Os foraminíferos planctónicos ocorrem desde a superfície até vários milhares de metros de profundidade, dependendo do tipo de alimento e necessidade de luz (caso das espécies que possuem simbiontes). Adicionalmente são oportunistas tróficos, variando o seu tipo de alimento. Enquanto herbívoros consomem desde algas microscópicas (nas águas superficiais) a detritos e bactérias (em maiores profundidades) (Hemleben *et al.*, 1989), quando carnívoros, a sua dieta pode incluir outros foraminíferos, ouriços do mar, copépodes, anfípodes, pterópodes, tintinídeos, radiolários, ostracodes, larvas de crustáceos, de poliquetas e de gastrópodes, etc.

(<http://www.horta.uac.pt/ct/forum/questoes/faq/invertebrados/foraminiferos.html>). Este

oportunismo trófico, confere-lhes uma maior capacidade de adaptação a diversos ambientes, justificando assim a sua abundância a profundidades mais elevadas comparativamente aos pterópodes. Adicionalmente, segundo Hemleben *et al.* (1989), entre os predadores dos foraminíferos planctónicos encontram-se os pterópodes, os eufausiáceos, os anfípodes e os tunicados, sendo uma das explicações para a abundância dos foraminíferos ser menor quando a dos pterópodes é maior, nas águas superficiais.

Dos 700 para os 1000 m, para a maioria das estações este intervalo é o que apresenta abundâncias inferiores de ambos os organismos. Pela temperatura e fluorescência, não parece existir razão aparente para este mínimo, estando este possivelmente associado à existência de correntes ou taxa de sedimentação.

A partir dos 1000 m ocorre um aumento na abundância dos pterópodes e foraminíferos planctónicos que se mantém sem grandes alterações até aos 2000 m de profundidade, contudo há que ter em conta que a grande maioria dos foraminíferos planctónicos e pterópodes se encontram mortos.

A abundância máxima de foraminíferos ocorre nos intervalos 100-700 m ou entre os 1000-2000 m, possivelmente relacionados com a taxa de sedimentação.

Uma vez que no início da campanha oceanográfica teria acabado de ocorrer um pico fitoplanctónico e a sedimentação dos detritos orgânicos já teria ocorrido, o mais provável é que os mínimos e máximos de abundância observados estejam relacionados com o decaimento dos foraminíferos planctónicos e pterópodes após a sua morte, e consequentemente às taxas de sedimentação associadas às correntes existentes.

Nas estações (696 e 704) amostradas durante o fim de Outono, posicionadas no transecto Oeste (22°W) a sul da Frente dos Açores, a abundância máxima de pterópodes e foraminíferos planctónicos ocorre até 100 m de profundidade, com dominância por parte dos pterópodes. A partir dessa profundidade, ocorre uma diminuição significativa na abundância de ambos os organismos para as duas estações. Este decréscimo verificado com o aumento da profundidade pode estar associado à instabilidade das condições hidrográficas aquando o decorrer da amostragem (fim de Outono). A turbulência das massas de águas, ao dificultarem a penetração de luz, provocam uma menor produtividade em toda a coluna de água, potenciando a concentração dos organismos à superfície.

Analisando a abundância média de todas as estações dos pterópodes e foraminíferos planctónicos em Abril e Dezembro, apenas relativamente ao transecto

22°W, verifica-se que esta é menor no Inverno relativamente ao final de Outono, sendo para os pterópodes aproximadamente 1/3 menor, mas para os foraminíferos planctónicos a diferença não chega a metade. Estas diferenças podem ser resultado das condições meteorológicas e oceanográficas características destas épocas sazonais. Num estudo realizado por Schiebel *et al.* (2002), consistindo na amostragem de foraminíferos planctónicos e pterópodes até aos 2500 m da coluna de água, a abundância total de espécimes revelou-se aproximadamente três vezes maior em Agosto de 1997 que em Dezembro de 1999. Contudo, há que ter em conta que as condições ambientais dificultaram bastante o processo de amostragem e a própria turbulência da água terá influenciado a recolha dos organismos. Consequentemente, há que ter cuidado com as considerações efectuadas para este período sazonal, uma vez que só duas amostras foram estudadas.

4.2 DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL DE ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

No transecto a Oeste, a norte da Frente dos Açores, ocorrem com maiores abundância a *O. universa* à superfície e a *G. scitula* e a *G. hirsuta* a maiores profundidades. A fauna restrita nas águas superficiais encontrada a norte da Frente dos Açores, reflecte pouca disponibilidade de alimento (Schiebel *et al.*, 2002), o que mais uma vez aponta para a ocorrência de um *bloom* primaveril. Entre as espécies profundas, a *G. scitula* foi a mais frequente e claramente a espécie dominante a norte da Frente (Figura 15), começando a diminuir a sul da mesma. De acordo com Schiebel *et al.* (2002), uma vez que a Frente dos Açores é mais pronunciada abaixo da termoclina, afecta principalmente espécies que vivem a maiores profundidades, como a *G. scitula*. Adicionalmente, outros estudos mostram a sua presença em abundâncias mais elevadas a norte e na Frente dos Açores, tendo sido proposta como um indicador da posição da Frente dos Açores no passado, com base no estudo de sedimentos marinhos (Rogerson *et al.*, 2004). Ainda segundo Storz *et al.* (2009), a *G. scitula* apresenta um pico de abundância distinto em Abril/Maio. A *G. hirsuta* foi a segunda espécie profunda mais frequente a norte da Frente dos Açores, o que poderá estar associado a um pós-pico de abundância, devido ao decaimento dos detritos orgânicos depois da ocorrência do *bloom* primaveril.

A sul da Frente dos Açores, à superfície ocorre com maior abundância a *G. siphonifera*, *O. universa* e *G. ruber*, a profundidades intermédias a *G. inflata*, *G. truncatulinoides*, e a maiores profundidades a *G. scitula* e *G. hirsuta*, sendo esta última a espécie dominante (Figura 15).

Num estudo realizado por Storz *et al.* (2009), que envolveu dados obtidos por duas armadilhas de sedimentos posicionadas a 33°N 22°W, uma delas entre 2002/2003 e a outra entre 2003/2004, as 10 espécies mais frequentes incluíram a *G. siphonifera*, a *G. ruber* white e pink, a *G. scitula* e a *G. truncatulinoides*. As restantes espécies mais abundantes no trabalho desenvolvido por Storz *et al.* (2009) ou não foram encontradas no estudo decorrente, ou foram mas em abundâncias pequenas. Contudo, há que ter em conta que os dados correspondem a um período de tempo bastante menor, o que implica a existência de condições sazonais bastante específicas, em que algumas espécies apresentam-se em maior quantidade em detrimento de outras. Sendo as massas de água a sul da Frente dos Açores mais quentes, tal indica a preferência destas espécies por águas com temperaturas mais elevadas. Ambas as variantes (*pink* e *white*) de *G. ruber* (Figura 18) mostram um padrão de distribuição evidente em águas quentes e à superfície oceânica (<http://www.fuhrmann-hilbrecht.de/Heinz/frame.html>), estando de acordo com os resultados obtidos. Também a *G. siphonifera* tem como característica a ocorrência em massas de água com temperaturas mais quentes (Hemleben *et al.*, 1989).

Quanto às estações existentes no transecto 20°W, ambas se encontram a sul da Frente dos Açores e sob influência de águas quentes. Da estação mais a norte para a que se encontra mais a sul parece ocorrer uma substituição da *G. scitula* como espécie dominante pela *G. hirsuta*. Esta tendência ocorre, uma vez que enquanto que a *G. scitula*, segundo Hemleben *et al.* (1989) ocorre em regiões temperadas a *G. hirsuta* é uma espécie adaptada a águas subtropicais (<http://www.fuhrmann-hilbrecht.de/Heinz/frame.html>). Além desta alteração, a *G. ruber* e *H. pelagica* encontram-se presentes em maior quantidade na estação mais a sul deste transecto. Sendo a água na estação mais a sul a mais quente, é de esperar o aumento de *G. ruber*, como referido anteriormente.

No geral, comparando os resultados obtidos nos dois lados da Frente dos Açores, constata-se que a biodiversidade é mais elevada a sul da mesma, o que poderá estar associado não só às características das massas de águas mas também ao final do *bloom* primaveril, como referido anteriormente. De acordo com Hemleben *et al.* (1989), as espécies não espinhosas como a *G. scitula*, *G. hirsuta* e *G. truncatulinoides* ocorrem temporariamente com abundância durante os *blooms* fitoplanctónicos, o que se verifica

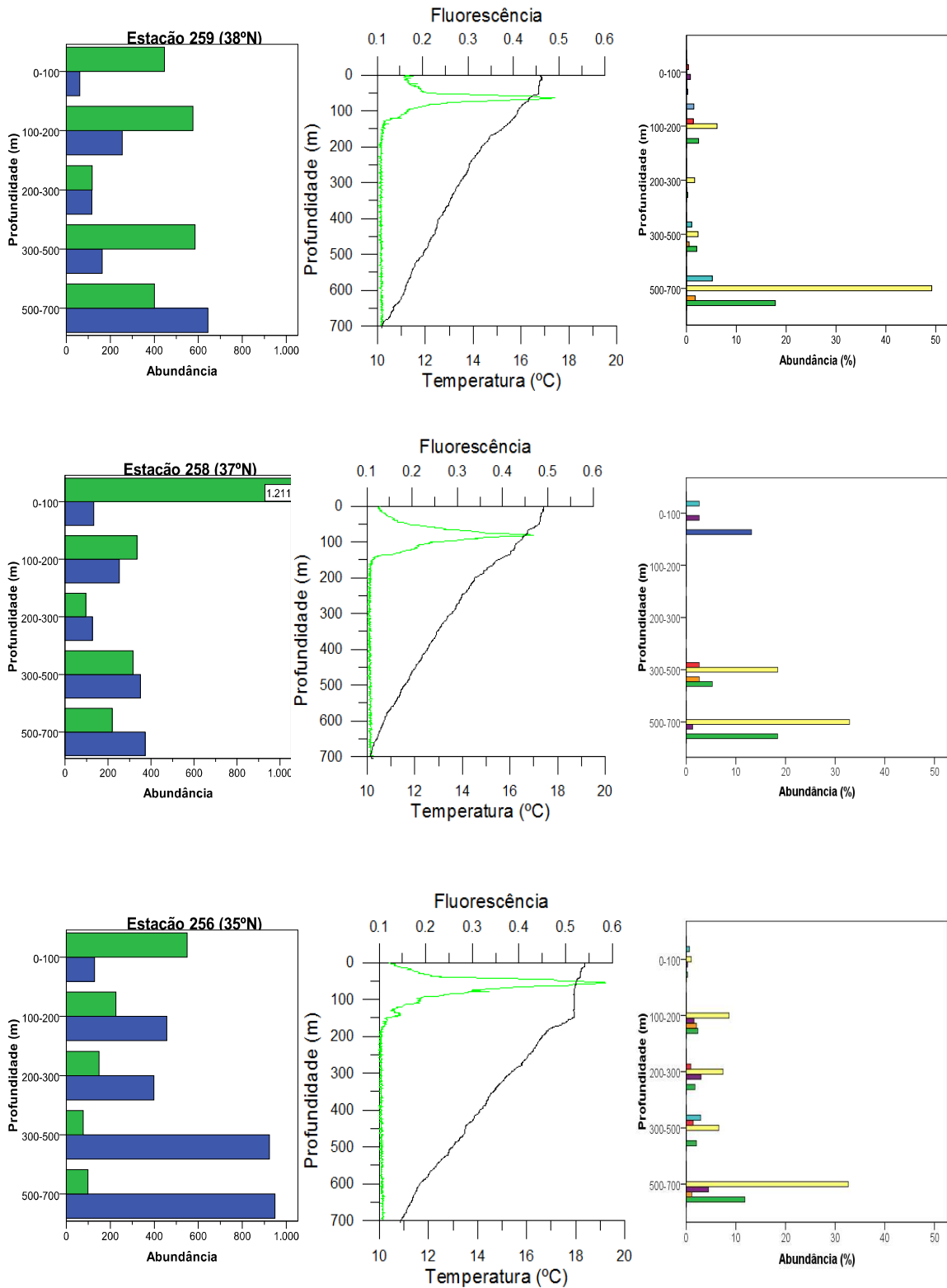
no presente estudo principalmente a norte da Frente dos Açores. Em outras alturas do ano, as espécies espinhosas como a *G. ruber*, *O. universa*, *G. siphonifera* e *H. pelagica* dominam (Hemleben *et al.*, 1989), o que se aproxima mais do observado a sul da Frente.

Pela morfologia da concha, existência de simbioses, ornamentação superficial e ciclo reprodutivo, pode correlacionar-se a profundidade preferencial onde cada espécie vive. As espécies espinhosas ocorrem mais abundantemente em águas superficiais, enquanto que as espécies não espinhosas são encontradas a maiores profundidades (Hemleben *et al.*, 1989).

Aquando a análise dos resultados obtidos para as espécies que ocorrem em cada intervalo de profundidade, independentemente da estação onde foram amostradas, verifica-se que a *G. ruber*, *G. siphonifera* e *O. universa* registam maior abundância à superfície, acima dos 100 m de profundidade (Figuras 12, 13 e 14). Segundo Spero *et al.* (1985), entre as sete espécies de foraminíferos planctónicos que possuem algas simbióticas estão incluídas a *O. universa*, *G. ruber* e *G. siphonifera*, justificando assim, o seu posicionamento à superfície da coluna de água.

A partir dos 100 m as espécies que ocorrem com maior frequência – estando a maioria dos indivíduos vivos – são a *G. siphonifera* até aos 250 m de profundidade e a *G. scitula* e *G. hirsuta* até aos 600 m, com dominância da *G. scitula* até essa profundidade. Segundo Ortiz *et al.* (1996), tanto a *G. scitula* como a *G. hirsuta* são espécies que vivem mais profundamente.

Apesar dos os 700 aos 2000 m a *G. scitula* ser a espécie com maior abundância, a maioria dos indivíduos encontram-se mortos. Também a *G. hirsuta*, a *G. ruber* e a *G. siphonifera* foram encontradas em elevadas abundâncias a estas profundidades. Contudo, enquanto que a maioria dos indivíduos da *G. hirsuta* são encontrados de facto *in situ* neste intervalo de profundidade, a *G. ruber* e *G. siphonifera* são espécies de superfície, tratando-se de exemplares mortos.



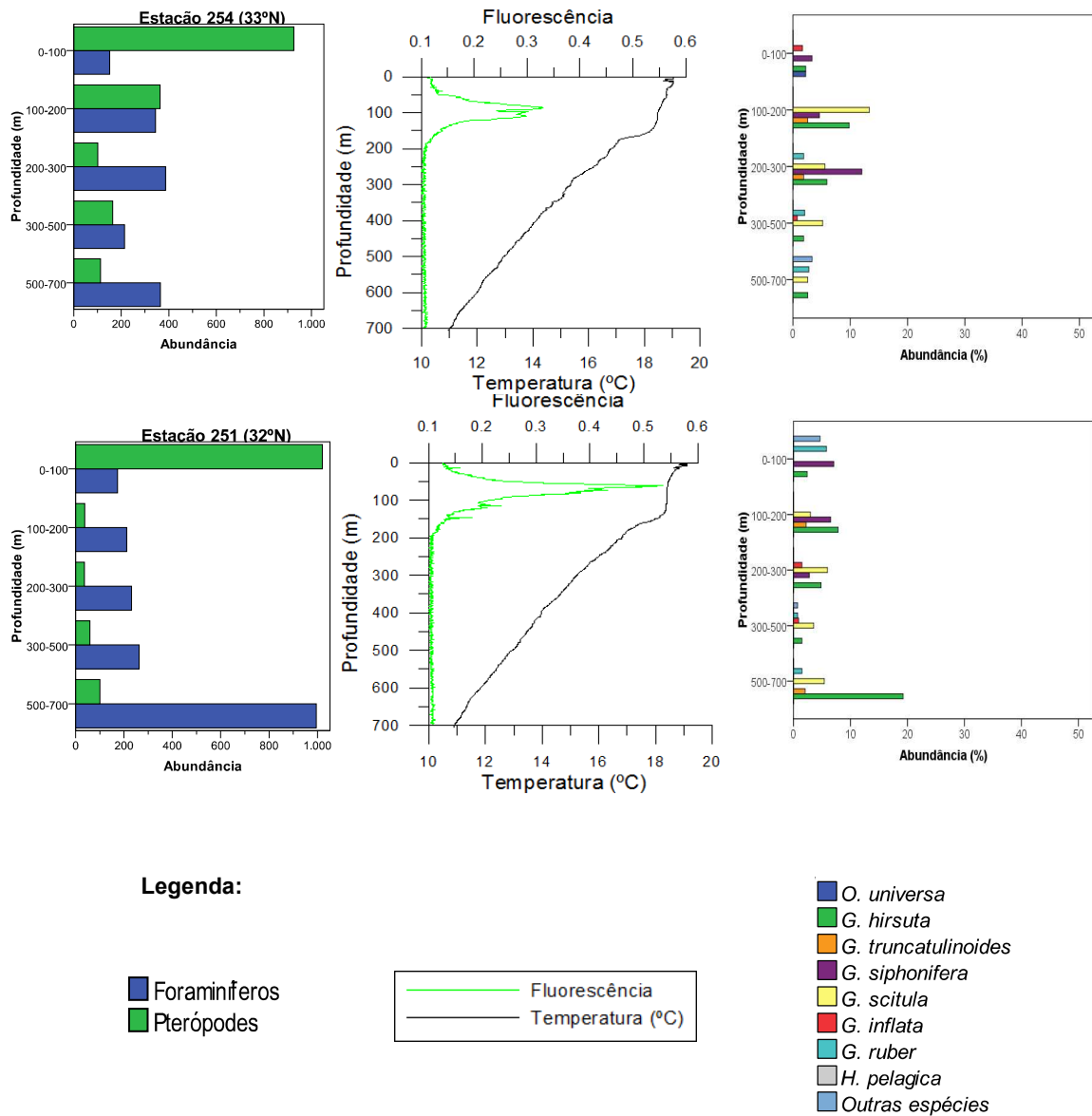


Fig.18 – Gráficos relativos à abundância dos pterópodes e foraminíferos planctônicos para cada intervalo de profundidade, temperatura e fluorescência em função da profundidade, e abundância das quatro espécies mais frequentes em cada intervalo de profundidade, para as estações (259, 258, 254 e 251) dos 0 aos 700 m.

4.3 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE ESPÉCIES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: INDICADORES DE MASSAS DE ÁGUA

O rácio de isótopos estáveis de oxigénio e carbono é uma das ferramentas mais importantes em paleoceanografia e paleoclimatologia, pois podem inferir temperatura e nutrientes. Contudo, as medições de $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em foraminíferos vivos das águas superficiais e culturas laboratoriais apresentam desvios, desvios esses que são importantes conhecer para poder corrigir durante as reconstruções oceanográficas e climatológicas. Estes desvios são presumivelmente influenciados por processos realizados em vida, incluindo a taxa de calcificação, fotossíntese (Spero e Lea, 1993) e respiração, os chamados efeitos vitais. Adicionalmente, a concentração do ião carbonato ou pH de calcificação também podem influenciar os sinais isotópicos (Spero *et al.* 1997).

A *G. ruber* (profundidade preferencial <50 m), a *O. universa* (<100 m) e a *G. siphonifera* (<250 m) foram as espécies que ocorreram mais a superfície ao largo da Frente de Açores (Figura 15). Segundo Kuroyanagi e Kawahata (2004), água de superfície parece fornecer um ambiente óptimo de temperatura e intensidade luminosa aos simbiontes da *G. ruber*. Vários autores descreveram a profundidade média da *O. universa*, como sendo 100 m ou menos (Emiliani, 1954). Segundo Zaric *et al.* (2005), a *G. siphonifera* habita preferencialmente desde águas superficiais a águas intermédias, o que está de acordo com o observado.

Nas águas intermédias, a *H. pelagica* e a *G. inflata* foram as espécies cuja profundidade variou desde a superfície até aos 400 m. Segundo Hemleben *et al.* (1989), a *G. inflata* ocorre até aos 400 m e a *H. pelagica* até aos 200 m, o que se verifica para os dados obtidos relativamente à *G. inflata*, mas não está de acordo com a profundidade a que a *H. pelagica* foi encontrada, uma vez que esta espécie ocorreu até aos 400 m (Figura 16). Futuramente, deveria tentar perceber-se a profundidade *in situ* da *H. pelagica*.

A forma dextral da *G. truncatulinoides* foi encontrada *in situ* até aos 400 m, enquanto que a sinistral até aos 600 m. Também a *G. scitula* e *G. hirsuta* foram observadas *in situ* a maiores profundidades, respectivamente 600 e 1200 m. De acordo com Schiebel *et al.* (2002), *G. truncatulinoides* e a *G. scitula* são referidas frequentemente como espécies de profundidade. Segundo Hemleben *et al.* (1989), a *G. hirsuta* ocorre até aos 1500 m.

As diferenças nos valores de $\delta^{18}\text{O}$ de uma espécie resulta de variações hidrográficas. Assumindo que o $\delta^{18}\text{O}_w$ ($\delta^{18}\text{O}$ da água do mar) e a salinidade são estáveis, uma alteração de 1‰ no $\delta^{18}\text{O}$ é igual a uma mudança de 4.3°C na temperatura (Shakleton, 1974), logo na diferença de 1°C observada entre o norte e o sul da Frente dos Açores, seria de esperar uma variação de 0.23‰ nos resultados de $\delta^{18}\text{O}$. Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ obtidos para a *G. siphonifera*, *G. ruber*, *O. universa*, *G. inflata* e forma dextral da *G. truncatulinoides* registam no geral, um comportamento semelhante entre si, verificando-se que os valores para cada profundidade são relativamente próximos, não apresentando uma grande variação. Com o aumento de profundidade os valores também se mantêm semelhantes. Relativamente à *G. inflata* existem dois valores discrepantes comparativamente aos restantes, pertencendo provavelmente a indivíduos juvenis.

As diferenças entre as espécies inclui também um efeito vital. Segundo Ortiz *et al.* (1996), a *G. scitula* apresenta um desvio do equilíbrio de <-0.4 ‰ para o $\delta^{18}\text{O}$. Wilke *et al.* (2009) observem um *offset* de -0.5 ‰ para a *G. ruber* e de -0.1 ‰ para a *G. truncatulinoides*.

Para a forma sinistral da *G. truncatulinoides*, *G. hirsuta* e *G. scitula* o sinal isotópico de $\delta^{18}\text{O}$ é similar, apresentando uma maior variabilidade para cada profundidade e com o aumento de profundidade verificam-se valores mais elevados de $\delta^{18}\text{O}$. Valores maiores de $\delta^{18}\text{O}$ indicam a presença de águas mais frias (porque as variações de salinidade são negligenciáveis), o que estaria de acordo com o esperado, uma vez que são espécies que vivem mais profundamente e os resultados são de exemplares vivos.

O $\delta^{18}\text{O}$ da *H. pelagica* apresenta uma variação significativa de valores, sendo difícil estabelecer algum tipo de ligação. Sendo a primeira vez que se realizam medições isotópicas em indivíduos vivos desta espécie, é necessário a realização de mais estudos com a mesma, de modo a compreender quais as informações fornecidas pelo seu sinal isotópico.

No geral, os indivíduos mortos de cada espécie apresentam valores superiores de $\delta^{18}\text{O}$, tratando-se provavelmente do registo isotópico de águas mais frias quando se encontravam vivos, conservando esse valor após a sua morte. Os meses anteriores à campanha oceanográfica – Fevereiro e Março – são os meses com águas superficiais mais frias na área em estudo.

Relativamente ao $\delta^{13}\text{C}$, ao contrário das outras espécies, a *O. universa* apenas apresenta apenas valores positivos, possuindo os valores mais elevados. Estudos

realizados por Bemis *et al.* (2000), mostram que a influência da fotossíntese dos simbiontes no $\delta^{13}\text{C}$ da *O. universa* é dependente da temperatura. Especificamente, em temperaturas mais elevadas o enriquecimento isotópico em carbono inorgânico aumenta perto do local de calcificação, levando a valores maiores de $\delta^{13}\text{C}$.

Contrariamente à *O. universa*, a *H. pelagica* apresenta os menores valores de $\delta^{13}\text{C}$ entre todas as espécies. Este resultado aponta para uma concentração maior de nutrientes, podendo indicar uma grande necessidade de alimento disponível. Tratando-se de uma espécie exclusivamente carnívora, segundo Lončarić *et al.* (2005), a sua preferência por águas com mais nutrientes pode estar relacionada com a existência de maior quantidade de zooplâncton nas massas de água com estas características. Outra hipótese, é a existência de desvios causados por efeitos vitais.

A *G. ruber*, *G. inflata*, *G. siphonifera* e forma dextral da *G. truncatulinoides* possuem valores de $\delta^{13}\text{C}$ próximos para cada profundidade, não registando alterações significativas com o aumento da profundidades.

Para o $\delta^{13}\text{C}$, o comportamento da *G. truncatulinoides* sinistral, *G. hirsuta* e *G. scitula* é semelhante, apresentando uma maior variabilidade de valores para cada profundidade e sendo os valores maiores com o aumento da profundidade. Maiores valores de $\delta^{13}\text{C}$ indicam águas com menor concentrações de nutrientes, o que está de acordo com o esperado para águas subtropicais ou mais profundas.

Tal como anteriormente verifica-se que os indivíduos mortos possuem valores mais elevados de $\delta^{13}\text{C}$ relativamente aos exemplares vivos, podendo estar a reflectir uma menor quantidade de nutrientes anteriormente à sua morte.

Quanto aos resultados obtidos para $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$, parece haver uma ligação destes valores com a profundidade a que as espécies habitam preferencialmente, apresentando sinais isotópicos semelhantes tanto de temperatura como de nutrientes.

Habitualmente na zona eufótica ocorrem a *G. ruber*, *O. universa*, *G. siphonifera*. Para todas estas espécies verifica-se um agrupamento dos pontos numa nuvem. A *G. inflata* apresenta um comportamento semelhante às espécies anteriores, apresentando também uma nuvem de pontos bastante definida, excepto dois pontos, que como referido anteriormente se tratam de exemplares juvenis.

Os valores de $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ para a *H. pelagica* apresentam-se bastante dispersos. Sendo necessários mais estudos, para compreender se esta dispersão do sinal isotópico se verifica devido desvios causados por efeitos vitais ou se eventualmente poderá ser uma espécie útil para utilizar em reconstruções paleoceanográficas.

Segundo Schiebel *et al.* (2002), em contraste com as espécies de superfície, a distribuição das espécies mais profundas, como a *G. scitula* e *G. truncatulinoides*, são mais afectadas pela Frente dos Açores. Relativamente aos valores $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^{13}\text{C}$ a *G. truncatulinoides*, a *G. scitula* e a *G. hirsuta*, apresentam o mesmo comportamento, tendendo os seus pontos para uma recta. Registando assim, uma variabilidade maior do que nas restantes espécies. Desta forma, parecem ser as mais afectadas pela Frente dos Açores.

Cada espécie de acordo com a profundidade em que ocorre, as condições hidrográficas do local e a variação da termoclina, regista de forma diferente a temperatura e concentração de nutrientes, servindo para distinguir as condições não só a norte e a sul da Frente dos Açores, como a sua posição na coluna de água.

5. CONCLUSÃO

No presente estudo, pretendeu-se contribuir para a comunidade científica com uma melhor compreensão do impacto da Frente dos Açores na abundância dos foraminíferos planctónicos e pterópodes, na fauna dos foraminíferos planctónicos, de como os rácios de isótopos estáveis medidos nas conchas de foraminíferos reflectem a hidrografia actual e potencialmente encontrar as espécies que melhor reflectam as condições de água da Frente/Corrente dos Açores.

Quanto ao impacto imediato da Frente dos Açores na distribuição dos pterópodes, foraminíferos planctónicos e suas espécies, as diferenças verificadas parecem estar directamente relacionadas com a passagem do *bloom* primaveril a norte da Frente e subsequentemente a um aumento na disponibilidade de alimento.

Relativamente às duas longitudes em estudo, a diferente distribuição verificada, com maiores abundâncias a 22°W, provavelmente, está correlacionada com o fenómeno de *patchiness*, isto é, distribuição contagiosa dos organismos.

Em profundidade, os pterópodes estão presentes maioritariamente acima do pico de fluorescência, enquanto que os foraminíferos planctónicos se encontram abaixo deste. Estes resultados apontam para uma preferência dos pterópodes pelas águas superficiais onde a disponibilidade de alimento é maior. Já a profundidade a que os foraminíferos se encontram possivelmente está associada a uma estratégia de sobrevivência, uma vez que os pterópodes são seus predadores.

A nível de sazonalidade, a abundância e biodiversidade dos foraminíferos planctónicos apresenta-se inferior no período invernal relativamente ao primaveril.

Na análise aos rácios de isótopos estáveis de oxigénio e carbono concluiu-se que as espécies mais à superfície como a *G. ruber*, a *G. siphonifera*, *O. universa* reflectem as condições superficiais (50-200m), mas não servem como espécies indicadoras das diferenças observadas a norte e a sul da Frente dos Açores. Já a *G. truncatulinoides*, *G. scitula* e *G. hirsuta* parecem apresentar um bom registo das diferentes massas de água. Relativamente à *G. inflata*, estudos prévios indicam-na como uma espécie útil na caracterização das massas de água da Frente dos Açores, mas no presente estudo, parece registar os sinais mais à superfície. A *H. pelagica* terá de ser melhor estudada, em termos de ecologia e dos sinais isotópicos que fornece, com o objectivo de perceber se é uma espécie com potencial para o registo de diferentes características nas massas de água na Frente dos Açores.

Os rácios de isótopos estáveis de oxigénio e carbono de foraminíferos planctónicos vivos parecem reflectir as condições hidrográficas em que estes organismos desenvolvem as suas conchas, contudo existe um desvio na composição isotópica comparativamente aos indivíduos mortos, que reflectem as condições hidrográficas correspondentes a um mês anterior ao início da campanha oceanográfica, e assim, às condições típicas inverniais do final de Fevereiro/início de Março.

Quanto aos dados isotópicos de carbono, estes parecem revelar a presença de um ambiente com maior ou menor quantidade de nutrientes, contudo o sinal pode ser modificado por efeitos vitais que alteram bastante os valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos foraminíferos planctónicos. Exemplos disso são a *O. universa* e *G. scitula*, cujos efeitos já são conhecidos. A *H. pelagica* apresenta valores de $\delta^{13}\text{C}$ bastante baixos relativamente às outras espécies, podendo tratar-se de uma alteração causada pelos efeitos vitais.

De acordo com os resultados obtidos, pode afirmar-se que no geral, os objectivos propostos foram alcançados. No entanto deixam-se algumas sugestões para um trabalho futuro:

- Tentar perceber se a diferença a norte e sul da Frente dos Açores a nível de pterópodes é só relativamente à abundância ou também de espécies, sendo necessário para tal proceder-se à identificação das espécies de pterópodes.
- Para uma melhor compreensão de como, a abundância e biodiversidade dos foraminíferos planctónicos muda sazonalmente e anualmente a norte e sul da Frente dos Açores, deveriam realizar-se estudos sazonais.
- Estabelecer um tamanho mínimo para os foraminíferos planctónicos a serem quantificados, identificados e analisados quanto à sua composição isotópica, uma vez que o tamanho do indivíduo interfere no sinal isotópico que este reflecte e quando muito pequenos são difíceis de identificar.
- Realizar estudos semelhantes na mesma área utilizando as mesmas espécies para o estabelecimento de comparações, assim como outras espécies que não tenham sido utilizadas.
- Realizar estudos semelhantes noutros locais utilizando as mesmas espécies, para assim tentar identificar quais as espécies que melhor registam as diferentes características nas massas de águas.
- Para uma calibração mais precisa, além das amostras de plâncton, dever-se-ia amostrar água nos mesmos locais, realizando-se a respectiva medição isotópica de ^{18}O . Assim, será possível a determinação da temperatura através da utilização de

equações de paleotemperatura e comparar esses valores com medições de temperatura reais.

Resumidamente, os foraminíferos planctónicos vivos podem desta forma ser considerados um bom *proxy*, contudo sendo bastante dependentes da hidrografia da área em estudo há duas opções: ou possui-se um bom conhecimento da área em estudo, escolhendo-se as espécies mais adequadas ao estudo que se pretende realizar, ou não se tendo esse conhecimento, realizam-se medições isotópicas para várias espécies e tenta-se compreender o que é que o seu sinal isotópico reflecte. No entanto, como referido anteriormente, é importante continuar a proceder-se à realização de mais estudos semelhantes ao efectuado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abrantes F, Meggers H, Nave S, Bollman J, Palma S, Sprengel C, Henderiks J, Spies A, Salgueiro E, Moita T, Neuer S (2002): **Fluxes of microorganisms along a productivity gradient in the Canary Islands region (29°N): implication for paleoreconstruction.** *Deep – Sea Research Part II* 2002, **49**: 3599 - 3629.
2. Al-Sabouni N, Kucera M, Schmidt DN (2007): **Vertical niche separation control of diversity and size disparity in planktonic foraminifera.** *Marine Micropaleontology*, **63**: 75 – 90.
3. Alves M, Gaillard F, Sparrow M, Knoll M, Giraud S (2002): **Circulation patterns and transport of the Azores front-current system.** *Deep – Sea Research Part I*, **49**: 3983 – 4002.
4. Angel MV (1979): **Vertical profiles of pelagic communities in the vicinity of the Azores Front and their implications to deep ocean ecology.** *Prog. Oceanogr.*, **22**: 1 - 46.
5. Barbieri R (2006): **Foraminifera and environmental micropaleontology.** *Marine Micropaleontology*, **61**: 1 - 3.
6. Bemis B, Spero HJ, Lea DW, Bijma J (2000): **Temperature influence on the carbon isotopic composition of *Globigerina bulloides* and *Orbulina universa* (planktonic foraminifera).** *Marine Micropaleontology*, **38**: 213 - 228.
7. Boersma A (1978): **Calcareous Microfossils: Foraminifera.** In *Introduction to Micropaleontology*. Edited by Haq BU e Boerma A. Nova Iorque: Elsevier; 19 – 77.
8. Bouvier-Soumagnac, Duplessy (1985): **Carbon and oxygen isotopic composition of planktonic foraminifera from laboratory culture, plankton tows and recent sediment implications for the reconstruction of paleoclimatic conditions and of the Global Carbon Cycle.** *Journal of Foraminiferal Research*, **15**: 302-320.
9. [Centro de Estudos Geológicos](http://www.dct.fct.unl.pt/PLegoinha/ForamDCT.html) da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL) Home Page. Disponível em: <http://www.dct.fct.unl.pt/PLegoinha/ForamDCT.html>. [Consultado em: 30/04/2009]
10. Chiessi CM, Ulrich S, Mulitza S, Pätzold J, Wefer G (2007): **Signature of the Brazil-Malvinas Confluence (Argentine Basin) in the isotopic composition of**

- planktonic foraminifera from surface sediments.** *Marine Micropaleontology*, **64**: 52 – 66.
11. Cooke S, Rohling EJ (1999): **Stable isotopes in foraminiferal carbonate.** In *Modern Foraminifera*. Edited by Barun K.Sen Gupta. Great Britain: Kluwer Academic Publishers, 239 – 258.
 12. Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores Home Page. Disponível em: <http://www.horta.uac.pt/ct/forum/questoes/faq/invertebrados/foraminiferos.html> [Consultado em: 30/04/2009].
 13. Deuser WG, Ross EH, Hemleben C, Spindler M (1981): **Seasonal changes in species composition, numbers, mass, size, and isotopic composition of planktonic foraminifera settling into deep Sargasso Sea.** *Paleoceanography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **33**: 103 – 127.
 14. Emiliani C. (1954): **Depth habitat of some species of pelagic foraminifera as indicated by oxygen isotope ratio.** *American Journal of Science*, **252**: 149–158.
 15. Fairbanks RG, Wiebe PH, Bé AWH (1980) **Vertical distribution and isotopic composition of living planktonic foraminifera in the western North Atlantic.** *Science*, **207**: 61-63
 16. Fischer G, Kalberer M, Donner B, Wefer G (1999): **Stable isotopes of pteropods shells as recorders of sub-surface water conditions: Comparison to the record of *G. ruber* and to measured values.** In *Use of Proxies in Paleoceanography*. Edited by Fischer G e Wefer G. Germany: Springer; 191-206.
 17. Gould WJ (1985): **Physical Oceanography of the Azores Front.** *Progress in Oceanography*, **14**: 167 – 190.
 18. Harvey J., Arhan M (1988): **The water masses of the Central North Atlantic.** *Journal of Physical Oceanography*, **18** (12), 1855 –1875.
 19. Heinz Hilbrecht Home Page. Disponível em: (<http://www.fuhrmann-hilbrecht.de/Heinz/frame.html>). [Consultado em: 12/10/2009].
 20. Hemleben C, Spindler M, Anderson OR: *Modern Planktonic Foraminifera*. New York: Spinger-Verlag, 1989.

21. Hemleben C, Spindler M, Breitinger I, Deuser WG (1985): **Field and laboratory studies on the ontogeny and ecology of some Globorotaliid species from the Sargasso Sea of Bermuda.** *Journal of Foraminiferal Research*, **15** (4): 254 – 272.
22. Herman Y (1978): **Calcareous Microfossils: Pteropods.** In *Introduction to Micropaleontology*. Edited by Haq BU e Boersma A. Nova Iorque: Elsevier; 151 - 159.
23. Johnson, William S.; Allen, Dennis. *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts: A Guide to Identification and Ecology*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 2005.
24. Kennet, James (1982). *Marine Geology*. USA: Prentice Hall.
25. Kuroyanagi A, Kawahata H (2004): **Vertical distribution of living planktonic foraminifera in the seas around Japan.** *Marine Micropaleontology*, **53**: 173 - 196.
26. Lalli C, and Parsons T (1993): **Chapter 3 - Phytoplankton and Primary Production.** In *Biological Oceanography: An Introduction 2nd edition*. Edited by Carol M. Lalli and Timothy R. Parsons. Oxford: The Open University, 39 – 73.
27. Lévy M, Lehann Y, André J, Mémery L, Loiset H, Heifetz E (2005): **Production regimes in the northeast Atlantic: A study based on Sea-viewing Wide Field-of-View (SeaWiFS) chlorophyll and ocean general circulation model mixed layer depth.** *Journal of Geophysical Research*, **110**: C07S10, doi:10.1029/2004JC002771.
28. Lohmann, G. P. (1995): **A Model for Variation in the Chemistry of Planktonic Foraminifera Due to Secondary Calcification and Selective Dissolution,** *Paleoceanography*, **10**(3), 445–457.
29. Lončarić N, Brummer GA, Kroon D (2005): **Lunar cycles and seasonal variations in deposition fluxes of planktic foraminiferal shell carbonate to the deep South Atlantic (central Walvis Ridge).** *Deep-Sea Research Part I*, **52**: 1178 - 1188.
30. Mortyn PG; Charles CD (2003): **Planktonic foraminiferal depth habitat and $\delta^{18}\text{O}$ calibrations: Plankton tows results from the Atlantic sector of the Southern Ocean.** *Paleoceanography*, **18** (2): 1037, doi:10.1029/2001PA000637.
31. Mülitza S, Boltovskoy D, Donner B, Meggers H, Paul A, Wefer G (2003): **Temperature: $\delta^{18}\text{O}$ relationships of planktonic foraminifera collected from surface waters.** *PALAEO*, **202**: 143 - 152.

32. Mulitza S, Mücke SK, Moos C, Niebler HS, Pätzold J, Segl M (1999): **The south Atlantic carbon isotope record of planktic foraminifera.** In *Use of Proxies in Paleoceanography*. Edited by Fischer G e Wefer G. Germany: Springer; 427-445.
33. Ortiz JD, Mix AC, Rugh W, Watkins, Collier RW (1996): **Deep-dwelling planktonic foraminifera of the northeastern Pacific Ocean reveal environmental control of oxygen and carbon isotopic disequilibria.** *Pergamon*, **60** (22): 4509 – 4523.
34. Ottens JJ (1991): **Planktic foraminifera as north Atlantic water mass indicators.** *Oceanologica*, **14** (2): 123 – 140.
35. Ré, Pedro; Azeiteiro, Ulisses Morgado, Fernando. *Ecologia do Plâncton Marinho e Estuarino*. Porto: Edições Afrontamento, 2005.
36. Rios AF, Pérez FF, Fraga F (1992): **Water masses in the upper and middle North Atlantic Ocean east of Azores.** *Deep-Sea Research*, **48** (3): 721 – 740.
37. Rogerson L, Rohling EJ, Weaver PPE, Murray JW (2004): **The Azores Front since the Last Glacial Maximum.** *Earth and Planetary Science Letters*, **222**: 779 – 789.
38. Rothwell RG (1989). *Minerals and Mineraloids in Marine Sediments: An Optical Identification Guide*. Londres e Nova Iorque: Elsevier Applied Science.
39. Schiebel R, Hemleben C (2001): **Interannual variability of planktic foraminiferal populations and test flux in the eastern North Atlantic Ocean (JGOFS).** *Deep-Sea Research*, **47**: 1809 – 1852.
40. Schiebel R, Waniek J, Zeltner A, Alves M (2002): **Impact of the Azores Front on the distribution of planktonic foraminifers, shelled gastropods and coccolithophorids.** *Deep – Sea Research Part II*, **49**: 4035 – 4050.
41. Shakleton NJ (1974): **Attainment of isotopic equilibrium between ocean water and the benthonic foraminifera genus *Uvigerina*: Isotopic changes in the ocean during the last Glacial,** *Colloques Internationaux du C.N.R.S.*, **219**: 203 – 209.
42. Spero H, Parker SL (1985): **Photosynthesis in the symbiotic planktonic foraminifer *Orbulina universa*, and its potential contribution to oceanic primary productivity.** *Journal of Foraminiferal Research*, **4**: 273 – 281.
43. Spero HJ, Bijma J, Lea DW, Bemis EB (1997): **Effect of seawater carbonate concentration on foraminiferal carbon and oxygen isotopes.** *Nature*, **390**: 497 - 500.

44. Spero HJ, Lea DW (1993): **Intraspecific stable isotope variability in the planktic foraminifera *Globigerinoides sacculifer*: Results from laboratory experiments.** *Marine Micropaleontology*, **22**: 221 – 234.
45. Storz D, Schulz H, Waniek JJ, Schulz-Bull DE, Kucera M (2009): **Seasonal and interannual variability of the planktic foraminiferal flux in the vicinity of the Azores Current.** *Deep-Sea Research I*, **56**: 107 – 124.
46. Stramma L, Müller TJ (1989): **Some observations of the Azores Current and the North Equatorial Current,** *J. Geophys. Res.*, **94** (C3): 3181 – 3186.
47. Sy A (1988): **Investigation of large scale circulation patterns in the Central North Atlantic: The North Atlantic Current, the Azores Current and the Mediterranean water plume in the area of Atlantic Ridge.** *Deep-Sea Research*, **35** (3): 383 – 413.
48. Volkman R, Mensch M (2001): **Stable isotope composition ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) of living planktic foraminifers in the outer Laptev Sea and Fram Strait.** *Marine Micropaleontology*, **41**: 163 – 188.
49. Wefer G, Berger WH, Bijma J, Fischer G (1999): **Clues to Ocean History: a Brief Overview of Proxies.** In *Use of Proxies in Paleoceanography*. Edited by Fischer G e Wefer G. Germany: Springer, 1-68.
50. Wilke I, Meggers H, Bickert T (2009): **Depth habitats and seasonal distributions of recent planktic foraminifers in the Canary Islands region (29°N) based on oxygen isotopes.** *Deep-Sea Research I*, **56**: 89 – 106.
51. Williams R, Follows M (2003): **Chapter 2 – Physical Transport of Nutrients and the Maintenance of Biological Production.** In *Ocean Biochemistry – The Role of the Ocean Carbon Cycle in Climate Change*. Edited by Michael J. R. Fasham. Alemanha: Springer, 19 – 49.
52. Žarić S, Donner B, Fischer G, Multiza S, Wefer G: **Sensitivity of planktic foraminifera to sea surface temperature and export production as derived from sediment trap data.** *Marine Micropaleontology*, **55**: 75 – 105.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO I

Número da Estação	Profundidade (m)	Espécies	%PDB		%PDB		# amostra
			$\delta^{13}\text{C.c}$	$\pm s13$	$\delta^{18}\text{O.c}$	± 18	
				c			
251-1	40-60	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,51	0,02	-0,12	0,04	111
251-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,44	0,01	-0,11	0,01	1
251-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,21	0,01	0,22	0,01	2
251-2	0-100	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,22	0,01	0,38	0,01	3
251-2	0-100	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,25	0,01	0,41	0,01	4
251-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,03	0,01	0,48	0,03	5
251-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,11	0,02	0,52	0,02	6
251-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,11	0,02	0,52	0,02	7
251-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,09	0,01	0,58	0,01	8
251-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,12	0,02	0,50	0,02	9
251-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,13	0,01	0,51	0,03	10
251-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,08	0,01	0,49	0,03	11
251-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,16	0,01	0,74	0,01	12
251-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,23	0,01	0,58	0,02	13
251-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,39	0,01	0,60	0,02	14
251-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,16	0,01	0,68	0,02	15
251-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,13	0,01	0,80	0,02	16
251-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,07	0,01	0,74	0,01	17
251-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,10	0,02	0,76	0,01	18
251-2	0-100	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,20	0,01	0,36	0,02	19
251-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,21	0,01	0,49	0,01	20
251-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,14	0,01	0,42	0,02	21
251-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,09	0,01	0,53	0,01	22
251-2	200-300	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,29	0,01	0,49	0,01	23
251-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,32	0,01	0,90	0,02	24

251-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,43	0,01	1,10	0,02	25
251-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,15	0,02	0,12	0,01	26
251-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,13	0,01	0,16	0,03	27
251-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	1,08	0,01	0,17	0,02	28
251-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,08	0,02	-0,07	0,02	29
251-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,01	0,01	0,35	0,01	30
251-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,07	0,01	0,33	0,01	31
251-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,20	0,01	0,32	0,02	32
251-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,16	0,01	0,36	0,01	33
251-2	200-300	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,10	0,02	0,44	0,04	34
251-2	200-300	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,07	0,01	0,57	0,02	35
251-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,62	0,01	0,17	0,02	36
251-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,50	0,01	0,16	0,02	37
251-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,56	0,01	0,08	0,03	38
251-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,22	0,01	0,56	0,02	39
251-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,36	0,01	0,52	0,01	40
251-2	0-100	<i>G. glutinata (live)</i>	-0,95	0,01	0,02	0,02	41
251-2	0-100	<i>G. inflata (live)</i>	-0,09	0,01	0,39	0,02	42
251-2	100-200	<i>G. inflata (live)</i>	0,12	0,01	0,63	0,02	43
251-2	200-300	<i>G. inflata (live)</i>	0,03	0,01	0,57	0,01	44
251-2	200-300	<i>G. inflata (live)</i>	-0,02	0,02	0,53	0,02	45
251-2	300-500	<i>G. inflata (live)</i>	0,13	0,01	0,91	0,02	46
251-2	0-100	<i>G. ruber (live)</i>	0,09	0,01	-0,31	0,02	47
251-2	0-100	<i>G. ruber (live)</i>	-0,22	0,01	-0,16	0,03	48
251-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,37	0,01	1,00	0,02	50
251-2+1	0-100	<i>G. trilobus (live)</i>	0,70	0,01	0,27	0,02	49
254-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,17	0,01	-0,12	0,01	51
254-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,24	0,02	-0,08	0,02	52
254-2	200-300	<i>O. universa (dead)</i>	1,56	0,01	0,33	0,01	53
254-2	100-200	<i>G. glutinata (live)</i>	-1,02	0,02	0,29	0,04	54
254-2	0-100	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,55	0,01	0,19	0,01	55
254-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,14	0,02	0,37	0,03	56

254-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,23	0,01	0,39	0,01	57
254-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,25	0,02	0,40	0,02	58
254-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,20	0,01	0,40	0,01	59
254-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,13	0,01	0,62	0,02	60
254-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,03	0,01	0,67	0,01	61
254-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,07	0,01	0,63	0,02	62
254-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,23	0,01	0,55	0,01	63
254-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,04	0,01	0,71	0,01	64
254-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,22	0,01	0,73	0,02	65
254-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,00	0,01	0,71	0,03	66
254-2	500-700	<i>G. hirsuta (dead)</i>	0,21	0,01	0,97	0,03	67
254-2	200-300	<i>G. truncatulinoides (d) (live)</i>	-0,23	0,02	0,45	0,01	68
254-2	0-100	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-3,82	0,01	-0,19	0,05	69
254-2	0-300	<i>H. pelagica (live)</i>	-0,12	0,01	0,47	0,02	70
254-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,09	0,01	0,37	0,01	71
254-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,20	0,01	0,37	0,02	72
254-2	200-300	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,03	0,01	0,62	0,01	73
254-2	200-300	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,16	0,01	0,61	0,03	74
254-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,23	0,01	0,80	0,01	75
254-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,08	0,02	0,28	0,02	76
254-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,28	0,02	0,06	0,04	77
254-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,01	0,01	0,43	0,01	78
254-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,41	0,01	0,22	0,01	79
254-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,04	0,01	0,22	0,01	80
254-2	200-300	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,08	0,01	0,52	0,02	81
254-2	200-300	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,13	0,02	0,62	0,02	82
254-2	200-300	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,10	0,01	0,36	0,02	83
254-2	200-300	<i>G. siphonifera (live+dead)</i>	-0,20	0,01	0,40	0,02	84
254-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	0,65	0,02	-0,08	0,02	85
254-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,57	0,01	0,20	0,02	86
254-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,60	0,02	0,02	0,03	87
254-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,50	0,01	0,21	0,01	88

254-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,50	0,01	0,41	0,02	89
254-2	200-300	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,23	0,01	0,50	0,03	90
254-2	300-500	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,57	0,01	0,25	0,02	91
254-2	300-500	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,51	0,02	0,21	0,03	92
254-2	500-700	<i>G. scitula (dead)</i>	-1,64	0,02	0,19	0,03	93
254-2	0-100	<i>G. inflata (live)</i>	-0,05	0,03	0,30	0,04	94
254-2	0-100	<i>G. inflata (live)</i>	-0,53	0,01	0,07	0,05	95
254-2	100-200	<i>G. inflata (live)</i>	-0,03	0,01	0,38	0,02	96
254-2	300-500	<i>G. inflata (live)</i>	-0,20	0,01	0,62	0,01	97
254-2	0-100	<i>G. ruber (live)</i>	-0,23	0,01	-0,08	0,02	98
254-2	100-200	<i>G. ruber (live+dead)</i>	0,06	0,01	-0,08	0,01	99
254-2	200-300	<i>G. ruber (dead)</i>	-0,09	0,01	0,07	0,02	100
254-2	300-500	<i>G. ruber (dead)</i>	-0,11	0,01	-0,03	0,02	101
254-2	500-700	<i>G. ruber (dead)</i>	-0,41	0,01	-0,01	0,02	102
254-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	0,08	0,01	0,49	0,01	7
254-3	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,38	0,02	0,09	0,02	85
254-3	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,32	0,01	0,22	0,01	86
254-3	100-700	<i>O. universa (live)</i>	1,42	0,01	0,37	0,02	87
254-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (d) (live)</i>	-0,20	0,01	0,30	0,02	88
254-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,32	0,02	0,34	0,03	89
254-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,01	0,01	0,60	0,02	90
254-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,13	0,01	0,57	0,02	91
254-3	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,15	0,02	0,18	0,02	92
254-3	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,31	0,02	-0,03	0,03	93
254-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,51	0,01	0,19	0,03	94
254-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,59	0,01	0,10	0,01	95
254-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,55	0,01	0,06	0,02	96
254-3	700-1000	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,40	0,01	0,87	0,02	97
254-3	1000-1500	<i>G. scitula (dead)</i>	-1,00	0,01	0,83	0,01	98
254-3	1000-1500	<i>G. scitula (dead)</i>	-1,10	0,01	0,72	0,01	99
254-3	0-100	<i>G. inflata (live+dead)</i>	-0,23	0,01	0,47	0,03	100
254-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	-0,04	0,01	0,67	0,02	101

254-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	0,02	0,01	0,58	0,03	102
254-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	-0,04	0,01	0,54	0,02	103
254-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	0,01	0,01	0,65	0,02	104
254-3	1500-2000	<i>G. inflata (live+dead)</i>	0,08	0,01	0,71	0,01	105
254-3	100-700	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,02	0,01	-0,03	0,02	106
254-3	100-700	<i>G. ruber white (dead)</i>	0,07	0,01	-0,15	0,02	107
254-3	700-1000	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,18	0,02	0,49	0,05	108
254-3	1000-1500	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,34	0,01	0,09	0,02	109
254-3	1000-1500	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,30	0,01	0,06	0,03	110
254-3	1500-2000	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,52	0,01	0,01	0,01	111
254-3	1500-2000	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,28	0,02	0,00	0,02	112
254-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-3,72	0,01	-0,51	0,03	113
254-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-2,88	0,02	-0,02	0,04	114
256-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,23	0,01	0,69	0,02	45
256-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,24	0,01	0,54	0,01	46
256-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,24	0,01	0,66	0,01	47
256-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,30	0,01	0,50	0,02	48
256-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,31	0,01	0,74	0,02	49
256-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,47	0,01	0,54	0,02	50
256-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,30	0,01	0,73	0,02	51
256-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,27	0,01	0,74	0,02	52
256-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,27	0,01	0,73	0,02	53
256-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (d) (live)</i>	-0,23	0,01	0,71	0,02	54
256-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,30	0,01	0,69	0,01	55
256-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,28	0,01	0,68	0,03	56
256-2	200-300	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,37	0,02	0,65	0,02	57
256-2	300-500	<i>G. truncatulinoides (live)</i>	-0,20	0,02	0,64	0,03	58
256-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,15	0,01	1,02	0,01	59
256-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-1,38	0,03	-0,16	0,05	60
256-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,23	0,01	0,55	0,02	61
256-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,28	0,01	0,42	0,04	62
256-2	100-200	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,38	0,01	0,52	0,01	63

256-2	200-300	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,91	0,01	0,17	0,02	64
256-2	200-300	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,29	0,01	0,47	0,01	65
256-2	200-300	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,25	0,01	0,51	0,02	66
256-2	500-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	0,05	0,01	0,59	0,02	67
256-2	0-100	<i>G. scitula (live)</i>	-1,81	0,03	-0,15	0,04	68
256-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,71	0,01	0,25	0,02	69
256-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,56	0,01	0,43	0,01	70
256-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,66	0,02	0,33	0,02	71
256-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,52	0,01	0,30	0,02	72
256-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,41	0,01	0,31	0,02	73
256-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,52	0,01	0,31	0,02	74
256-2	300-500	<i>G. scitula (live)</i>	-1,40	0,00	0,34	0,03	75
256-2	300-500	<i>G. scitula (live)</i>	-1,47	0,02	0,30	0,02	76
256-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,22	0,01	0,46	0,01	77
256-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,34	0,01	0,45	0,01	78
256-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,32	0,01	0,46	0,01	79
256-2	100-200	<i>G. inflata (live)</i>	-0,18	0,01	0,86	0,01	80
256-2	100-200	<i>G. inflata (live)</i>	-0,03	0,01	0,70	0,02	81
256-2	200-300	<i>G. inflata (live)</i>	-0,21	0,01	0,56	0,03	82
256-2	200-300	<i>G. inflata (live)</i>	-0,25	0,01	0,55	0,01	83
256-2	300-500	<i>G. inflata (live)</i>	-0,35	0,02	0,44	0,02	84
256-2	300-500	<i>G. inflata (live)</i>	-0,29	0,02	0,57	0,03	85
256-2	500-700	<i>G. inflata (live+dead)</i>	-0,12	0,01	0,75	0,01	86
256-2	300-500	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,64	0,01	0,00	0,03	87
256-2	100-500	<i>H. pelagica (live)</i>	-3,10	0,01	0,10	0,05	88
256-3	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,48	0,02	0,26	0,03	89
256-3	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,35	0,01	0,18	0,02	90
256-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,28	0,02	0,77	0,02	91
256-3	1000-1500	<i>G. hirsuta (live+dead)</i>	-0,47	0,01	0,60	0,02	92
256-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,21	0,01	1,11	0,02	93
256-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,24	0,01	0,64	0,01	94
256-3	1000-1500	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,19	0,01	1,04	0,01	95

256-3	1000-1500	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,15	0,00	0,99	0,02	96
256-3	700-1000	<i>G. siphonifera (dead)</i>	0,09	0,01	0,59	0,01	97
256-3	1000-1500	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-1,57	0,02	0,33	0,02	98
256-3	1500-2000	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,17	0,01	0,52	0,02	99
256-3	700-1000	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,11	0,01	0,74	0,01	100
256-3	700-1000	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,19	0,01	0,70	0,01	101
256-3	1000-1500	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,13	0,02	0,75	0,04	102
256-3	1500-2000	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,46	0,01	0,39	0,02	103
256-3	0-100	<i>G. inflata (live)</i>	-0,23	0,01	0,33	0,03	104
256-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	-0,14	0,01	0,67	0,03	105
256-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	-0,21	0,01	0,70	0,02	106
256-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	-0,23	0,01	0,69	0,01	107
256-3	1000-1500	<i>G. inflata (live+dead)</i>	-0,07	0,01	0,91	0,02	108
256-3	1500-2000	<i>G. inflata (live+dead)</i>	-0,30	0,01	0,66	0,02	109
256-3	0-100	<i>G. ruber white (live)</i>	0,06	0,02	-0,19	0,03	110
256-3	0-100	<i>G. ruber white (live)</i>	-0,02	0,02	-0,19	0,02	111
256-3	0-100	<i>G. ruber white (live+dead)</i>	-0,25	0,01	-0,14	0,01	112
256-3	100-700	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,54	0,01	0,05	0,02	113
256-3	100-700	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,27	0,01	0,11	0,02	114
256-3	1000-1500	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,58	0,01	0,12	0,01	115
258-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,54	0,01	0,31	0,02	112
258-2	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,82	0,01	0,36	0,03	113
258-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,30	0,01	0,91	0,02	114
258-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,14	0,01	1,14	0,02	115
258-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,10	0,01	1,23	0,01	116
258-2	300-500	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,42	0,02	0,62	0,06	117
258-2	300-500	<i>G. scitula (live)</i>	-1,49	0,05	0,81	0,10	118
258-2	500-700	<i>G. scitula (dead)</i>	-1,81	0,02	0,38	0,04	119
258-3	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,52	0,01	0,25	0,02	21
258-3	0-100	<i>O. universa (live)</i>	1,68	0,01	0,30	0,01	22
258-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,40	0,02	1,29	0,02	23
258-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,13	0,01	1,13	0,02	24

Foraminíferos planctônicos como indicadores das massas de água a norte e a sul da Frente/Corrente dos Açores: Evidências de dados de abundância e isótopos estáveis

Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos

258-3	700-1000	<i>G. hirsuta (live+dead)</i>	0,27	0,01	1,11	0,02	25
258-3	700-1000	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,49	0,01	0,52	0,02	26
258-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,10	0,01	0,96	0,01	27
258-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,10	0,01	0,83	0,03	28
258-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,28	0,01	0,70	0,04	29
258-3	100-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,17	0,01	0,71	0,02	30
258-3	1000-1500	<i>G. siphonifera (dead)</i>	0,01	0,02	0,77	0,02	31
258-3	1500-2000	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,27	0,02	0,79	0,02	32
258-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,37	0,01	0,47	0,03	33
258-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,31	0,01	0,41	0,02	34
258-3	700-1000	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,26	0,01	0,61	0,01	35
258-3	1000-1500	<i>G. scitula (dead)</i>	-0,89	0,01	0,91	0,01	36
258-3	1000-1500	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-0,81	0,01	1,01	0,01	37
258-3	100-700	<i>G. inflata (live+dead)</i>	-0,13	0,01	0,91	0,03	38
258-3	100-700	<i>G. inflata (live+dead)</i>	0,02	0,01	0,81	0,01	39
258-3	0-1000	<i>G. ruber white (live+dead)</i>	0,06	0,01	0,06	0,01	40
258-3	1000-1500	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,36	0,01	0,02	0,01	41
258-3	1500-2000	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,41	0,01	0,06	0,01	42
258-3	700-2000	<i>G. ruber pink (dead)</i>	-0,40	0,02	0,00	0,03	43
258-3	100-1000	<i>H. pelagica (live+dead)</i>	-1,61	0,01	1,40	0,03	44
259-1	0-60	<i>O. universa (live)</i>	1,51	0,02	0,51	0,02	1
259-1	60-100	<i>O. universa (live)</i>	0,77	0,01	0,70	0,02	2
259-1	0-60	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,45	0,02	0,42	0,02	3
259-1	60-80	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,56	0,03	0,37	0,02	4
259-1	60-100	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,03	0,01	0,71	0,01	5
259-1	0-40	<i>G. siphonifera (live)</i>	0,30	0,01	0,26	0,02	6
259-1	80-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,13	0,01	0,52	0,01	8
259-1	20-60	<i>G. scitula (live)</i>	-1,40	0,02	0,50	0,01	9
259-1	40-60	<i>G. inflata (live)</i>	0,18	0,02	0,83	0,02	10
259-1	60-80	<i>G. inflata (live)</i>	0,14	0,01	0,69	0,02	11
259-1	80-100	<i>G. inflata (live)</i>	0,11	0,02	0,78	0,04	12
259-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,01	0,02	0,77	0,03	13

259-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,19	0,01	0,79	0,02	14
259-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,23	0,01	0,68	0,01	15
259-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,15	0,01	0,99	0,02	16
259-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,20	0,01	1,01	0,02	17
259-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,10	0,01	1,09	0,01	18
259-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,06	0,01	0,79	0,03	19
259-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,12	0,01	0,82	0,01	20
259-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,00	0,02	0,60	0,01	21
259-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,05	0,01	0,88	0,02	22
259-2	500-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,02	0,01	0,97	0,01	23
259-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,00	0,01	0,89	0,02	24
259-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-1,81	0,01	-2,98	0,03	25
259-2	300-500	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,89	0,02	-1,07	0,04	26
259-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live+dead)</i>	0,38	0,01	1,20	0,01	27
259-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,39	0,01	1,12	0,01	28
259-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (dead)</i>	0,36	0,01	1,04	0,02	29
259-2	0-100	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,23	0,01	0,50	0,02	30
259-2	100-200	<i>G. siphonifera (live)</i>	-0,16	0,01	0,51	0,01	31
259-2	500-700	<i>G. trilobus (dead)</i>	0,51	0,01	0,28	0,02	32
259-2	500-700	<i>G. glutinata (dead)</i>	-0,86	0,01	0,21	0,02	33
259-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,47	0,02	0,36	0,02	34
259-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,27	0,01	0,61	0,03	35
259-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,28	0,02	0,57	0,02	36
259-2	300-500	<i>G. scitula (live+dead)</i>	-1,27	0,01	0,63	0,02	37
259-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,17	0,01	0,55	0,02	38
259-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,14	0,01	0,66	0,01	39
259-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,12	0,01	0,57	0,01	40
259-2	500-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,01	0,01	0,75	0,03	41
259-2	0-100	<i>G. inflata (live)</i>	-1,16	0,01	-1,96	0,03	42
259-2	100-200	<i>G. inflata (live)</i>	-1,24	0,01	-1,56	0,03	43
259-2	100-200	<i>N. pachyderma (r)</i>	-1,21	0,01	-1,10	0,01	44

259-2	500-700	<i>G. inflata (live+dead)</i>	0,16	0,01	0,81	0,01	45
259-2	300-500	<i>G. ruber (live+dead)</i>	0,01	0,01	0,25	0,02	46
259-2	500-700	<i>G. ruber (dead)</i>	-0,08	0,02	0,14	0,02	47
259-2	500-700	<i>G. ruber (dead)</i>	-0,17	0,01	0,15	0,01	48
259-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-2,72	0,02	0,58	0,03	103
259-3	100-700	<i>O. universa (live)</i>	1,31	0,01	0,68	0,01	49
259-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,16	0,01	1,08	0,01	50
259-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,05	0,01	1,03	0,02	51
259-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,06	0,01	1,05	0,01	52
259-3	1000-1500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,59	0,01	1,17	0,03	53
259-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,32	0,02	1,20	0,01	54
259-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,53	0,01	1,36	0,03	55
259-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live+dead)</i>	0,42	0,01	1,36	0,02	56
259-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live+dead)</i>	0,49	0,01	1,28	0,01	57
259-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,00	0,01	0,68	0,02	58
259-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,05	0,01	0,66	0,01	59
259-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-0,94	0,01	0,68	0,02	60
259-3	700-1000	<i>G. scitula (dead)</i>	-0,86	0,01	0,81	0,03	61
259-3	1000-1500	<i>G. scitula (dead)</i>	-1,03	0,01	0,82	0,01	62
259-3	1500-2000	<i>G. scitula (dead)</i>	-1,21	0,02	0,77	0,02	63
259-3	100-700	<i>G. inflata (live+ dead)</i>	0,09	0,01	0,82	0,02	64
259-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	0,09	0,01	0,77	0,03	65
259-3	100-700	<i>G. ruber (dead)</i>	0,10	0,01	0,27	0,01	66
263-1	0-60	<i>G. scitula (live)</i>	-1,24	0,02	0,59	0,02	4
263-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,10	0,01	0,62	0,01	3
263-2	100-200	<i>O. universa (live+dead)</i>	1,34	0,01	0,48	0,01	5
263-2	0-100	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,71	0,03	0,24	0,04	6
263-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,07	0,01	0,63	0,02	7
263-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,01	0,01	0,64	0,03	8
263-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,10	0,01	0,78	0,02	9
263-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,07	0,01	0,84	0,02	10

263-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,05	0,01	0,63	0,02	11
263-2	200-300	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,13	0,01	0,61	0,03	12
263-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,08	0,01	0,60	0,02	13
263-2	200-300	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,19	0,02	0,74	0,02	14
263-2	500-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,43	0,01	1,07	0,02	15
263-2	0-200	<i>G. siphonifera (live+dead)</i>	0,91	0,01	0,30	0,02	16
263-2	500-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,97	0,02	0,36	0,03	17
263-2	300-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,01	0,01	0,39	0,02	18
263-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-1,40	0,02	0,23	0,04	19
263-2	200-300	<i>G. scitula (live)</i>	-1,36	0,02	0,52	0,03	20
265-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,19	0,02	0,45	0,02	115
265-3	100-700	<i>G. inflata (live)</i>	-0,01	0,01	0,57	0,01	116
265-3	100-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,67	0,01	0,03	0,03	117
265-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,07	0,01	0,58	0,02	118
265-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-2,89	0,06	-0,50	0,15	1
265-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-3,25	0,02	-0,26	0,05	2
267-1	0-80	<i>H. pelagica (live)</i>	-3,60	0,01	-0,61	0,03	70
267-2	100-200	<i>G. hirsuta (live)</i>	-0,25	0,02	0,64	0,10	104
267-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,16	0,01	0,83	0,03	105
267-2	300-500	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,12	0,02	0,90	0,05	106
267-2	100-200	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	-0,20	0,01	0,70	0,03	107
267-2	100-200	<i>G. scitula (live)</i>	-0,89	0,04	1,14	0,09	108
267-2	300-500	<i>G. scitula (live)</i>	-1,57	0,04	0,28	0,08	109
267-2	100-200	<i>G. ruber (live)</i>	-0,69	0,02	-0,14	0,03	110
267-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,09	0,01	0,73	0,01	67
267-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,08	0,01	0,79	0,02	68
267-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,08	0,01	0,88	0,01	69
267-3	100-700	<i>O. universa (dead)</i>	1,69	0,01	0,30	0,02	71
267-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,03	0,01	0,69	0,02	72
267-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,18	0,02	0,74	0,02	73
267-3	100-700	<i>G. hirsuta (live)</i>	0,11	0,01	0,88	0,01	74
267-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,09	0,01	0,77	0,02	75

267-3	100-700	<i>G. truncatulinoides (s) (live)</i>	0,37	0,01	0,93	0,01	76
267-3	100-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	-0,05	0,01	0,46	0,01	77
267-3	100-700	<i>G. siphonifera (dead)</i>	0,15	0,01	0,38	0,01	78
267-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,28	0,01	0,36	0,03	79
267-3	100-700	<i>G. scitula (live)</i>	-1,22	0,01	0,43	0,03	80
267-3	100-700	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,50	0,02	-0,09	0,02	81
267-3	1500-2000	<i>G. ruber white (dead)</i>	-0,04	0,01	0,10	0,03	82
267-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-2,58	0,01	0,52	0,03	83
267-3	100-700	<i>H. pelagica (live)</i>	-2,49	0,01	0,46	0,02	84