

2. Composição das suspensões

A composição da MPS reflecte a sua origem. As partículas minerais como o quartzo, o feldspato e os minerais das argilas provêm da erosão continental, enquanto que os compostos orgânicos, o carbonato de cálcio e a opala provêm da produção biológica.

O conhecimento da composição do material em suspensão é escasso e, geralmente, essa informação provém da interpretação dos sedimentos de fundo. A composição dos depósitos finos da plataforma continental pode ser tomado como um reflexo da composição do material em suspensão na coluna de água, mas deve-se ter sempre em conta que, durante ou pouco depois da deposição, parte do material pode ser removido por oxidação (matéria orgânica) ou dissolução e as argilas podem sofrer alteração.

A composição da MPS foi determinada por observação directa, com lupa binocular, microscópio petrográfico e microscópio electrónico de varrimento, do material biológico e detritico depositado sobre os filtros. A mineralogia da fracção terrígena foi determinada por DRX.

2.1. Componente biogénica

A componente biogénica do material particulado em suspensão compreende os organismos pelágicos pertencentes ao plâncton. O plâncton é formado por animais e vegetais que não possuem movimentos próprios suficientemente fortes para vencer as correntes que porventura se façam sentir na massa de água onde vivem. Por oposição, temos os organismos bentónicos, cuja vida se encontra directamente relacionada com o fundo, quer vivem fixos, quer sejam livres, ocorrendo associados aos níveis nefelóides de fundo.

O plâncton pode ser classificado em função das suas dimensões. Embora seja uma classificação artificial, esta é útil para sistematizar e separar as diversas categorias de planctontes encontrados na MPS. Omori & Ikeda (1984) dividiram os planctontes em 7 categorias distintas.

Categoria	Dimensões	Principais organismos
Ultrananoplâncton n= Picoplâncton	<2µm	Bactérias
Nanoplâncton	2-20µm	Flagelados (cocolitóforos), pequenas Diatomáceas
Microplâncton	20-200µm	Fitoplâncton (Dinoflagelados, Diatomáceas), Foraminíferos, Ciliados, nauplii de Copépodes
Mesoplâncton	200µm-2mm	Copépodes, Cladóceros
Macroplâncton	2-20mm	Pterópodes, Copépodes
Micronecton	20-200mm	Cefalópodes, Eufauseáceos
Megaplâncton	>200mm	Cifozoários, Taliáceos

Das 7 categorias de planctontes acima referidas, apenas as 5 primeiras são distinguidas com base em critérios dimensionais. As duas últimas são separadas tendo em consideração os organismos planctónicos que as constituem.

Os planctontes capturados com garrafas de Nskin e posterior filtração têm geralmente dimensões inferiores a 200µm. O plâncton com dimensões superiores é normalmente amostrado com o auxílio de redes de plâncton.

Seguidamente faz-se uma breve descrição dos grupos mais comuns observados e identificados neste estudo.

2.1.1. Zooplâncton

No seio do zooplâncton podem ser reconhecidos organismos pertencentes à grande maioria dos *Phyla* dos reinos protista e animal, entre eles os foraminíferos, ostracodos, copépodes e radiolários. De entre estes, os foraminíferos são os que apresentam maior importância a nível biológico e geológico, devido a uma distribuição nos oceanos muito diversificada, tanto geograficamente (horizontal) como em profundidade (vertical). Podem entrar na constituição da MPS, quer por viverem na coluna de água (foraminíferos planctónicos), como por ressuspensão do sedimento de fundo (foraminíferos bentónicos). Os foraminíferos planctónicos vivem em águas marinhas com salinidade normal, não ocorrendo em águas doces ou hipersalinas. A sua carapaça composta por CaCO₃ permite-lhe flutuar mediante determinadas características como: câmaras esféricas e globosas, pouco calcificadas e com diferentes espessuras dependendo da sua posição vertical na coluna de água; presença de espinhos e poros (*e.g.*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides ruber*).

Os foraminíferos bentónicos são mais diversificados taxonomicamente, vivendo em todas as profundidades, acima ou na interface água-sedimento (podem penetrar no sedimento) e mesmo na zona intertidal (sujeita a inundação e dessecação periódicas). Alguns géneros presentes nos sedimentos da plataforma continental norte são os *Textularia*, *Quinqueloculina*, *Spiroloculina*, *Fissurina*, etc.

Estes grupos de organismos tão diversificados foram identificados quanto ao género e a sua abundância quantificada utilizando os métodos anunciados anteriormente.

2.1.2. Fitoplâncton

Em domínio marinho costeiro, o fitoplâncton, ou fracção vegetal do plâncton, é sobretudo constituído por diatomáceas e dinoflagelados. Em domínio marinho oceânico é formado principalmente por coccolitóforos.

2.1.2.1. Microplâncton

As diatomáceas (*Bacilliarophyceae*) constituem as formas dominantes do fitoplâncton. A sua principal característica é o seu esqueleto externo (frústula), constituído essencialmente por silício e composto por duas valvas que se sobrepõem. As valvas consistem numa placa achatada e outra convexa, cuja forma é característica para cada espécie (circular, elíptica, triangular, poligonal ou irregular). Estas valvas podem exibir ornamentação mais ou menos desenvolvida. Alguns autores dividiram as diatomáceas em penadas e cêntricas. As diatomáceas penadas têm células mais ou menos alongadas numa direcção, podendo apresentar simetria bilateral na estrutura das valvas. Podem existir assimetrias secundárias por deformação. A maioria das diatomáceas penadas são formas bentónicas, havendo algumas formas tipicamente planctónicas (e.g., *Asterionella*, *Nitzschia*, etc.). Nas diatomáceas cêntricas, planctónicas, as valvas possuem simetria radial, por vezes menos aparente (e.g., *Coscinodiscus*, *Skeletonema*, etc.)

Os dinoflagelados (*Dinophyceae*) constituem também uma parte importante do fitoplâncton. Possuem dois flagelos quase sempre com disposição ortogonal. Algumas espécies libertam toxinas que podem ser prejudiciais e são responsáveis pelas marés vermelhas. Outro grupo de algas flageladas, por vezes muito abundantes, são os *Coccolithophyceae* (nanoplâncton calcário). No decorrer deste trabalho mostraram-se extremamente úteis para o reconhecimento de massas de água e dos processos oceanográficos, e por isso são descritos pormenorizadamente.

2.1.2.2. Nanoplâncton calcário

No nanoplâncton calcário incluem-se os grupos actuais de organismos eucariontes fitoplanctónicos das ordens *Prymniales* FRITSCH (os coccolitóforos - conforme são mais conhecidos, Winter & Siesser, 1994), *Thoracosphaerales* TANGEN (integrados nos Dinoflagelados calcários, Jordan & Kleijne, 1994) e ainda outros grupos (e.g. *Braarudosphaera*; ceratólitos) .

O nanoplâncton calcário é geralmente abordado numa de duas perspectivas possíveis:

1. Biológica - estudo ecológico de cocosferas enquanto células que vivem no seio da massa de água.
2. Paleontológica - estudo de cocólitos no sedimento enquanto indicadores (*proxy*) das associações de cocolitóforos que se desenvolveram na coluna de água suprajacente, num passado mais ou menos remoto, os quais podem comportar um sinal biostratigráfico e/ou paleoceanográfico.

No presente trabalho constatou-se a presença frequente, na coluna de água, de cocosferas (células vivas) e de cocólitos (seus testemunhos, mais ou menos recentes). Neste sentido, o nanoplâncton calcário é abordado numa perspectiva mista (paleo)biológica já que, enquanto partículas biogénicas, cocosferas e litos comportam significados distintos e complementares (Cachão & Oliveira, 2000).

A. Cocolitóforos -Generalidades

Os cocolitóforos são algas calcárias unicelulares haptófitas, pertencentes à classe *Prymnesiophyceae* que segregam micro-placas (1-25 μm) calcíticas, os cocólitos. Na célula viva, estas estruturas são extruídas para fora da membrana celular (heterococólitos) ou formados extracelularmente (holococólitos), cobrindo-a total ou parcialmente, formando a cocosfera. Uma cocosfera, com dimensões compreendidas entre 5-50 μm , pode apresentar entre 10 a 100 cocólitos.

Em vida, estes organismos fitoplanctónicos, tipicamente oceânicos, são mais abundantes em mares temperados e tropicais. No entanto, algumas espécies estão especializadas para viver tanto em águas subpolares como em águas salobras.

Povoam massas de água oligotróficas e ricas em oxigénio, sendo a sua faixa de representação preferencial a zona fótica dos oceanos, apresentando concentrações mais elevadas nos primeiros 50 metros da coluna de água (Baumann & Matthiessen, 1992). A sua distribuição vertical parece ser condicionada pela estratificação da coluna de água. Na Tabela V-2 mostra-se a distribuição vertical nos oceanos de algumas das espécies de cocolitóforos mais comuns.

A composição biogeográfica e ecológica da nanoflora calcária actual do Atlântico Norte foi dividida em cinco associações distintas (McIntyre & Bé, 1967; Ruddiman & McIntyre, 1976; Okada & McIntyre, 1977, 1979): tropical, subtropical, temperada, subárctica e subantártica (fig.V-10). Estas associações caracterizam as diversas massas de água, sendo a temperatura o factor de controlo dominante para a distribuição das espécies.

Tabela V-2. Zonação vertical dos cocolitóforos recentes, na zona fótica do oceano Atlântico (compilado de Houghton, 1991).

Espécie	Distribuição vertical na zona fótica
<i>Emiliana huxleyi</i>	0-200m
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	
<i>Discosphaera tubifera</i>	
<i>Rhadosphaera clavigera</i>	Zona fótica superior (0-50m)
<i>Umbellosphaera irregularis</i>	
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	
<i>Umbilicosphaera sibogae</i>	Zona fótica intermédia (50-150m)
<i>Umbellosphaera tenuis</i>	
<i>Anthosphaera quadricornu</i>	
<i>Florisphaera profunda</i>	Zona fótica profunda (150-200m)

No geral, as associações de baixa latitude apresentam maior diversidade do que as de latitude elevada, no entanto os géneros *Emiliana* e *Gephyrocapsa* são normalmente dominantes, com excepção nas áreas tropicais, onde várias outras espécies atingem abundâncias mais elevadas.

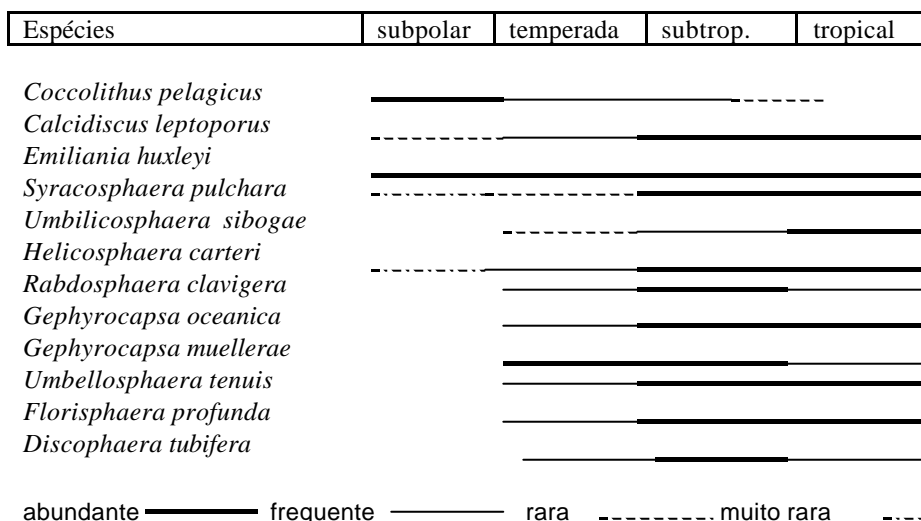


Figura V-10. Distribuição biogeográfica de algumas espécies actuais de nanoplâncton calcários (adaptado de Abreu, 1996).

Os seus elementos esqueléticos isolados, fósseis, foram descritos primeiramente por Ehrenberg (1836) com o nome de morfólitos ou de cocólitos. O organismo completo, a cocosfera, foi identificado por Huxley e Wallich (1860) nas vasas marinhas modernas. A natureza vegetal destes flagelados calcários foi reconhecida por Weber-Basse (1900), mas foi Lohmann (1902) o primeiro a fornecer descrições exactas de algumas espécies e a mostrar a sua importância na população marinha (Winter & Siesser, 1994).

Os cocólitos compostos por cristais de calcite dispostos de forma preferencial dividem-se em dois grupos quanto ao tipo e orientação das placas calcíticas: os heterococólitos e os holococólitos. Nos heterococólitos, os elementos cristalinos apresentam tamanho e forma

diferentes e a orientação cristalina é alterada em função das necessidades do organismo, o que lhes confere maior resistência à alteração físico-química. Pelo contrário, os holococólitos são constituídos por cristais de calcite idênticos em forma e tamanho (<0.1µm) que são adicionados progressivamente à estrutura (romboedros ou prismas hexagonais) extracelularmente, ao contrário dos heterococólitos. Neste sentido os holococólitos sofrem uma destruição significativa ao longo da migração na coluna de água.

A função destes elementos carbonatados não é ainda completamente conhecida, mas pensa-se que esta seja múltipla (Young, 1994): a) protecção celular contra predadores e agressões ambientais; b) flutuabilidade c) regulação como filtro bioquímico de nutrientes e das condições ambientais internas.

A sistemática dos cocolitóforos baseada na morfologia dos cocólitos é a seguinte (fig. V-11):

1. **Discólitos** - forma de disco arredondado ou elíptico, por vezes rendilhado ou com ornamentação diversa; fundo arqueado e perfurado, voltado para dentro e a abertura para o exterior.
2. **Caliptrólitos** - semelhantes aos anteriores, mas dispostos inversamente em relação à superfície, com o fundo voltado para o exterior.
3. **Lopadólitos** - forma de barril, ex. *Scyphosphaera*
4. **Placólitos** - dois discos perfurados com centro e ligados por uma coluna central, ex. *Calcidiscus leptoporus*
5. **Rabdólitos** - placa dominada perpendicularmente por um cilindro, ex. *Rhabdosphaera clavigera*
6. **Ceratólitos** - forma de ferradura, ex. *Ceratolitus cristatus*
7. **Escafólitos** - placas losânicas, ex. *Anoplosolenia brasiliensis*
8. **Pentalitos** - placas pentagonais onde a superfície é dividida por fendas em 5 placas quadrangulares, ex. *Braadosphaera bigelowi*.
9. **Caneólitos** - forma de disco ou tigela, área central preenchida laminarmente, ex. *Syracosphaera pulchra*
10. **Helicólitos** - forma espiral com um bordo marginal sobreposto, ex. *Helicosphaera carteri*
11. **Cirtólitos** - forma de disco, convexo para fora, com um processo de projecção central, ex. *Discosphaera tubifera*.

(Para sistemática dos cocolitóforos vide apêndice C).

As cocosferas podem ser constituídas só por um tipo de cocólitos ou apresentar dois ou mais tipos morfológicos, em simultâneo, encaixados entre si ou mesmo parcialmente interpenetrados. As cocosferas que correspondem a formas flageladas (fase do ciclo de vida), apresentam um polo anterior por onde saem os flagelos (boca), circunscrito por um anel hialino cercado por cocólitos munidos de ornamentação diversa (por ex., espículas, bastonetes, expansões foliáceas) e diferentes dos restantes, interpretadas como destinadas a facilitar a flutuação.

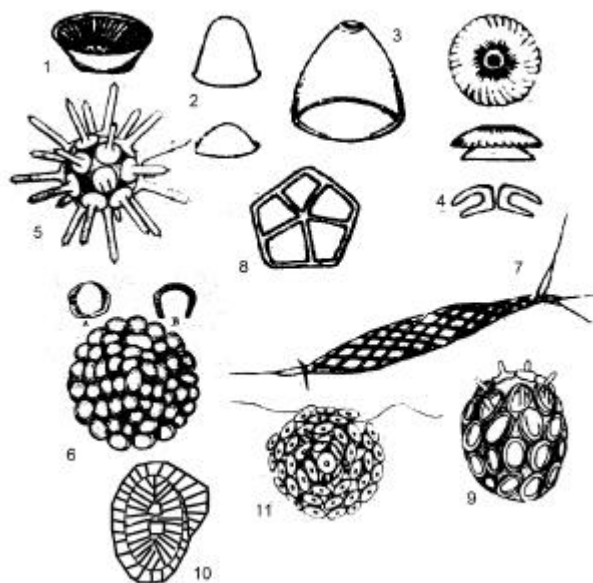


Figura V-11. Morfologia dos cocólitos e cocosferas.

Em diferentes estádios de desenvolvimento podem também apresentar cocólitos distintos. Um exemplo é o *Coccolithus pelagicus*, com cocólitos do tipo placólito (dimensão entre 4,5 a 13 μ m) e que, numa fase do ciclo de vida apresenta holococólitos, correspondendo à morfospécie *Crystallithus hyalinus*, com dimensão celular da ordem dos 1,5 μ m.

O ciclo reprodutivo dos coccolitóforos não está ainda completamente esclarecido, podendo apresentar vários ciclos de vida diferentes. Sabe-se, porém, que existe reprodução sexuada, sendo o principal modo de reprodução a divisão binária assexuada. Por mitose, cada célula filha fica com metade dos cocólitos (*Emiliana huxleyi* pode-se dividir 2.5x por dia; *Gephyrocapsa oceanica* 2x por dia e *Calcidiscus leptoporus* 1x dia).

O estudo de culturas da espécie *Emiliana huxleyi* em fase de crescimento permitiu constatar que a produção de cocólitos é um processo dependente da luz e que há produção de um cocólito de 2 em 2 horas (Westbroek *et al.*, 1989).

Devido à sua extrema abundância, constituem um recurso alimentar para diversos planctontes heterotróficos como tintinídeos (utilizam-nos também para formar e consolidar a sua concha), diatomáceas, copépodes, tunicados e apendiculados.

A.1. Interesse e originalidade dos coccolitóforos

Os coccolitóforos, em conjunto com os dinoflagelados, predominam nas comunidades planctónicas tropicais, ocorrendo em menor número em águas oceânicas mais frias (subpolares,

ou zonas de upwelling), onde as diatomáceas são mais abundantes. São particularmente abundantes em águas com baixo conteúdo em nutrientes, incluindo regiões de "convergência oceânica", e em mares marginais com circulação anti-estuarina como a Mar Mediterrâneo (Berger, 1976). Foram descritas mais de 300 espécies de coccolitóforos vivos, encontrando-se no oceano Atlântico a flora mais diversificada. Actualmente, a espécie de coccolitóforos mais abundante é a *Emiliania huxleyi*, que é, provavelmente o organismo mais produtivo em termos de calcário-segregado (Westbroek *et al.*, 1986). Esta espécie cosmopolita foi referenciada desde águas tropicais a subárticas.

Embora tipicamente oceânicos, os coccolitóforos apresentam "blooms" sazonais em águas costeiras. Estudos feitos no fitoplâncton do NW da Europa mostram que os "blooms" só ocorrem no período Primavera/Verão, quando a coluna de água se apresenta estratificada, com uma termoclina bem desenvolvida (Holligan *et al.*, 1983). Recentemente, o desenvolvimento das imagens de satélite permitiu o mapeamento com precisão da extensão e significado quantitativo dos "blooms" de coccolitóforos, geralmente *E. huxleyi*, dificilmente realizável com métodos tradicionais. Nas imagens de satélite, as áreas com maior densidade de coccolitóforos são facilmente reconhecidas na banda do visível pela sua alta reflectância.

Os coccolitóforos têm um papel importante no ciclo biogeoquímico marinho e contribuem decisivamente para o papel desempenhado pelos oceanos no clima global. A segregação das placas calcíticas remove o CO₂ (dissolvido no oceano como bicarbonato) das águas superficiais e transfere-o para os sedimentos de fundo através da deposição dos cocólitos. Além disso, a ocorrência de extensos "blooms" ajuda a incrementar o albedo (reduzir o calor), ao reflectir mais de 30% da luz solar incidente.

Os coccolitóforos têm um papel único na sedimentação dos mares actuais. Dentro dos grupos biogénicos carbonatados com importância estratigráfica (foraminíferos e pterópodes), verificou-se que os coccolitóforos apresentam uma resistência superior à dissolução (Cachão, 1989; Winter *et al.*, 1994), tanto na coluna de água como no sedimento. As razões apontadas para esta situação, são o reduzido teor em Mg dos restos carbonatados (Bukry, 1973) e a preservação destas estruturas na forma de macro-agregados de partículas (*marine-snow*), que podem conter mais de 2 000 cocólitos e/ou em pelóides fecais produzidas pelo zooplâncton. Os pelóides fecais predominantes nas águas costeiras formam 60-90% do material das armadilhas de sedimentos (Dunbar & Berger, 1981). Estas partículas, tal como os macro-agregados, permitem um transporte vertical rápido até ao fundo, uma vez que um único pelete pode conter 100 000 cocólitos (Honjo, 1977). Além disso, a membrana orgânica que protege o

peleto permite a preservação dos cocólitos na sua descida por águas subsaturadas. A velocidade de descida média dos pelóides fecais é cerca de 200m/dia, o dobro da relativa aos macro-agregados. Assim, um grande número de cocólitos conseguem chegar ao fundo. Devido a este facto, a partir dos 50m de profundidade estima-se que no Mediterrâneo 90% das vasas são constituídas por cocolitóforos mais ou menos decompostos (Knappertsbusch, 1993). Na plataforma portuguesa, estas partículas são igualmente abundantes (Cachão, 1989).

Os dados obtidos no âmbito do presente trabalho revelaram que estas partículas constituem, por vezes, a maioria do material em suspensão nas águas da plataforma continental portuguesa (profundidades inferiores a 80m). Estão sempre presentes no material filtrado, mesmo nas águas costeiras carregadas de partículas terrígenas e ricas em nutrientes, permitindo distinguir associações e abundâncias distintas entre o domínio costeiro e o domínio oceânico profundo.

Nas colheitas realizadas perto do fundo as partículas terrígenas são maioritárias, constituindo mais de 95% do total da amostra. Embora os cocolitóforos estejam presentes em percentagem reduzida, são as partículas biogénicas mais abundantes. Por vezes, a presença de espécies fósseis e de espécies diferentes das que se encontram na coluna de água sobrejacente (representando a associação de formas presentes no sedimento que resistiram ao processo natural de dissolução e destruição na coluna de água) pode comprovar processos de ressuspensão das partículas finas do fundo oceânico ou de transporte lateral.

Nas águas superficiais, podem ser usados para descrever condições oceanográficas específicas, relacionando a ocorrência de certas espécies de cocolitóforos com massas de água particulares e processos oceanográficos (Cachão *et al.*, 1997, 2000).

A deposição de material biogénico no fundo oceânico está directamente relacionado com a produção de superfície (Roche *et al.*, 1975; Geitznauer *et al.*, 1976). Nestas circunstâncias, a compreensão dos processos actuais é essencial para estudos de paleoecologia (paleoclimatologia e paleoceanografia).

B. Thoracosphaerales

O outro grupo pertencente ao nanoplâncton calcário compreende os dinoflagelados calcários do género *Thoracosphaera*, com concha esférica. Esta concha é composta por um mosaico de cristais unitários interligados, sólidos ou perfurados axialmente. Cada cristal é formado por prismas poligonais.

Em geral, o ciclo de vida dos dinoflagelados consiste num estágio vegetativo seguido por enquistamento (quisto). Normalmente, durante o estágio vegetativo as células móveis estão cobertas por uma teca celulósica, não fossilizável. São os quistos, com paredes formadas por material orgânico resistente aos ácidos ou mais raramente calcítica que ocorrem no registo fóssil (calcisferas). No entanto, actualmente, o género *Thoracosphaera* compreende uma única espécie de dinoflagelado, fora do comum, a *Thoracosphaera heimii* (LOHMANN) KAMPTNER, que apresenta concha calcária durante o estágio vegetativo (Tangen *et al.*, 1982).

A *T. heimii* é uma espécie mais ou menos cosmopolita que se encontra frequentemente no plâncton em oceano aberto, em condições ambientais normais. Nas águas em redor das Ilhas Canárias, a quantidade relativa de conchas de *T. heimii* atinge o máximo de 12% do fitoplâncton (Kerntopf, B., 1995). Estas conchas são facilmente preservadas no sedimento e fornecem preciosas indicações sobre a paleoprodutividade dos dinoflagelados.

2.2. Componente terrígena

A carga inorgânica da MPS compreende essencialmente minerais transportados pelos rios, partículas provenientes da erosão de arribas, e material oriundo da ressuspensão da cobertura sedimentar.

As partículas transportadas pelos rios minhotos derivam da mistura de materiais provenientes de solos e perfis de alteração com origem na erosão de rochas graníticas e xisto-grauváquicas. No continente emerso são frequentes os depósitos de caulinos, em zonas de alteração de rochas graníticas (fig.V-12) e normalmente associados com depósitos Plio-Plistocénicos. São uma importante fonte de quartzo, ilite, gibsite e esmectite (Lapa, 1969). Ocorrem também alguns centros de exploração de barros vermelhos (fig.V-12), que apresentam mineralogia variada e complexa (caulinite, ilite, esmectite, interstratificados de ilite- esmectite, clorite- esmectite, podendo incluir ainda hematite, goethite e lepidocrosite), que se desenvolvem sobre o soco antepaleozóico, preenchendo depressões tectónicas ou integrando terraços fluviais (Gomes, 1988).

A esmectite ocorre associada, em zonas de falha, a veios pegmatíticos em resultado da alteração do feldspato potássico, ortoclase e microclina. No rio Lima, os minerais das argilas predominantes são a ilite, interstratificados de ilite-vermiculite, gibsite e caulinite (Alves & Alves, 1990).

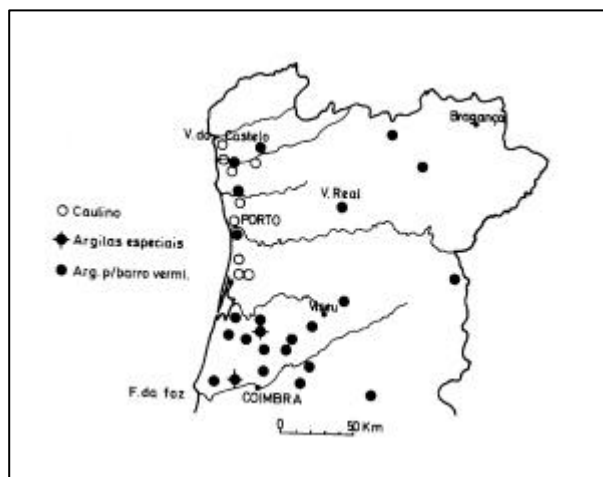


Figura V-12. Centros produtores de argilas na região NW portuguesa (adaptado de Gomes, 1988).

Os primeiros estudos que incidiram especificamente na mineralogia das argilas dos sedimentos de fundo da plataforma continental foram efectuados por Dias (1987) e Coimbra & Matos (1989). Mais recentemente e no âmbito do estudo do depósito silto-argiloso do Douro, Drago (1995) concluiu que o mineral predominante é a illite (36-62%), seguido da caulinite (12-22%) e finalmente esmectite (6-24%). Em relação ao material em suspensão foram feitas algumas determinações por Oliveira (1994).

Para o presente estudo, utilizou-se a difractometria de raios X (DRX) como método preferencial de análise para identificar a composição da fracção fina (< 63 μ m) e a mineralogia das argilas (fracção < 2 μ m) em amostras de sedimentos de fundo e em suspensão, recolhidas tanto nos rios como na plataforma continental.

A composição da fracção fina e os minerais das argilas, os quais, devido ao seu pequeno tamanho, são facilmente transportados em suspensão dos estuários para a plataforma, foram usados como traçadores de modo a evidenciar as principais linhas de transporte na plataforma e a sua origem no continente.

2.3. Composição da MPS obtida por observação à lupa

Os resultados desta análise realizada para os cruzeiros CORVET96 e CLIMA 97 encontram-se no quadro resumo do Apêndice B. Neste quadro são apresentados uma lista de organismos fito e zooplactónicos, assim como uma lista dos elementos minerais identificados, estabelecendo-se a abundância relativa de cada constituinte. Foi usada a simbologia seguinte:

—	- ausente
1	- um só exemplar observado
x	- presente
a	- pouco abundante
A	- abundante
AA	- extremamente abundante

Apresenta-se também uma razão qualitativa entre matéria orgânica e inorgânica, feita por observação visual do filtro.

2.3.1. Cruzeiros PLAMIBEL

Os principais constituintes orgânicos e minerais recolhidos nos filtros foram descritas por Oliveira (1994). Os organismos planctônicos, restos biogénicos e terrígenos, reconhecíveis com a ampliação de 100x, foram certamente muito limitados. Contudo, verificou-se que no Verão (Setembro 1991) os organismos planctônicos eram mais abundantes, com uma associação mais rica e diversificada que no Inverno.

Nos cruzeiros PLAMIBEL os elementos minerais identificados foram: grãos de quartzo, palhetas de mica, minerais opacos, feldspatos, litoclastos e glauconite (moldes de foraminíferos).

2.3.2. Cruzeiro CORVET 96 (2ª parte)

Neste cruzeiro, as amostras recolhidas a -5m apresentaram-se ricas em fitoplâncton, dominando as diatomáceas cêntricas e algumas espécies de dinoflagelados (*Peridinium sp* e *Ceratium sp.*). Ocorrem alguns foraminíferos planctônicos Globigerinoides (*Globigerina bulloides* d'Orbigny) característicos de águas marinhas com salinidade normal e normalmente abundantes em águas costeiras (salinidade: 34-35.7; temperatura: 9-24°C).

2.3.4. Cruzeiro CLIMA 97

Realizou-se o mesmo tipo de análise (Apêndice B), com observação à lupa de amostras de superfície (-5m), de fundo e de alguns níveis intermédios (30, 80m).

À superfície (-5m), as diatomáceas continuam a ser o grupo de organismos dominantes do fitoplâncton. Contudo, tanto este grupo como os dinoflagelados são menos abundantes, do que no cruzeiro CORVET96, realizado no final da estação de upwelling (Novembro 1996). A *G. bulloides* é mais importante a níveis intermédios (30 e 80m) do que à superfície.

Nas amostras de fundo ocorrem também as Diatomáceas Penadas, Texturalídeos e Quinqueloculinas, assim como espículas de Acantharios e Radiolários e formas larvares de gastrópodes e lamelibrânquios. Estes organismos bentônicos surgem no seio da MPS sobretudo devido aos movimentos de turbulência induzidos pelas correntes e ondulação.

Nos cruzeiros CORVET e CLIMA o quartzo hialino é o mineral mais comum, ocorrendo na forma de grãos rolados (arredondados) a subrolados. Foram identificados também alguns minerais pesados (normalmente de cor preta) e micas (minerais planares). Pequenas partículas de carvão (negras e que se partem facilmente) são normalmente abundantes nos filtros, ocorrendo por vezes pequenas partículas de plástico (verdes, azuis), fragmentos esponjosos de cor branca (pasta de papel) e pêlos (identificados como **outros** no Apêndice B).

Devido às suas diminutas dimensões, os minerais clásticos presentes nos filtros foram seguidamente analisados por DRX.

Das 29 amostras analisadas no cruzeiro CORVET 96, 18 são maioritariamente constituídas por restos de organismos planctónicos, sendo os restantes filtros ricos em partículas finas terrígenas (os filtros colhidos perto da costa). O mapa de distribuição da razão matéria orgânica/matéria detritica (fig.V-13) é compatível com as massas de água presentes (ver carta de temperatura superficial), comprovando mais uma vez que as águas oceânicas mais ricas em componente orgânica foram empurradas para perto da costa, depois do temporal de 19 de Novembro.

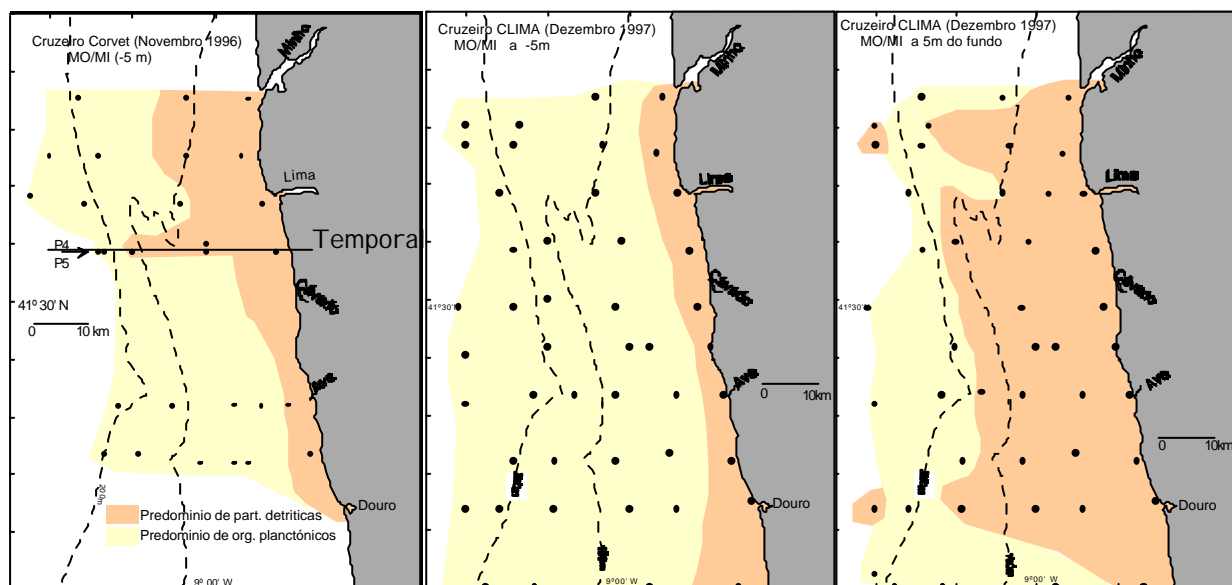


Figura V-13. Mapas da distribuição relativa da componente orgânica em relação à detritica, determinada por observação visual à lupa (amp.250x), para os cruzeiros CORVET96 e CLIMA97.

No cruzeiro CLIMA 97 (Dezembro de 1997) foram vistos à lupa 115 filtros, sendo 45 de superfície (-5m), 48 de fundo e os restantes de níveis intermédios (30 e 80m). O mapa de distribuição da razão matéria orgânica/matéria detritica (fig. V-13), mostra que à superfície a carga em suspensão formada maioritariamente por partículas minerais se encontra numa faixa restrita à plataforma interna, sendo a restante MPS maioritariamente biogénica. Pelo contrário, perto do fundo quase toda a carga em suspensão é formada por partículas terrígenas resultantes da ressuspensão e/ou não deposição das partículas finas, durante esta época muito energética.

2.4. Composição da MPS obtida ao microscópio petrográfico e MEV

Esta análise permitiu essencialmente o estudo do nanoplâncton calcário. Contudo, observou-se ainda a composição geral das partículas e a forma como se distribuem na CNS e CNF.

As partículas nos filtros compreendem tanto grãos simples como compostos, formados por componentes orgânicos e minerais. Grãos de silte e argila podem incluir cocólitos isolados, espículas e fragmentos de valvas de diatomáceas, radiolários, silicoflagelados, tintinídeos, thoracosphaeras, assim como minerais clásticos (foram identificados por DRX).

Nas partículas compostas, Syvitski & Murray (1981) fazem distinção entre agregados, aglomerados e flóculos baseados na composição (os aglomerados contêm componentes orgânicos) e modo de "junção" das partículas a qual é fraca nos aglomerados e forte nos outros. Contudo flóculos e agregados sobrepõem-se na definição destes autores (McCave, 1985). Assim, McCave (1985) propõe a distinção entre diferentes tipos de agregados (*sensu lato* qualquer agregação de partículas), baseado na composição e na estrutura: aberta, fechada ou apertada (esta última, característica das pelóides fecais, inteiras ou fragmentadas), notando que estes normalmente se encontram envolvidos ou contêm uma substância mucosa (muco). O muco observa-se ao microscópio electrónico de duas formas: manchas transparentes e escuras, através do qual se vêem os poros do filtro, e massas espessas, que mostram sinais de secura e escamas incipiente.

Nos filtros observados do cruzeiro CLIMA 97, é comum a ocorrência de uma massa espessa e amorfa (2º tipo) à superfície (5m), que cobre a totalidade do filtro (fig.V-14) e onde se individualizam partículas isoladas de cocólitos, diatomáceas e minerais clásticos.

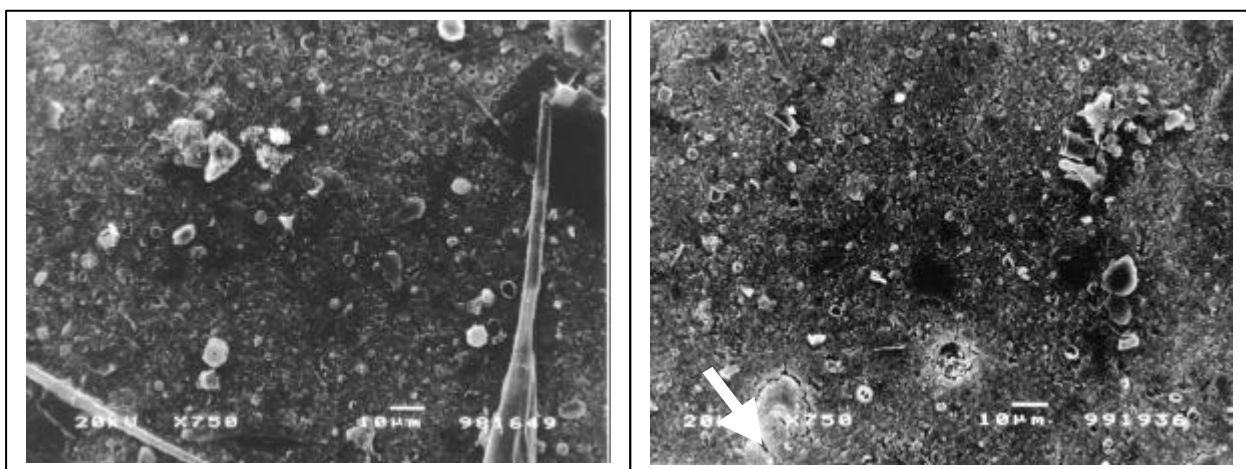
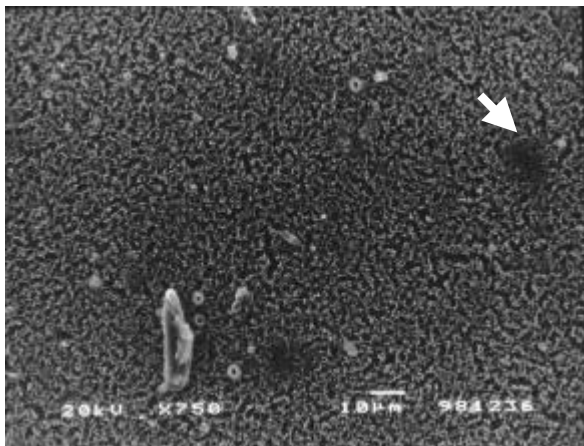
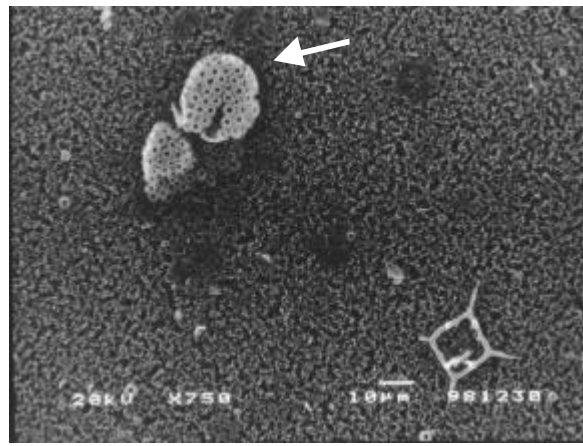


Figura V-14. Exemplo dos filtros de superfície, onde um mucos seco cobre a totalidade do filtro (est. 80), assinalado com uma seta branca.

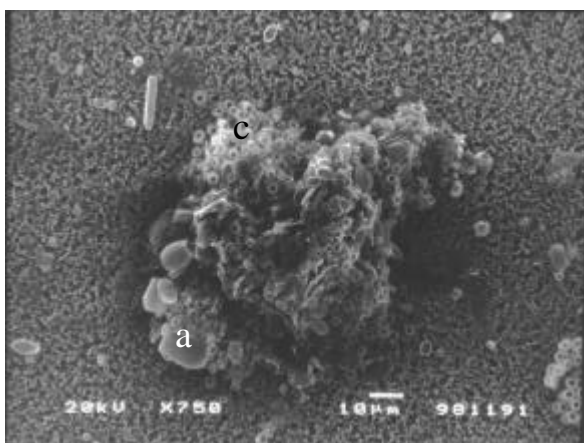
A níveis intermédios (30,80m), as partículas encontram-se mais dispersas, com áreas onde ocorrem películas finas de muco (fig. V-15 A e B), por vezes associadas com cocólitos e minerais planares (micas).



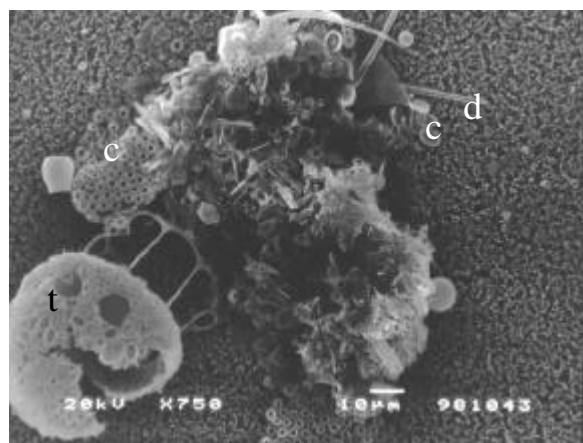
A - muco escuro disperso (est.104/80m)



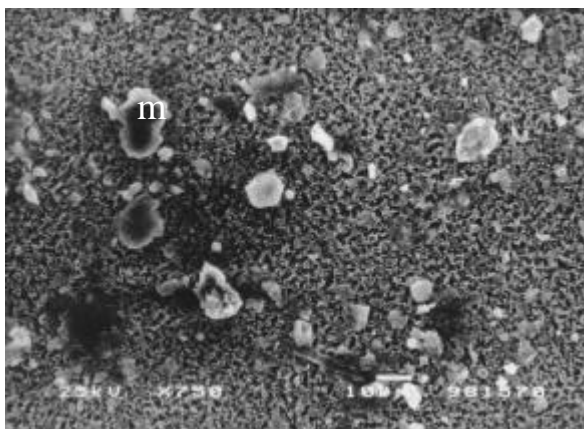
B - muco associado a cocolitóforos (est.104/80m)



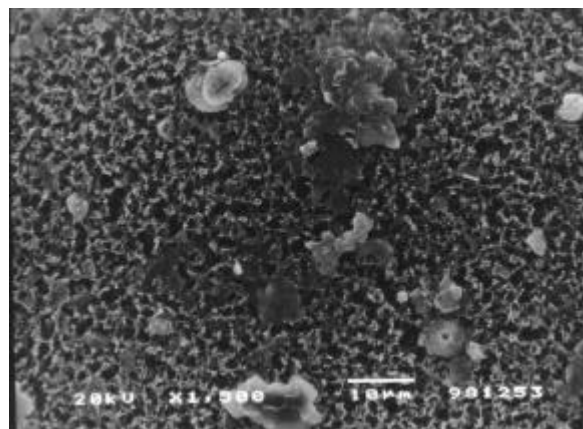
C - agregado apertado, com cocólitos (c) e argilas (a) (est.104/30m)



D - agregado apertado, com cocólitos (c), tintínideo (t), diatomáceas (d) e argilas (est.74/80m)



E - agregados abertos, com micas (m) e argilas (est.122/917m)



F - partículas dispersas, cocólitos, micas, argilas. (est. 104/428m)

Figura V-15. Exemplos de filtros com muco (A e B); agregados apertados (C e D), abertos (E) e partículas dispersas (F).

Foram também observados agregados com estrutura apertada (fig. V-15 C e D) e aberta (fig. V-15E e F). Constatou-se que os agregados abertos são mais comuns a profundidades superiores a 200m.

As amostras colhidas perto do fundo, e principalmente na plataforma continental, encontram-se carregadas de minerais clásticos, diminuindo os agregados e a componente orgânica.

Alguns exemplos de grãos observados (quartzo, micas e feldspatos) estão representados na fig. V-16. Constatou-se que os minerais de formas planares predominam, em especial na CNS.

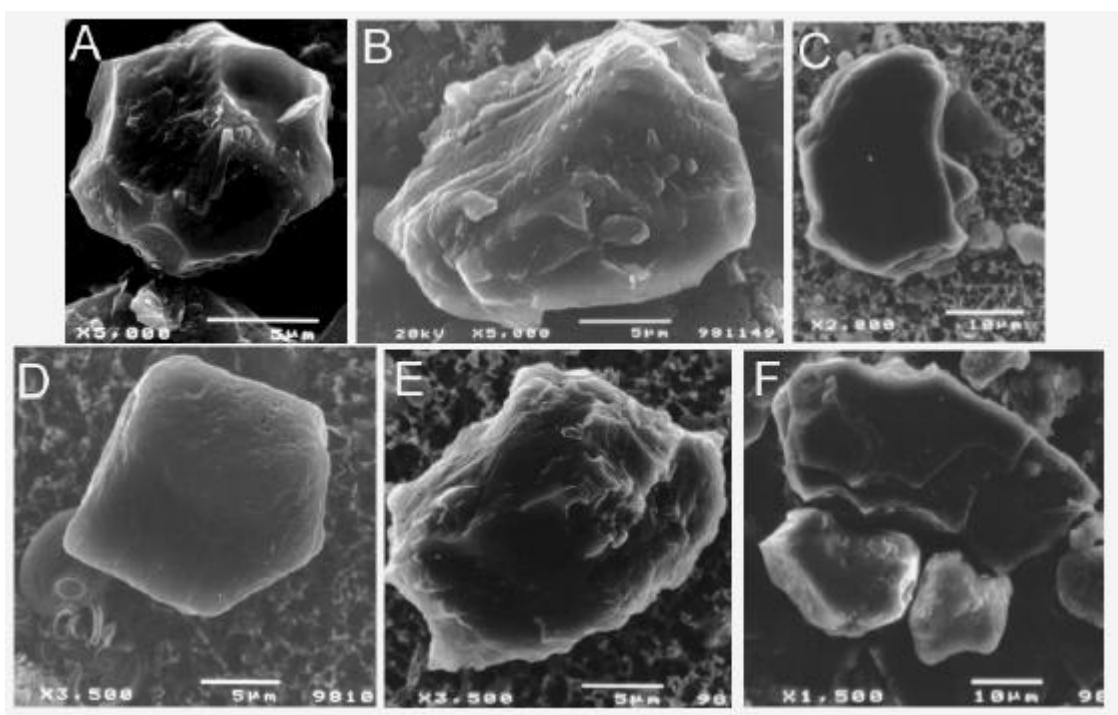


Figura V-16. A)D) grãos de quartzo arredondados; B)E) mineral arredondado (feldspato?); C)F) minerais planares com clivagem (micas).

No apêndice D apresentam-se algumas fotografias tiradas ao MEV, onde se observa exemplos representativos das partículas dominantes na CNS e CNF associadas com as massas de água costeira e oceânica.

Síntese:

A inspeção visual de amostras seleccionadas da CNS e CNF através do MEV revelou que o material pode ocorrer como agregados que usualmente incluem cocólitos. Em Outono 1996 e no Inverno de 1997, observou-se uma contribuição importante de organismos na MPS como os cocolitóforos, menos abundantes foram as diatomáceas, dinoflagelados e silicoflagelados. Os foraminíferos eram raros ou mesmo ausentes. A componente mineral aumenta geralmente na CNF, sendo as partículas da CNS maioritariamente orgânicas. No geral, observa-se um aumento das dimensões das partículas isoladas na CNF.

2.4.1. *Nanoplâncton calcário*

O estudo deste grupo de organismos, e em especial os cocolitóforos actuais, tem recebido especial atenção, sobretudo através do projecto MAST "E. huxleyi" e, mais recentemente, através dos trabalhos realizados no âmbito de uma rede TMR¹ europeia - CODENET². Contudo, o conhecimento da composição das associações e a distribuição temporal e espacial destes organismos na margem continental portuguesa é ainda escasso e pouco detalhado. Efectivamente tem-se dado maior relevância ao estudo de outros grupos, nomeadamente dinoflagelados e diatomáceas, por razões estratégicas de amostragem ou de interesse económico.

O objectivo inicial do presente trabalho contemplava a descrição qualitativa e quantitativa do conteúdo em nanoplâncton calcário presente nos filtros das amostras colhidas. Contudo, dada a importância dos resultados entretanto obtidos, este objectivo rapidamente evoluiu no sentido de relacionar as frequências de certas espécies de cocolitóforos com o comportamento de certas massas de água, bem como de analisar processos de ressuspensão e resedimentação marinha.

2.4.1.1. *Campanhas de amostragem*

As campanhas de colheita de material para estudo dos cocolitóforos foram realizadas nos cruzeiros CORVET/96 e CLIMA/97 (Tabela V-3). No cruzeiro CORVET, as amostras estudadas foram colhidas na 1ª fase do cruzeiro (2 a 5 de Novembro) tendo-se amostrado 3 secções que permitiram cobrir a plataforma e vertente continental oeste Portuguesa (fig. IV-9). No cruzeiro CLIMA as amostras foram colhidas a Norte do paralelo 41°N. Esta amostragem, numa área mais restrita, permitiu uma melhor caracterização das associações de cocolitóforos ao longo da coluna de água.

Tabela V-3. Informação geral sobre os cruzeiros onde houve colheita de amostra para o estudo do nanoplâncton calcário.

Campanha	Período	Coordenadas dos perfis	Níveis (m)	nº de amostras
CORVET/96	2-5 Novembro	12°W (norte-sul)	5	18
		36°N (este-oeste)	intermédio	02
		41°30' N (este-oeste)	fundo	18
CLIMA/97	4-16 Dezembro	3 perfis a norte de 41°N	5	09
			30	16
			80	11

¹ Training and Mobility of Researchers Activity of the European Commission

² Coccolithophorid Evolutionary Biodiversity and Ecology Network

O método usado para identificação e contagem das espécies de cocólitóforos foi diferente para cada campanha, mas em ambos os métodos as cocosferas e os cocólitos presentes em cada amostra foram contados em separado (ver capítulo sobre métodos). A listagem com a sistemática das 49 espécies identificadas pode ser consultado no Apêndice C.

2.4.1.2. Análise dos resultados das campanhas oceanográficas

A. CORVET (Outono de 1996)

A amostragem foi feita no Outono, no final do decorrer da estação de afloramento (upwelling), havendo ainda vestígios oceanográficos dessas condições.

No nível superior (5m), a abundância absoluta média de cocólitóforos era de 18×10^3 cel/l (Tabela V-4), variando de 84×10^3 cel/l (est.1) a 0.3×10^3 cel/l (est. 43). A abundância de cocosferas e cocólitos não varia significativamente nas estações a sul e a norte. No entanto, a diversidade de espécies é superior nas estações mais a sul e tende a diminuir para norte. Se observarmos os perfis perpendiculares à costa, observa-se que a estação mais próximo de terra apresenta, como seria de esperar, valores de abundância superiores e menor diversidade que as estações efectuadas mais ao largo.

Foi reconhecida nas amostras a espécie global e oportunística *Emiliana huxleyi* (Lohmann; Hay & Mohler, 1967) com valores que variam de 0.09×10^3 a 8.1×10^3 cel/l. Na grande maioria das amostras estão também presentes as espécies *Gephyrocapsa ericsonii* e *Gephyrocapsa muelleriae* com abundâncias superiores nas estações perto da costa (31×10^3 cel/l). A espécie *Helicosphaera carteri*, que é comum a várias zonas biogeográficas, apresenta abundância baixa, podendo mesmo ser considerada rara, com valores inferiores a 0.5×10^3 cel/l. No entanto, espécies relacionadas com massas de água quentes (subtropical e tropical) foram encontradas com abundâncias significativas, como *Gephyrocapsa oceanica* ($32 \times 10^3 - 0.1 \times 10^3$), *Rhabdosphaera clavigera* var. *clavigera* ($10.8 \times 10^3 - 0.2 \times 10^3$), *Umbellosphaera tenuis* ($0.6 \times 10^3 - 0.7 \times 10^3$), *Calcidiscus leptoporus* ($2.3 \times 10^3 - 0.1 \times 10^3$), *Discosphaera tubifera* ($< 1.1 \times 10^3$) e *Umbilicosphaera sibogae* ($< 0.1 \times 10^3$).

Secção 1 (Perfil sul)

Esta secção, na extremidade sul de Portugal, estende-se do Cabo de S. Vicente ao Banco de Gorringe. É de salientar a ocorrência do fenómeno de upwelling, que afecta sobretudo a estação 1, com aumento de importância das espécies oportunistas como *G. ericsonii*, *G. muelleriae* e *G. oceanica* (fig.V-17C).

A presença do Banco de Goringe, uma montanha submarina com profundidade mínima de cerca de 40-50m, tem também influência na distribuição das espécies, porque as condições alteram-se e assemelham-se novamente a uma zona costeira, embora estejamos em pleno oceano. Observações feitas neste banco mostraram uma elevada produção de biomassa (grande diversidade de algas castanha, vermelhas e verdes), alimentada possivelmente por correntes ascendentes que transportam águas de grandes profundidades, ricas em nutrientes, para a superfície. As simulações matemáticas da circulação oceânica local apresentam com consistência correntes circulares à volta dos picos do Goringe, vortex ciclónicos, de que resultam correntes ascendentes do fundo para a superfície (Santos, 2000). Assim, as espécies oceânicas e de águas mais quentes diminuem novamente de abundância (*U. tenuis*, *Syracosphaera* spp., *R. clavigera* *C. pelagicus*), aumentando a espécie cosmopolita *E. huxleyi*. A distribuição das espécies de águas quentes parece estar relacionada com a temperatura. Contudo, o valor mais elevado de abundância de *U. tenuis* não corresponde à estação que apresenta temperatura mais elevada (est.8), mas sim às adjacentes (est.6 e 14).

Tabela V-4. Abundâncias absolutas de cocosferas versus cocólitos, em amostras da superfície (5m) do perfil sul ($\times 10^3$ células/l).

Estação	1		4		6		8		14		16	
Latitude	37°01'.3N		36°57'.1N		35°53'.2N		36°48'.2N		36°33'.8N		36°30'.9N	
Longitude	9°03'.2W		9°21'.6W		9°42'.2W		10°06'.0W		11°19'.2W		11°33'.8W	
Prof. (m)	96		1530		2050		2720		1327		55	
Temperatura(°C)	17.28		19.63		19.72		20.87		20.16		20.04	
Salinidade	36.05		36.38		36.44		36.59		36.46		36.42	
Abund. absoluta ($\times 10^3$ cel. l ⁻¹)	84		9		18		8		10		8	
Espécies	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos
<i>B. bigelowi</i>					0.1	0.2	0.1					
<i>C.leptoporus</i>		1.8	0.8	3.2	0.6	7.2	0.4	7.3	2.3	15.4	1.1	8.0
<i>D.tubifera</i>							1.1					
<i>G.ericsonii</i>	30.8	34.5	0.2	12.2	7.0	64.4	0.3	1.2	1.3	43.5	0.6	1.0
<i>G.muellerae</i>	30.8	269.2	0.8	16.8	0.2	30.7	0.4	0.7		1.4		0.07
<i>G.oceanica</i>	7.4	147.8		1.2	0.1	17.3				2.1		0.07
<i>E.huxleyi</i>	8.1	377.0	1.6	70.3	1.4	53.6	0.2	13.1		4.8	1.8	17.0
<i>H.carteri</i>		1.4		0.2		0.2	0.07	0.3		0.1		
<i>R.clavigera</i>	0.7	1.0	1.0	5.8		0.1	0.7	3.2				
<i>S.spp</i>	1.8	19.3	0.4	5.6	0.9	7.4	0.8	11.1	1.3	9.2	0.3	0.5
<i>U. sibogae</i>					0.1							
<i>U.tenuis</i>	0.7	4.6	2.4	55.9	4.3	54.8	3.1	40.1	4.5	77.6	1.1	6.3
<i>Indeterminados</i>	2.8		1.4	0.2	3.7	0.1	0.5	0.8	0.7		3.4	

Secção 2 (perfil sul-norte)

Nesta secção, paralela à costa, as espécies *G. muellerae* e *R. clavigera* aumentam a sua importância para norte, ao contrário das espécies *U. tenuis* e *C. leptoporus* (fig.V-17B). A est. 25 apresenta comportamento diferenciado em relação à distribuição das espécies devido à intrusão de águas menos salinas e mais frias de origem subpolar no seio de águas de origem

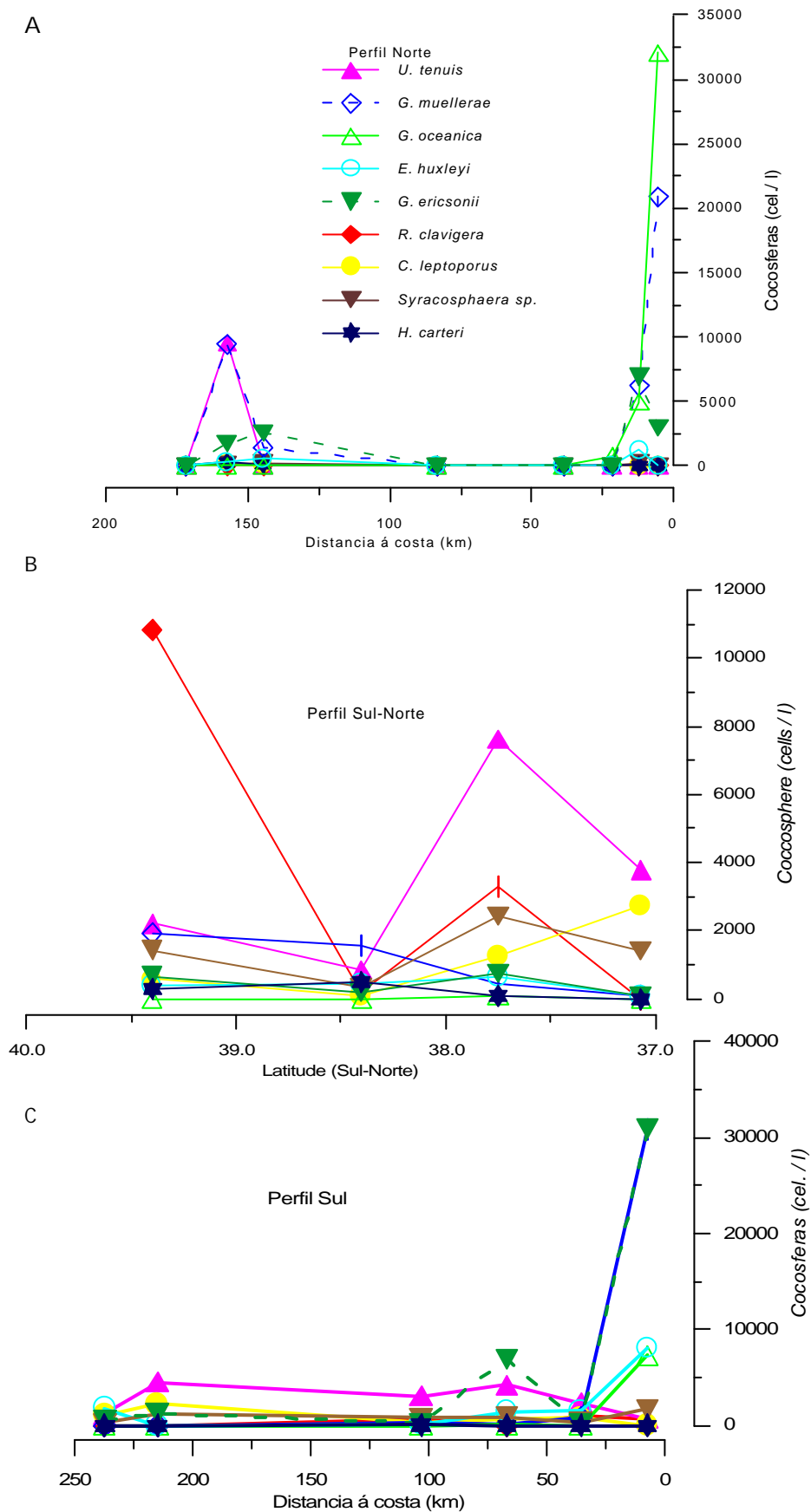


Figura V-17. Abundância das diferentes espécies dos cocolitóforos (-5m), nas 3 secções realizadas no cruzeiro Corvet 96:A) perfil norte (Póvoa do Varzim); B) perfil sul-norte e C) perfil sul (Cabo S. Vicente).

subtropical (mais quentes e salinas). Na Tabela V-5 são apresentadas as abundâncias absolutas de cocosferas e cocólitos identificados.

Tabela V-5. Tabela de abundâncias absolutas de cocosferas *versus* cocólitos, em amostras da superfície (5m) do perfil sul-norte ($\times 10^3$ células/l).

Estação	21		23		25		28	
Latitude	37°04'.7N		37°45'.0N		38°24'.4N		39°24'.5N	
Longitude	12°00'.5W		12°00'.0W		11°59'.4W		12°00'.0W	
Prof.(m)	5070		5075		4850		4066	
Temperatura(°C)	19.70		19.45		18.60		19.10	
Salinidade	36.29		36.20		35.98		36.08	
Abund.absoluta ($\times 10^3$ cel. l ⁻¹)	8		18		6		19	
Espécies	esferas	litos	esferas	litos	esferas	litos	esferas	litos
<i>B. bigelowi</i>			0.1			0.1		0.1
<i>C.leptoporus</i>	2.7	15.5	1.3	9.4	0.1	0.7	0.6	5.0
<i>D.tubifera</i>			0.5		0.05			
<i>G.ericsonii</i>	0.09	13.2	0.4	6.9	0.2	1.8	0.7	12.2
<i>G.muelleriae</i>	0.09	5.4	0.4	16.9	1.6	7.5	1.9	57.8
<i>G.oceanica</i>	0	1.5	0.1	2.8		0.1		0.2
<i>E.huxleyi</i>	0.09	12.0	0.6	22.8	0.4	2.9	0.4	5.4
<i>H.carteri</i>		0.4	0.1	0.6	0.5	0.8	0.3	2.8
<i>R.clavigera</i>			3.3	8.8	0.2	0.2	10.8	71.5
<i>S. spp</i>		1.9	2.4	13.4	0.3	0.2	1.4	9.8
<i>U.tenuis</i>	3.8	69.4	7.6	94.7	0.9	8.2	2.2	58.8
<i>Indeterminados</i>		0.3	1		0.8	0.5	0.6	

Secção 3 (perfil norte)

Localizada na plataforma e vertente continentais minhota, estende-se desde a costa, perto da Póvoa do Varzim, até à montanha submarina de Vigo. Esta secção compreende dois sectores bem distintos e separados por uma área em que os cocolitóforos estão ausentes (Tabela V-6). No sector perto da costa predominam as espécies *G. oceanica*, *G. muelleriae* e *G. ercsonii*, enquanto que no sector mais externo da plataforma, fora da influência da água menos salina da plataforma, predominam as espécies de águas quentes como *U. tenuis*, *C. leptoporus*, mas também a espécie *G. muelleriae*, típica de águas temperadas (fig.V-17A). O primeiro sector caracteriza-se pela influência de águas menos salinas provenientes da descarga dos rios da região, enquanto que no segundo sector coexistem espécies subtropicais e temperadas, o que poderá indicar uma mistura de massas de água com origens distintas (subpolar e subtropical).

A observação dos filtros ao microscópio electrónico de varrimento possibilitou o reconhecimento de outras espécies menos abundantes ou mais diminutas, como *Alisphaera spatula*, *Coronosphaera mediterranea*, *Polycrater galapagensis*, *S. molischii* e *S. pulchra*. As amostras colhidas às profundidades de 75 m (Est. 4) e 86m (Est. 41) mostraram a presença de espécies da zona fótica intermédia (*Michaelsarsia elegans*) e profunda (*Algirosphaera*

quadricornu, *Alveosphaera bimurata*, *Cyclolithus anulus*, *Florisphaera profunda*, *Syracosphaera lamina* e *Turrilithus latericioides*).

A presença de uma comunidade subtropical tão perto da plataforma e a latitudes superiores a 41°N parece evidenciar que, durante o Inverno, águas provenientes da Frente dos Açores são introduzidas na Contra Corrente de Portugal (corrente para norte que se estabelece na vertente continental). Ao ocorrer por volta dos 75-80m, ao nível da latitude de Portugal, esta comunidade subtropical da zona fótica intermédia e profunda, mostra que os 120-220m superiores, desta massa de água subtropical são introduzidos na Contra Corrente de Portugal (Cachão *et al.*, 2000).

Tabela V-6. Tabela de abundâncias absolutas de cocosferas ($\times 10^3$ células l^{-1}) e de cocólitos ($\times 10^3$ litos l^{-1}), em amostras da superfície (5m) do perfil norte.

Estação	34		35		36		37		39		41		42		43	
Latitude	41°24'.6N		41°24'.7N		41°24'.7N		41°24'.3N		41°24'.5N		41°24'.6N		41°24'.5N		41°24'.6N	
Longitude	8°49'.2W		8°54'.9W		9°02'.0W		9°14'.3W		9°46'.6W		10°30'.9W		10°40'.0W		10°50'.3W	
Prof. (m)	38		66		90		800		2618		3585		2410		3061	
Temperatura	15.09		15.33		15.40		15.82		17.71		17.37		17.69		17.71	
Salinidade	35.32		35.46		35.48		35.83		35.89		35.88		35.80		38.82	
Abund. absoluta ($\times 10^3$ cel. l^{-1})	63		20		9		0		0		10		24		0.3	
Espécies	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos	esf.	litos
<i>B. bigelowi</i>																
<i>C. leptoporus</i>		0.7		0.2							0.1		0.2	1.1		
<i>D. tubifera</i>																
<i>G. ericsonii</i>	3.0	185.6	6.9	101.6							2.5	4.3	1.8	31.2		0.03
<i>G. muelleriae</i>	20.9	459.3	6.2	110.6		0.08					1.4	11.6	9.4	173.7		0.03
<i>G. oceanica</i>	32.0	409.3	5.0	50.1	0.7	0.8					0	0.4		2.1		
<i>E. huxleyi</i>		284.0	1.2	93.2							0.6	2.1	0.3	40.5		0.03
<i>H. carteri</i>		13.0									0.1		0.3	0.5		
<i>R. clavigera</i>																
<i>S. spp</i>		20.1	0.2	1.0		0.08					0.2	0.1	0.2	5.8		
<i>U. tenuis</i>				0.2								0.8	9.6	192.9		
<i>Indeterminados</i>	2.2			1.2	1.3						4.8	2.2	2		0.3	0.07

Resultados da contagem dos cocólitos isolados

Para cada uma das estações de superfície (5m), foram também contados os cocólitos (ou litos para simplificar) isolados e separados das cocosferas. Adicionalmente às contagens de litos feitas em amostras da CNS (5m), foram também realizadas contagens em amostras colhidas na CNF (≈ 5 m acima do fundo) e em algumas estações a níveis intermédios (est. 4 e 41). Os dados são apresentados na tabela V-7. Em princípio, sendo os litos libertados pelas cocosferas, a quantidade de litos de uma determinada espécie presentes na mesma estação deveria ser proporcional ao número de cocosferas.

A comparação, por espécie, da concentração dos litos dos filtros da superfície com os níveis nefelóides intermédio e de fundo permite distinguir situações diversas. Por exemplo, a

concentração dos placólitos de *C.leptoporus*, aumenta significativamente nalguns casos (como nas est.34 a 43) e noutros apenas aumenta ligeiramente (est. 1 e 4). As est. 6, 8, e 16 mostram um decréscimo nos valores de concentração mais acentuado na estação 14.

Tabela V-7. Comparação dos valores de concentração de litos à superfície ($\times 10^3$ litos l^{-1}) com as camadas nefelóides de fundo e intermédia da coluna de água. (*) menos de 100 litos l^{-1} .

	Prof. (m)	<i>C.leptoporus</i>	<i>C. pelagicus</i>	<i>E. huxleyi</i>	<i>G. ericsonii</i>	<i>G. muelleriae</i>	<i>G. oceanica</i>	<i>H. carteri</i>	<i>R. clavigera</i>	<i>Syracosphaera</i> spp.	<i>U.tenuis</i>	<i>F. profunda</i>	<i>U.sibogae</i>
est. 1	5 95	1.8 4.6	1.4 1.6	377 165	345 208	269 115	148 140	1.4 9.5	1.1 0.3	19.0 27.8	4.8 4.7	- -	- 0.6
est. 4	5 75	3.2 4.5	- 0.3	70.3 27.1	12.1 21.6	16.8 23.6	1.2 20.5	0.2 0.6	5.8 1.1	5.6 1.7	55.9 13.6	- 48.6	- -
est. 6	5 2002	7.2 4.6	- 1.4	53.6 21.1	64.4 6.9	30.7 11.4	17.3 8.0	0.2 0.2	0.1 -	7.4 0.9	54.8 0.5	- -	0.2 -
est. 8	5 2716	7.3 3.8	- -	13.1 5.7	1.2 17.6	0.7 1.8	- 6.5	0.3 0.8	3.2 *	11.1 1.0	40.1 1.7	- -	- -
est. 14	5 1325	15.4 3.9	- 0.5	4.8 9.0	43.5 1.5	1.4 1.6	2.1 3.3	0.1 0.2	- *	9.1 *	77.6 -	- -	- -
est. 16	5 52	8.0 7.4	- *	17.0 18.0	1.0 9.2	* 1.4	* 0.6	- 0.6	- 5.0	0.5 5.6	6.3 25.6	- 3.6	- -
est. 34	5 28	0.7 2.6	3.4 48.8	284 321	186 318	459 238	409 539	13.0 112	- -	20.1 47.5	- -	- -	0.7 -
est. 35	5 57	0.2 5.5	- 14.4	93.2 331	102 175	111 128	50 359	- 55.0	- -	1.0 -	0.2 -	- -	- -
est. 36	5 85	- 12.9	- 34.9	- 520	- 192	- 163	- 272	- 102	- -	- 5.1	- -	- -	- -
est. 37	5 680	- 9.0	- 0.9	- 33.2	- 13.6	- 72.1	- 27.9	- 4.2	- -	- 2.0	- 0.7	- 5.4	- 0.8
est. 39	5 2505	- 4.0	- 1.8	- 11.0	- 18.6	- 4.2	- 7.0	- 1.6	- -	- 0.4	- 8.4	- -	- -
est. 41	5 86	- 0.9	- -	2.1 69.1	4.3 66.7	11.6 47.1	0.4 4.8	- 1.0	- -	0.1 1.4	0.8 12.4	- 150	- 0.1
est. 42	5 2423	1.1 8.3	- 1.0	40.5 1.5	31.2 2.1	174 0.8	2.1 3.1	0.5 1.5	- -	5.8 0.1	193 -	- -	- -
est. 43	5 2800	- 1.1	- 1.1	- 0.2	- 1.1	- 0.6	- 0.6	- 0.2	- -	- -	- 0.4	- -	- -

A espécie *E. huxleyi*, que produz placólitos mais pequenos e menos resistentes que a espécie anterior, também não apresenta tendência definida, isto é, aumenta em algumas estações (est.35, 36, 37,39, 14), decresce noutras (est. 1,4,6,8) ou mantém os valores nas restantes (est.16 e 34). Nas amostras colhidas, a espécie *C. pelagicus* é rara à superfície, tanto como litos como cocosfera, mas está bem representada na camada nefelóide de fundo. Outras espécies só com placólitos são a *U. sibogae*, *Reticulofenestra sp.* e *Cyrcargolithus floridanus*. As duas últimas espécies correspondem a formas fósseis indicando a existência de ressuspensão e resedimentação. As concentrações de placólitos das espécies *Gephyrocapsa* mostram um padrão de flutuação inconsistente de aumento e diminuição de estação para estação. Mais fácil de explicar é o aumento da *F. profunda* com a profundidade devido à sua preferência pela zona fótica profunda (>80m).

A espécie *U. tenuis* apresenta nas estações do perfil sul valores superiores à superfície do que no fundo, só aumentando na estação 16. No perfil Norte está normalmente ausente à superfície, com excepção da estação 42 e, aparece junto ao fundo com valores baixos.

As estações 37 e 39 não apresentam desenvolvimento de cocolitóforos nem a presença residual de litos aos 5m. Contudo, as amostras do fundo mostram conteúdo significativo de litos cuja associação se assemelha mais às estações perto da costa do que as neríticas, sugerindo a existência de mecanismos de circulação para fora da plataforma aos níveis inferiores da coluna de água.

B. CLIMA (Inverno 1997)

Pretendeu-se essencialmente caracterizar a associação de cocolitóforos presentes, no período de Inverno. A amostragem foi feita na coluna de água a 5, 30 e 80m de profundidade, em três perfis paralelos à costa, na área compreendida entre os paralelos 41°N e o 41°30' N (Tabela V-8A e 8B).

No nível superior (5m) a abundância absoluta média dos cocolitóforos era de $273 \times 10^3 \text{ cel.l}^{-1}$, enquanto que aos 30m era de $251 \times 10^3 \text{ cel.l}^{-1}$ e aos 80m de $134 \times 10^3 \text{ cel.l}^{-1}$. A abundância de cocosferas era máxima à superfície (-5m), diminuindo para cerca de metade aos 80m de profundidade. Nos perfis perpendiculares à costa observa-se que as estações mais ao largo (a mais de 45 Km da costa) apresentam valores de abundância superiores (fig. V-18). No

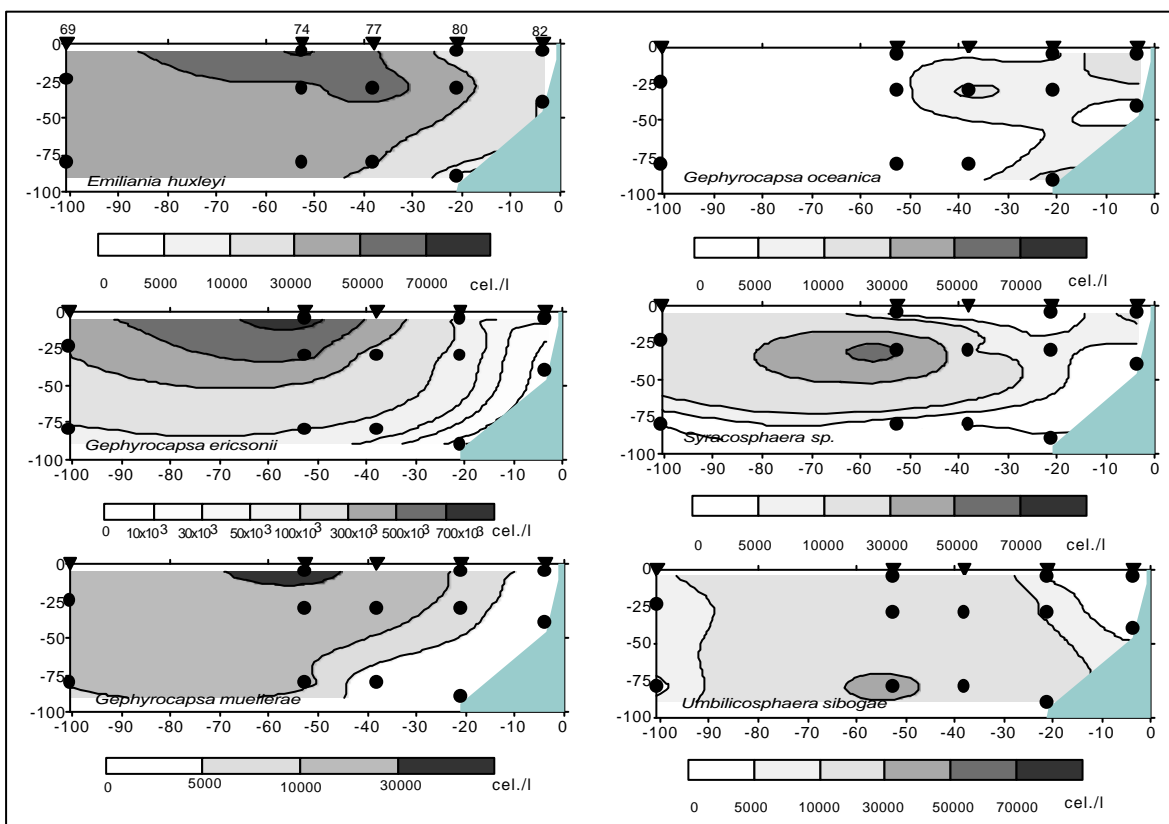


Figura V-18. Distribuição da abundância das mais importantes espécies de cocolitóforos, segundo um perfil perpendicular à costa, para o cruzeiro CLIMA 97. Observam-se os máximos de abundância, perto do bordo plataforma.

entanto, a diversidade mantém-se, sendo mais importante a variação do tipo e número de espécies ao longo da coluna de água.

A espécie mais abundante em todos os níveis é a *G. ercsonii*, com valores que variam de $787 \times 10^3 \text{ cel.l}^{-1}$ a $0.4 \times 10^3 \text{ cel.l}^{-1}$. Tal como no cruzeiro anterior, a espécie oportunística *E. huxleyi* ($2.4 \times 10^{-3} - 73 \times 10^{-3}$) também está presente, assim como a *G. muelleriae* ($1.1 \times 10^3 -$

Tabela V-8A. Localização, temperatura, salinidade e abundância de cocolitóforos ($\times 10^3 \text{ células l}^{-1}$) em amostras colhidas, a 5 m, 30 m and 80 m, durante o cruzeiro CLIMA 97.

Est.	82	80	77	74	69	104	102	100	99	93	120	119	117	114
Latitude	41°29'.9N	41°29'.7N	41°30'.0N	41°29'.8N	41°29'.8N	40°41'.1N	41°41'.2N	41°41'.3N	41°41'.4N	41°41'.2N	40°51'.0N	41°51'.0N	41°49'.3N	41°48'.5N
Longitude	8°50'.4W	9°02'.9W	9°15'.2W	9°25'.7W	10°00'.3W	8°53'.1W	09°05'.2W	09°19'.2W	09°23'.0W	09°59'.7W	08°55'.1W	09°00'.1W	09°10'.1W	09°24'.6W
Prof. (m)	30	94	800	2031	3100	30	104	430	1075	2886	43	86	120	913
Temp.(°C)														
5	-	16.726	-	16.469	-	15.179	15.630	16.197	16.463	16.226	14.863	15.194	16.257	16.421
30	-	16.801	16.707	16.517	-	16.541	17.046	16.728	16.501	16.242	16.692	16.296	16.744	16.418
80	-	15.481	15.345	16.366	-	-	15.211	15.550	16.245	15.295	-	16.420	16.021	16.445
Salinidade														
5	-	35.793	-	35.879	-	34.215	34.427	35.639	35.798	35.867	32.813	33.551	35.430	35.849
30	-	35.889	35.940	35.931	-	35.629	35.924	35.853	35.833	35.897	35.765	35.178	35.813	35.850
80	-	36.024	36.007	35.942	-	-	36.015	36.004	35.944	35.970	-	35.998	36.003	35.950
Abund. ($\times 10^3 \text{ cel. l}^{-1}$)														
5	102	108	-	967	-	69	278	454	-	-	84	-	-	120
30	20	136	330	709	393	8	103	256	274	576	9	148	254	300
80	-	30	128	200	156	-	52	88	398	120	-	32	89	180

Tabela V-8B. Abundância absoluta de cocolitóforos ($\times 10^3 \text{ células l}^{-1}$) em amostras colhidas às profundidades de 5 m, 30 m e 80 m, durante o cruzeiro CLIMA 97. (*) - litos livres.

Est.	Prof. amostragem (m)	<i>A. brasiliensis</i>	<i>A. ordinata</i>	<i>A. unicornis</i>	<i>C. leptopus</i>	<i>C. mediterranea</i>	<i>C. pelagicus</i>	<i>D. tubifera</i>	<i>E. huxleyi</i>	<i>G. ercsonii</i>	<i>G. muelleriae</i>	<i>G. oceanica</i>	<i>H. carteri</i>	<i>R. clavigera</i>	<i>Scyphosph. spp.</i>	<i>Syracosph. spp.</i>	<i>S. lamina</i>	<i>S. molichii</i>	<i>S. pulchra</i>	<i>U. sibogae</i>
69	30					*		4.8	34.8	307.2	14.2	*	*	7.9	3.2	14.2			1.6	4.8
	80					*			37.2	84.6	10.2	*	*	*	13.5	*				3.4
74	5	0.4			*	*		6.8	73.0	786.6	36.6	4.1	*	1.4	2.7	23				28.4
	30				*			3.3	44.3	543.2	19.7	3.2	*	*	8.2	50.9	14.8			18.0
	80				*			1.7	43.4	96.9	11.7		*	*	8.4	*			1.7	36.8
77	30	1.7	1.7		*			1.7	60.9	198	15.2	11.8		*	1.7	8.5	*		1.7	25.4
	80				*			*	30.7	70.4	*	*		*	9.0	*			*	18.0
80	5				*				20.3	62.3	8.1	9.5	*	*	4.1	*			*	4.1
	30		1.6		*				35.6	74.4	6.5	3.2	*	*	0.4	3.2	1.6	1.6	*	8.1
	80				*		*	*		2.4	1.6	7.9	3.2	*	*	1.6	*	0.8	*	12.6
82	5	1.7			*				18.6	40.6	3.4	22.0	*	*		11.8		1.8	*	1.7
	30				*		*		8.1	1.8	2.7	2.7	*	0.9	*	0.9			*	2.7
93	30				*			*	65.0	438.6	18.1	1.8		1.8	5.4	25.3			3.6	16.2
	80				*			*	28.8	66.0	*	*		*	8.5	*			*	16.9
99	30				*			*	42.3	196.3	13.5	*		*	*	3.4			*	11.8
	80				*			1.7	38.9	294.5	18.6	*		*	*	8.5			*	35.5
100	5		1.7	1.7	*	*		1.7	67.7	282.6	35.5	5.1	*	*	*	16.9		3.4	3.4	33.8
	30				*			3.4	32.2	208.2	5.1	*	*	1.7	*	1.7			*	3.4
	80				*	*		*	16.2	50.5	5.4	1.8	*	*	1.8	*			*	12.6
102	5				*		*		47.4	162.5	23.7	33.8	*	*		*		3.4	3.4	3.4
	30				*		*		27.1	49.1	6.8	5.1	*	*	1.7	*			*	13.5
	80				*		*		7.2	32.5	7.2	*	*	*	*	*			*	5.4
104	5				*	*	*		33.8	9.5	5.4		*			16.2		*	1.4	2.7
	30				0.6	*	*	*	2.5		*	1.3	0.6		0.6	*		*		1.3
114	5							*	9.3	85.9	9.3	2.3	*	*	*	3.1			*	9.3
	30							*	26.2	223.2	8.2	*	*	*	1.6	24.6	3.3		*	13.1
	80							1.7	25.0	123.3	*	*	*	*	*	1.7			*	28.3
117	30				*		3.4		44.7	171.9	1.9	*	*	*	8.6	*			1.7	22.3
	80				*			1.7	16.6	44.5	5.2	*	*	*	0.9	*			*	20.1
119	30				*		*		37.1	72.7	11.4	2.8	*	*	1.4	2.8	1.4		1.4	12.8
	80				*		*		6.8	20.3	1.1	1.1	*	*	*	*			*	2.2
120	5				*		*		25.7	48.7	1.4	1.4	*	*	*	5.4			1.4	*
	30				*		*	0.4	2.4	0.4	1.2	0.4	0.4	*	*	*			*	3.6

35.5×10^3). As espécies características de massas de águas subtropicais e tropicais também foram encontradas com abundância significativa, como a *G. oceanica* (0.4×10^3 - 33.8×10^3), *U. sibogae* (1.3×10^3 - 36.8×10^3), *Syracosphaera sp.* (0.9×10^3 - 51×10^3), *Scyphosphaera* (0.4×10^3 - 13.5×10^3), *D. tubifera* (0.4×10^3 - 6.8×10^3) e *S. pulchra* (1.4×10^3 - 3.6×10^3).

Superfície (5m)

As águas superficiais costeiras mostram baixos valores de salinidade e temperatura, em resultado directo do fluxo de água doce continental (plumas dos rios). Uma frente salina, bem marcada, entre as águas continentais e oceânicas, localiza-se a cerca de 30 km da costa. De modo geral, todas as espécies mostram valores superiores de abundância à medida que nos afastamos para o largo. Constituem excepção a este comportamento as espécies *Syracosphaera sp.*, cuja abundância se mantém ou sofre um aumento genérico na proximidade da costa (fig. V-32), e *G. oceanica*, que na est.82 tem abundância superior (22.0×10^3 cel l⁻¹).

Os litos mostram a mesma tendência, com excepção das duas espécies referidas anteriormente as quais são, por vezes, mais abundantes na proximidade da costa, mas em locais menos influenciados pelos rios (est.82).

A distribuição horizontal aos 5m mostra que a massa de água continental influencia fortemente a distribuição das diferentes espécies (fig.V-33). Além disso, será de colocar a hipótese de outro factor, além da temperatura e salinidade, estar a influenciar a sua distribuição. Margalef (1983) propôs um terceiro factor, a turbulência do meio, que promoveria a mistura das massas de água, factor este cuja importância tem sido igualmente reconhecida por Cachão (1998). Nas condições de Inverno, que prevaleceram durante o cruzeiro, este factor poderá ajudar a explicar a ocorrência de espécies subtropicais e temperadas com máximos em condições hidrológicas semelhantes.

A generalidade das espécies apresenta os máximos de abundância nas águas oceânicas (fig.V-19). As espécies que apresentam comportamento diverso do geral são a *G. oceanica* que tem uma distribuição particular, com o máximo de abundância na zona de transição entre as águas continentais e oceânicas e a *Syracosphaera sp.* que apresenta dois máximos, um perto da costa e outro ao largo, ou seja, em duas massas de água com características bem distintas de temperatura e salinidade.

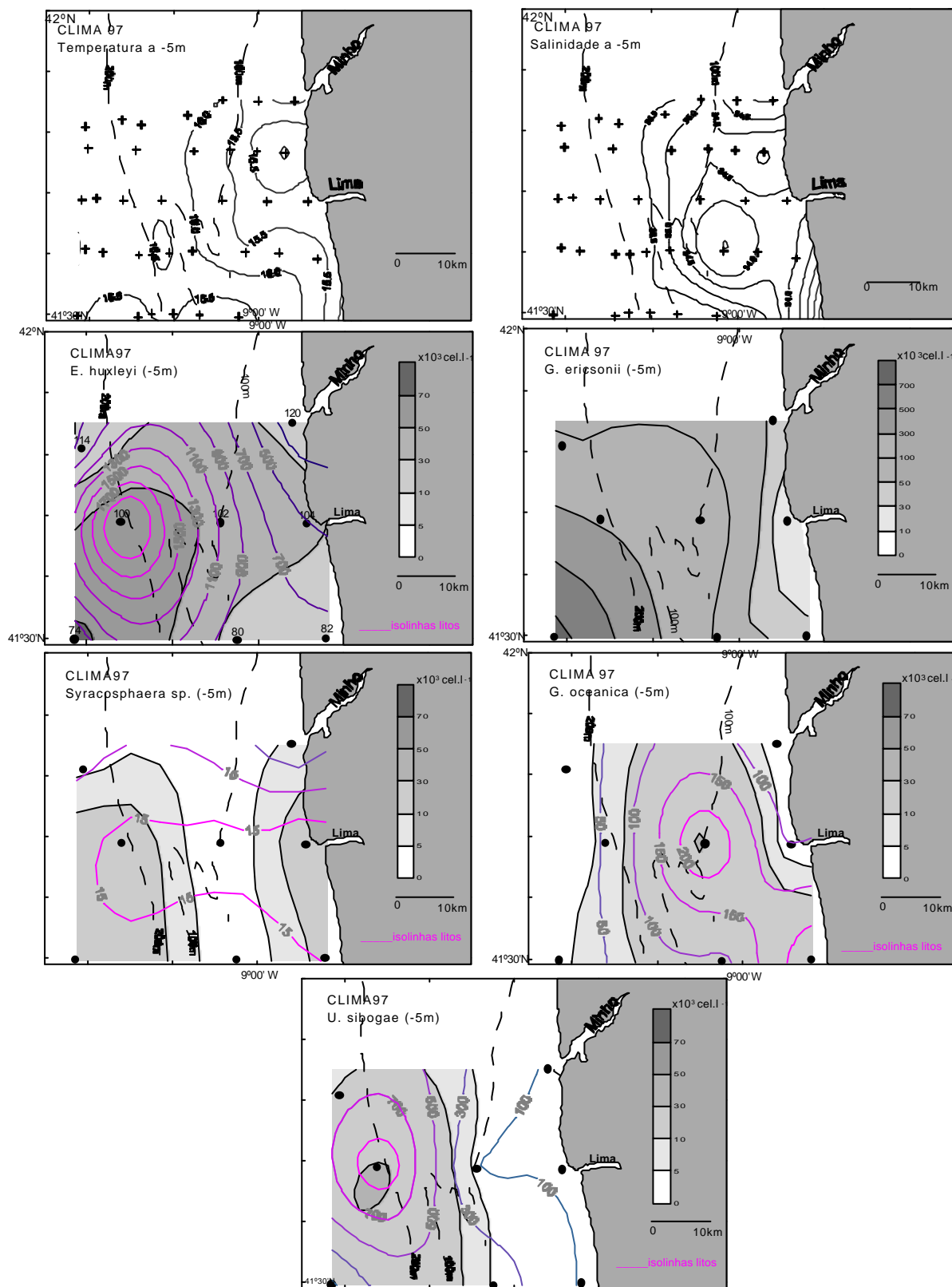


Figura V-19. Distribuição horizontal (5m), para as várias espécies de cocolitóforos encontrados, assim como para a temperatura e salinidade, do cruzeiro CLIMA 97. As isolinhas de cor azul a rosa representam as abundância dos litos ($\times 10^3$ litos $^{-1}$), geralmente mais abundantes nos locais onde temos os máximos de cocosferas.

Nível intermédio e inferior (30 e 80m)

À semelhança do verificado no nível superficial, foi detectado uma tendência geral de aumento dos valores de abundância para o largo (Tabela V-8b). De referir que não se verifica uma separação nítida entre espécies de massas de água subtropicais e temperadas. De facto, estes dois grupos predominantes encontram-se misturados, o que denota uma forte mistura das massas de água na plataforma continental.

As espécies de massas de água temperadas (*G.ercsonii*, *G. muelleriae*, *E. huxleyi*) mostram uma tendência para diminuir a sua abundância média à medida que descemos na coluna de água, enquanto que a *U. sibogae* (massas de água subtropical) exhibe comportamento oposto.

Aos 80m, a *U. sibogae* apresenta maior abundância nos locais de temperatura superior a 16°C.

Resultados da análise dos litos

Além da relação evidente entre máximos de cocosferas e máximos de litos (fig.V-19), pretende-se analisar também a variação da sua concentração ao longo da coluna de água e especialmente na camada nefelóide de fundo. Os dados necessários a tal análise são apresentados na tabela V-9.

Tabela V-9. Comparação dos valores de concentração de litos ($\times 10^3$ litos l^{-1}) obtidos nas CNS, CNI e CNF.

Est.	Prof. (m)	C. leptopus	C. pelagicus	E. huxleyi	G. oceanica	G. muelleriae	H. carteri	Pontosphaera	Scyphosph.	R. clavigera	D. tubifera	Syracosphaera spp.	S. pulchra	U. sibogae	U. tenuis
69	24	-	-	861.4	-	57.0	1.6	9.5	9.5	6.3	9.5	15.8	14.2	72.8	4.8
	80	6.8	-	660.0	10.2	16.9	-	67.7	10.2	6.8	-	3.4	-	57.5	30.5
74	5	6.8	-	736.5	12.2	48.7	1.4	8.1	8.1	5.4	8.1	13.5	12.2	62.3	4.0
	30	3.3	-	320.0	4.9	8.2	1.6	32.8	4.9	3.3	26.2	1.6	6.5	27.9	14.8
	80	-	-	738.8	-	63.5	-	35.1	35.1	3.3	15.0	6.7	8.4	267.4	5.0
	1440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	30	1.7	-	1107.	25.4	101.5	-	23.7	13.5	1.7	15.2	10.2	18.6	252.2	-
	80	3.6	-	350.2	34.3	39.7	-	27.1	9.0	-	9.0	5.4	19.8	236.5	5.4
80	5	2.7	-	750.0	83.9	33.8	2.7	1.4	2.7	1.4	-	9.5	9.5	440.0	-
	30	1.6	-	594.9	32.3	34.0	8.1	3.2	3.2	1.6	-	8.1	24.2	80.2	-
	90	3.2	14.2	429.3	68.0	25.3	16.6	7.9	12.6	1.6	4.7	1.6	10.3	110.7	0.8
82	5	-	3.4	770.0	245.4	37.2	8.5	-	-	3.4	-	15.2	38.9	79.5	-
	40	1.8	21.7	256.3	69.5	4.5	16.2	-	1.8	-	-	6.3	4.5	15.3	-
93	30	3.6	-	2061.	21.7	164.3	-	39.7	32.5	5.4	50.5	18	10.8	391.7	3.6
	80	5.1	-	575.4	-	23.7	-	28.8	32.2	11.8	5.1	6.8	11.8	297.8	1.7
99	30	-	-	1287.	16.9	110.0	-	28.8	6.8	3.4	30.5	5.1	10.2	323.2	-
	80	1.7	-	1827.	1.7	162.5	-	62.6	37.2	8.5	42.3	16.9	20.3	648.2	3.4
100	5	3.4	-	2335.	52.5	150.6	-	1.7	10.2	10.2	25.4	16.9	25.4	1098.	-
	30	-	-	1100.	20.3	106.6	1.7	6.8	10.2	-	15.2	22.0	-	181.1	1.7
	80	5.4	-	449.5	12.6	30.7	1.8	39.7	16.2	-	7.2	5.4	3.6	281.6	1.8
102	5	6.8	10.2	1072.	257.2	40.6	-	-	-	-	-	16.9	13.5	71.1	3.4
	30	8.5	-	981.5	69.4	60.9	-	-	10.2	8.5	-	15.2	22.0	134.7	3.4
	80	5.4	5.4	1469.	1.8	93.9	14.4	5.4	7.2	3.6	1.8	37.9	28.8	196.8	9.0
104	5	1.4	6.8	503.6	90.7	8.1	9.5	-	-	-	-	20.3	5.4	82.6	-
	30	1.3	1.3	73.5	8.2	0.6	8.9	-	0.6	-	0.6	1.9	1.3	30.4	-
114	5	-	-	697.0	14.7	35.6	-	15.5	3.9	2.3	8.5	9.3	9.3	604.2	-
	30	-	-	1399.	11.5	134.6	-	13.1	-	1.6	24.6	26.2	14.8	283.9	-
	80	-	-	1114.7	10.0	95.0	3.3	55.0	8.3	13.3	30.3	8.3	15.0	445.6	-
117	30	-	-	761.6	18.9	39.5	3.4	8.6	12.0	5.2	-	1.7	6.9	199.4	-
	80	0.9	-	612.3	31.4	33.2	1.7	-	0.9	4.4	0.9	6.1	4.4	166.8	1.7
119	30	1.4	-	818.0	68.4	45.6	1.4	4.37	-	1.4	2.8	11.4	12.8	69.8	-
	80	6.8	6.8	681.4	116.2	56.4	15.8	7.9	3.4	2.2	-	42.9	9.0	155.7	-
120	5	-	2.7	173.3	54.2	19.0	-	-	2.7	-	-	-	4.1	82.6	-
	30	0.8	2.4	46.2	9.6	1.6	2.4	0.8	1.2	0.4	-	1.6	-	43.8	-

Podem-se distinguir três situações diferentes nos litos que se estão a libertar para a coluna de água: os que geralmente mantêm as suas concentrações ao longo da coluna de água (*E. huxleyi*), aqueles cuja concentração diminui para o fundo (*G. oceanica*, *Syracosphaera sp*) e os que apresentam comportamentos distintos conforme as estações (*G.muelleriae*, *S. pulchra*). As espécies que ocorrem geralmente representadas por litos e raramente como células vivas (entre outras, *C. leptoporus*, *C.pelagicus*, *H. carteri*, *Pontosphaera sp.*, *Scyphosphaera sp.*, *R. clavigera*, *D. tubifera*, e *U.tenuis*) apresentam também comportamentos distintos. *C. pelagicus* ocorre apenas nas amostras da plataforma continental, apresentando geralmente concentração superior perto do fundo, com excepção das est. 102 e 104 (frente ao rio Lima). *D. tubifera*, pelo contrário, apresenta concentrações mais baixas nas estações da plataforma, ou simplesmente desaparece à superfície, só aparecendo perto do fundo (est. 80, 102, 104 e 117) com concentrações baixas (ressuspensão do fundo?). *U. tenuis* ocorre nas estações mais profundas com concentrações superiores aos níveis intermédios, com excepção da est. 102. *H. carteri* aparece geralmente com concentração superior na CNF (est. 80, 82, 119). Os placólitos cuja abundância é superior na CNF do que na coluna de água sobrejacente, representam certamente espécies mais resistentes aos processos de dissolução, tanto na coluna de água como no sedimento, indicando a existência de ressuspensão.

C. Análise estatística

A distribuição do nanoplâncton calcário resulta de uma complexa interacção entre estes organismos e o ambiente que os rodeia, sendo influenciada principalmente pela alteração das massas de água (temperatura e salinidade), nutrientes, turbulência e penetração da luz (turbidez). Na tentativa de identificar possíveis relações estatísticas (correlação, covariância, antivariância) no que concerne à distribuição particular das diversas espécies de nanoplâncton calcário observadas, com alguns dos factores que poderão condicionar a sua presença, foi efectuada um tratamento estatístico multivariado.

A análise multivariada é utilizada habitualmente em estudos geológicos e biológicos. Não obstante terem objectivos distintos e os modelos matemáticos em que se baseiam serem diferentes, os métodos empregues em tais estudos pressupõem sempre a redução da totalidade das variáveis em apenas alguns factores. Entre os métodos mais usados estão a análise de componentes principais e a análise factorial.

Neste trabalho considerou-se a análise factorial como sendo a mais útil, visto que se pretendia a extracção de um pequeno número de factores e classificar as espécies em grupos naturais.

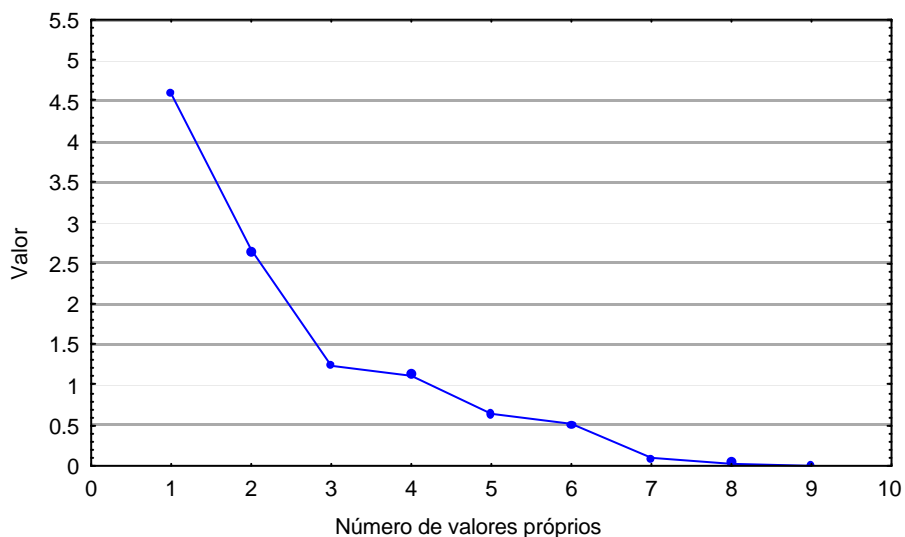
Foi apenas aplicada ao cruzeiro CORVET devido ao maior número de amostras, tanto por perfil como por nível (5m e fundo).

Nas colheitas a 5m, foram usadas as abundâncias absolutas obtidas para cada espécie. A análise foi feita separadamente para as cocosferas e litos, visto que estas pequenas placas calcílicas podem persistir por algum tempo na coluna de água, dando-nos informações complementares. Nas colheitas perto do fundo, foram apenas consideradas as contagens dos litos. Pretendeu-se ver em que medida os diferentes litos estão relacionados entre si, e com os parâmetros de medida da quantidade de matéria particulada em suspensão (turbidez e concentração), assim como com os processos de dispersão, contaminação e ressuspensão.

C1.Análise factorial - Cruzeiro CORVET 96

Em 18 amostras recolhidas nos 3 perfis realizados no cruzeiro CORVET 96 foram reconhecidas 19 morfotipos de litos e 16 espécies distintas de cocolitóforos (cocosferas). Uma análise quantitativa das mesmas aos 5m (litos e cocosferas) e perto do fundo (a cerca de 5m do fundo), permitiu a obtenção de três matrizes de contagem, submetidas separadamente a uma análise factorial através do programa "Statistica for Windows".

Para os dados das contagens das cocosferas a 5m trabalhou-se com uma matriz conjunta de 12 variáveis (Temperatura, Salinidade, Nefelometria e as 9 espécies mais representativas) por



Factores	Valores próprios	Variância explicada (%)	Valores próprios acumulados	Variância acumulada (%)
1	4.59	38.25	4.59	38.25
2	2.65	22.08	7.24	60.33
3	1.24	10.36	8.48	70.69
4	1.12	9.34	9.60	80.03

Figura V-20. Determinação dos factores significativos da análise factorial para as espécies de cocolitóforos (cocosferas) encontradas a -5m e tabela com a variância explicada para um universo de 12 variáveis.

16 amostras (foram retiradas duas estações do perfil Norte por apresentarem a este nível ausência de cocolitóforos), para o qual foi calculada a respectiva matriz de correlação (Apêndice C). Esta operação permitiu concluir que uma parte significativa da distribuição é explicada através da determinação de quatro factores ou agrupamentos, sendo negligenciável o contributo dos restantes. Após a extracção dos valores próprios (fig.V-20), foi efectuada uma rotação *varimax*, de modo a obter uma optimização dos valores utilizados em função do número de factores extraídos (4) ou seja dos principais eixos de distribuição. O 1º factor permite explicar 38% da variabilidade dos dados, relacionando a temperatura e salinidade (massas de água) com uma associação típica de águas quentes (*C. leptoporus*, *U. tenuis* e *Syracosphaera spp.*). Inversamente, a nefelometria influencia negativamente esta distribuição, conjuntamente com espécies de águas temperadas (*H. carteri*, *G. muelleriae* e *G. ericsonii*).

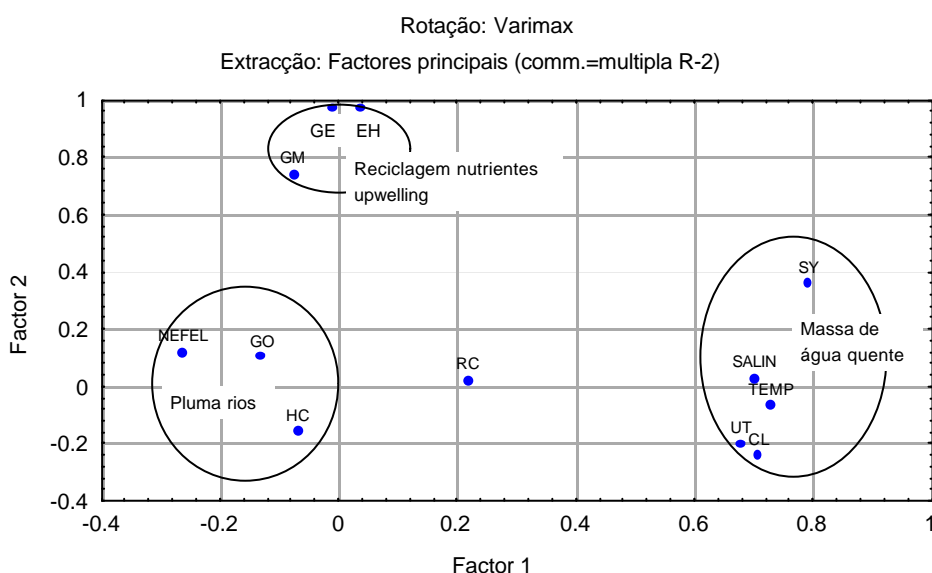


Figura V-21. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o primeiro e segundo factor significativo da análise factorial, feita com as abundâncias absolutas das cocosferas (-5m). Interpretação das associações encontradas (legenda das abreviaturas no apêndice C).

O 2º factor (variância explicada de 22%), agrupa as espécies *G. muelleriae*, *G. ericsonii* e *E. huxleyi*, espécies características de águas temperadas e comuns neste período nas águas costeiras da plataforma. O 3º factor (10%) mostra o comportamento distinto da espécie *H. carteri* em relação a todas as outras espécies, não estando directamente relacionadas com estas nem com as outras variáveis. O 4º factor (9%) relaciona a *G. oceanica* com a nefelometria, visto que esta espécie ocorre geralmente em locais onde a turbidez é elevada (perto da costa), o que permite explicar o seu comportamento distinto em relação às outras espécies típicas de massas de água quentes.

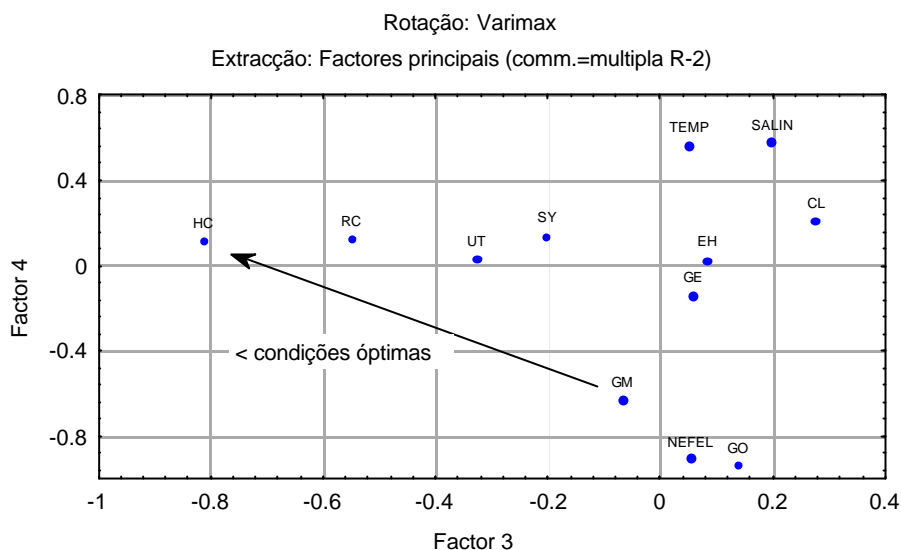
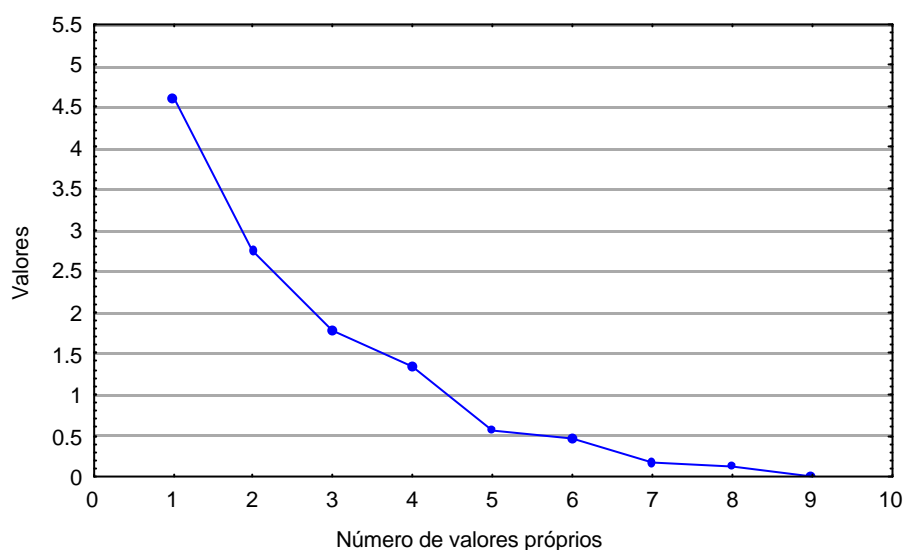


Figura V-22. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o terceiro e quarto factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas das cocosferas (-5m). Legenda das abreviaturas no apêndice C.

A distribuição das espécies relativamente ao factor 1, mais significativo do que os restantes, permite concluir que este eixo traduz a influências das massas de água sobre as associações microfaunísticas subtropicais e tropicais, estando as restantes relacionadas com outros factores, nomeadamente a turbidez (nefelometria) e as plumas dos rios (Fig.V-21). Individualizam-se as espécies *G. muelleriae*, *G. ericsonii* e *E. huxleyi*, que se encontram associadas com águas temperadas e, possivelmente, com a reciclagem de nutrientes trazidos pelo upwelling.

O factor 3 parece traduzir peculiaridades na distribuição das espécies de certos coccolitóforos, em particular *H. carteri* e *R. clavigera*, não se sabendo o seu significado ao nível do conhecimento actual. Esta distribuição poderá também reflectir uma diminuição das condições óptimas para a ocorrência de determinadas espécies, só restando a *H. carteri* (fig.V-22). O factor 4 representa igualmente uma oposição entre massas de água oceânicas (temperatura + salinidade) e massas de água costeiras (nefelometria).

Para as contagens efectuadas nos litos (5m), realizou-se o mesmo tipo de análise, utilizando-se agora uma matriz de correlação onde se acrescentou a concentração (mg/l) às anteriores 12 variáveis, pelas mesmas 16 estações (Matriz - Apêndice C). Teve-se o mesmo cuidado de otimizar a contribuição de cada um dos valores dos eixos principais da distribuição estatística, através da indução de uma rotação *varimax*.



Factores	Valores próprios	Variância explicada (%)	Valores próprios acumulados	Variância acumulada (%)
1	4.59	35.32	4.59	35.32
2	2.75	21.19	7.35	56.51
3	1.78	13.66	9.12	70.18
4	1.33	10.22	10.45	80.39

Figura V-23. Determinação dos factores significativos da análise fatorial para as espécies de litos encontradas a -5m e tabela com a variância explicada para um universo de 13 variáveis.

Tal como na análise anterior, uma parte significativa da distribuição (80%) é explicada através da determinação de 4 factores (fig. V-23). O primeiro factor explica 35 % da variabilidade dos dados e relaciona a temperatura e a salinidade com os litos da espécie *C. leptoporus*, estando relacionada inversamente com a concentração. Os litos desta espécie estão relacionados com a massa de água onde se encontram, ocorrendo essencialmente em massas de água tipicamente oceânicas, com baixa concentração e longe da influência terrestre (fig. V-24). O 2º factor relaciona a nefelometria com os litos das espécies *H. carteri* e *Syracosphaera* sp., e inversamente com a temperatura, salinidade e a espécie *G. muelleræ*. Este factor parece indicar que os litos de *H. carteri* e *Syracosphaera* sp. são, possivelmente, introduzidos por ressuspensão na coluna de água, e separa nitidamente os litos que estão numa determinada massa de água dos que estão a ser transportados.

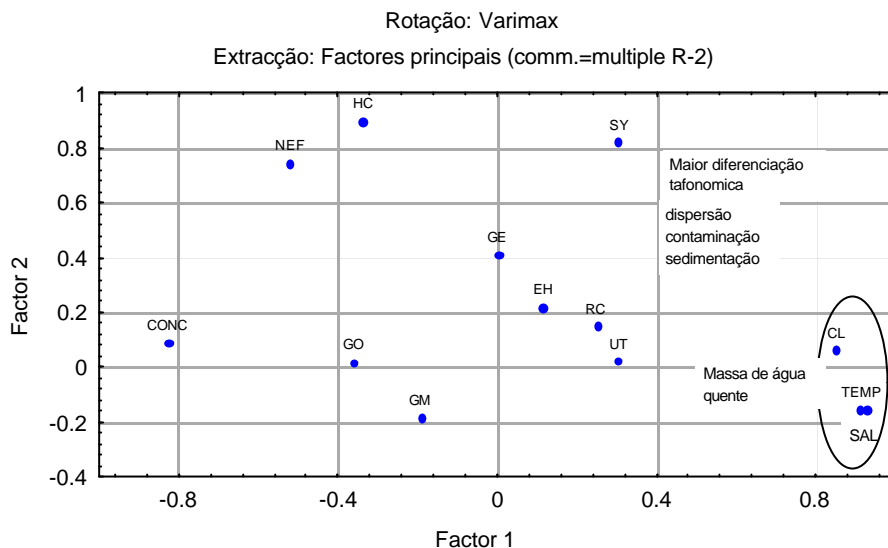


Figura V-24. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o primeiro e segundo factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas dos litos (-5m). Legenda das abreviaturas no apêndice C.

O 3º factor, que explica 14 % da variação, indica que os litos das espécies *U. tenuis*, *R. clavigera* e *G. muelleriae*, estão inversamente correlacionadas com a nefelometria, concentração e as espécies *G. oceanica* e *H. carteri*, mostrando que os litos das espécies pertencentes ao primeiro grupo se encontram em massas de água oceânicas de baixa

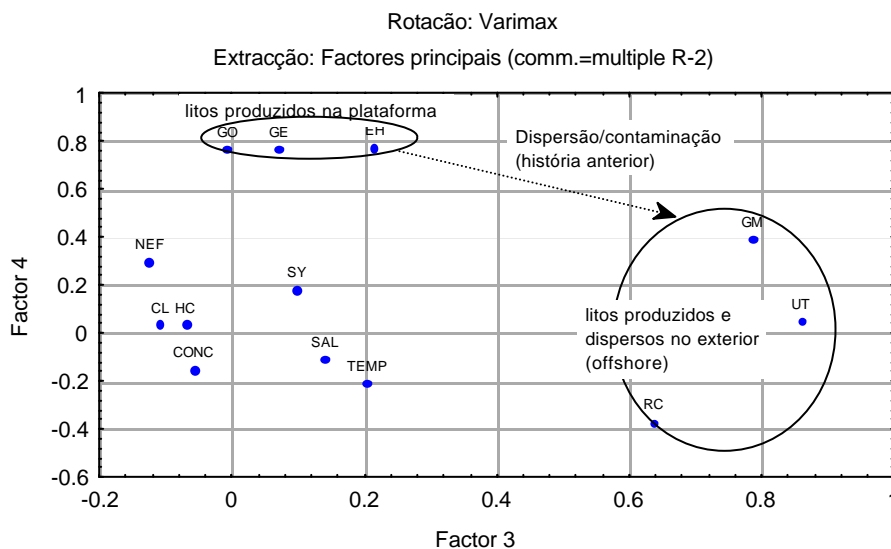
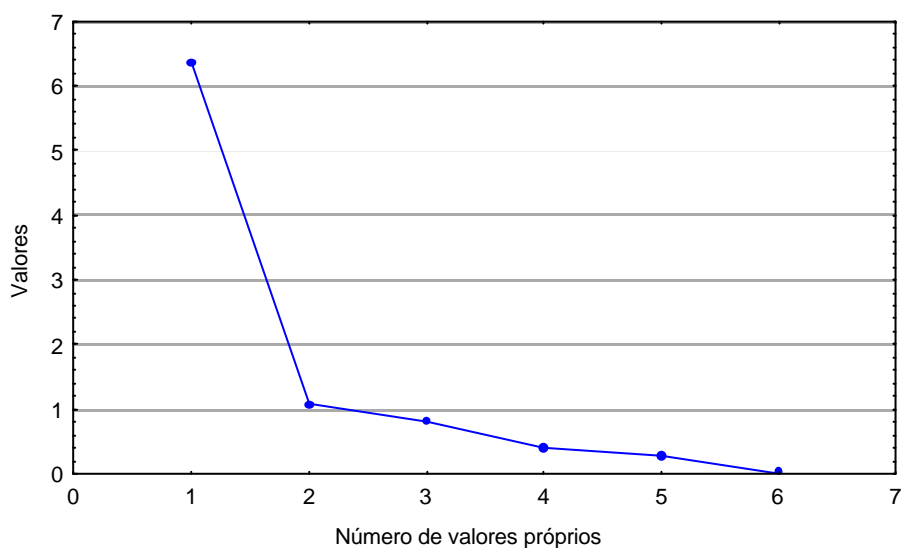


Figura V-25. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o terceiro e quarto factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas dos litos (-5m). Legenda das abreviaturas no apêndice C.

concentração, enquanto que as do segundo grupo ocorrem perto da costa em locais com concentrações superiores. Em vida, as espécies destes dois grupos normalmente encontram-se em massas de água distintas, como antes referido. Neste sentido, é de admitir ter havido

mistura de massas de água com origens diferentes (subtropical e temperada), com consequente dispersão e contaminação das massas de água por estes placólitos, com antecedentes diferentes. O 4º factor relaciona os litos de três espécies distintas (*G. ericsonii*, *G. oceanica* e *E. huxleyi*), associando-os nas mesmas amostras, sendo as duas primeiras espécies consideradas oportunistas e a terceira ubiquista (fig. V-25).

Por fim, realizou-se a análise factorial para as colheitas perto do fundo ($\approx 5\text{m}$ do fundo). Tal como nas análises anteriores, as variáveis escolhidas incluem as espécies de litos mais representativos (*U. tenuis*, *C. leptoporus*, *G. muelleriae*, *G. ericsonii*, *G. oceanica*, *E. huxleyi*, *Syracosphaera* sp., *H. carteri* e *C. pelagicus*), a nefelometria e a concentração. As variáveis temperatura e salinidade foram retiradas por se ter verificado que estavam relacionadas entre si mas não com os litos considerados. Assim, a matriz de correlação é formada por 11 variáveis por 12 amostras (4 amostras não tiveram colheitas junto ao fundo devido a profundidade do local ser superior a 2000m).



Factores	Valores próprios	Variância explicada (%)	Valores próprios acumulados	Variância acumulada (%)
1	6.36	57.81	6.36	57.81
2	1.07	9.76	7.43	67.57

Figura V-26. Determinação dos factores significativos da análise factorial para as espécies de litos encontradas perto do fundo e tabela com a variância explicada para um universo de 11 variáveis.

67 % da variabilidade desta subpopulação é explicada apenas com 2 factores (fig. V-26). A introdução de um 3º factor, apenas explica mais 7% da variabilidade, não existindo correlações significativas. O primeiro factor permite explicar mais de 50% da variabilidade dos dados (57%), um valor muito elevado e significativo, que mostra a estreita relação

existente entre os litos de algumas espécies mais abundantes (*E. huxleyi*, *G. ericsonii*, *C. pelagicus*, *Syracosphaera* spp.) com a nefelometria e concentração. Inversamente correlacionadas estão os litos da espécie *U. tenuis*, que tem pouca representatividade perto do fundo devido à sua rápida dissolução na coluna de água.

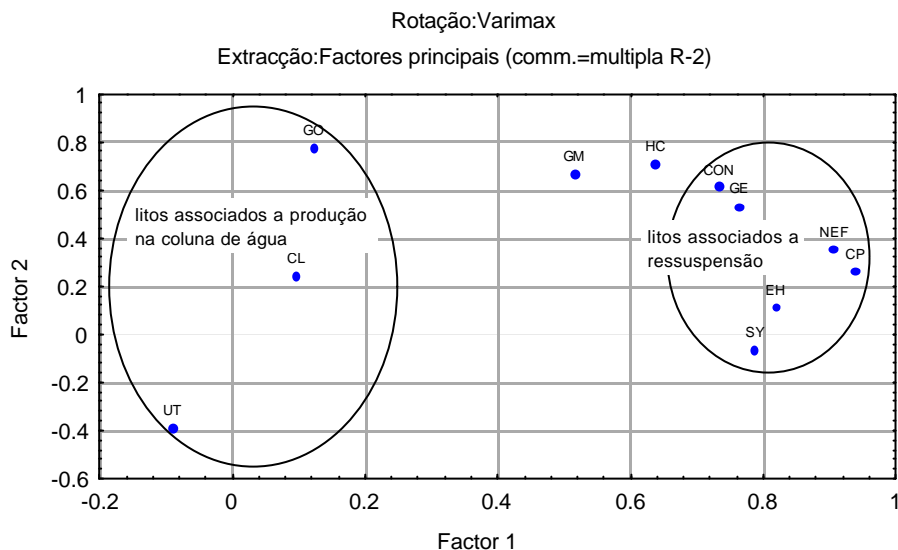


Figura V-27. Projecção dos pesos estatísticos de cada variável sobre o primeiro e segundo factor significativo da Análise factorial, feita com as abundâncias absolutas dos litos perto do fundo. Legenda das abreviaturas no apêndice C.

O 2º factor relaciona com maior significância os litos das espécies *G. oceanica*, *H. carteri* e *G. muelleriae*, que são litos bem calcificados e que apresentam uma resistência mais elevada aos processos de dissolução, tanto na coluna de água como no sedimento. Inversamente correlacionados temos os litos de espécies mais frágeis, como *U. tenuis*. Os litos da espécie *C. pelagicus* ocorrem essencialmente na CNF, provavelmente devido a processos de ressuspensão do material fino depositado (placólitos resistente aos processos de dissolução sendo geralmente abundante nos sedimentos de fundo da plataforma), o que permite explicar a sua forte correlação com a nefelometria (fig. V-27).

2.4.2. Síntese - Comunidade de cocólitóforos presentes nas águas da plataforma W portuguesa, em regime de Inverno

No cruzeiro de Outubro de 1996 foi reconhecida nas amostras a espécie global e oportunista *Emiliana huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler. As espécies *Gephyrocapsa ericsonii* e *Gephyrocapsa muelleriae*, que caracterizam a massa de água temperada encontram-se também presentes na grande maioria das amostras. A espécie *Helicosphaera carteri*, comum a várias zonas

biogeográficas, apresenta abundância baixa, podendo mesmo ser considerada rara. No entanto, espécies relacionadas com massas de água quente (subtropical e tropical) foram encontradas com abundâncias significativas, como *Gephyrocapsa oceanica*, *Rhabdosphaera clavigera* var. *clavigera*, *Umbellosphaera tenuis*, *Calcidiscus leptoporus*, *Discosphaera tubifera*, e *Umbilicosphaera sibogae*.

No perfil norte, perto da costa, predominam as espécies *G. oceanica*, *G. muelleriae* e *G. ericsonii*, influenciadas pelas águas dos rios da região, enquanto que no sector mais externo da plataforma predominam as espécies de águas quentes como *U. tenuis*, *C. leptoporus*, mas também a espécie *G. muelleriae*, típica de águas temperadas. Ocorreu mistura de espécies subtropicais com temperada, o que poderá indicar uma mistura de massa de água com origens distintas (subpolar e subtropical).

A análise factorial permitiu distinguir claramente as espécies de massas de águas quentes e as espécies de águas temperadas e relaciona a *G. oceanica* com a nefelometria, explicando assim a preferência desta espécie por massas de água costeiras, normalmente com turbidez superior, e o seu comportamento distinto em relação às outras espécies de massas de água quentes.

Esta análise permitiu distinguir os litos correlacionados com as massas de água (como a espécie *C. pelagicus*) dos que estão a ser transportados (processos de dispersão, contaminação e sedimentação). Perto do fundo, existe uma estreita relação entre os litos de algumas espécies mais abundantes (*E. huxleyi*, *G. ericsonii*, *C. pelagicus*, *Syracosphaera* sp.) com a nefelometria e concentração. Inversamente correlacionadas estão os litos da espécie *U. tenuis*, que tem pouca representatividade perto do fundo devido à sua rápida dissolução na coluna de água.

O *C. pelagicus* mostra forte correlação com a turbidez (placólitos resistente aos processos de dissolução sendo geralmente abundante nos sedimentos de fundo da plataforma). Ocorre essencialmente na CNF e está provavelmente relacionado com os processos de ressuspensão do material fino depositado.

Em Dezembro de 1997, a espécie mais abundante em todos os níveis era a *G. ericsonii*. Tal como no cruzeiro de Outubro, a espécie oportunística *E. huxleyi* também se encontrava presente, assim como a *G. muelleriae*. As espécies de massas de águas subtropicais e tropicais também foram encontradas, embora com diferentes abundâncias e com novas espécies dominantes, como *G. oceanica*, *U. sibogae*, *Syracosphaera* sp., *Scyphosphaera*, *D. tubifera* e *S. pulchra*.

A abundância de cocosferas é máxima à superfície (5m), diminuindo para cerca de metade aos 80m de profundidade. As estações mais ao largo (a mais de 45 Km da costa) apresentam valores de abundância superiores. No entanto, a diversidade mantém-se, sendo mais importante a variação das espécies ao longo da coluna de água.

À superfície (5m), a massa de água continental influencia fortemente a distribuição das várias espécies. A turbulência do meio está a promover a mistura das massas de água.

A espécie *G. oceanica* tem uma distribuição particular, com o máximo de abundância precisamente na zona de transição entre as águas continentais e oceânicas e a *Syracosphaera* sp. apresenta dois máximos, um perto da costa e outro ao largo, correspondendo a duas massas de água com características bem distintas de temperatura e salinidade (espécies diferentes de *Syracosphaera*). Todas as outras espécies apresentam os máximos de abundância nas águas oceânicas.

Durante o Inverno, Cachão *et al.*, (2000) explicam a presença da comunidade subtropical tão próxima da plataforma W portuguesa e a latitudes acima de 41°N pela injeção de águas provenientes da frente dos Açores, na contracorrente da vertente continental Ibérica (Fiúza, *et al.*, *submitted*). Neste período, em condições de downwelling (ventos de S-SW), as águas quentes oceânicas invadem superficialmente a coluna de água da plataforma continental (Vitorino & Coelho, 1999), levando esta comunidade para mais perto da costa.

A ocorrência de espécies diferentes em cada um dos cruzeiros foi explicada por Cachão *et al.*, (2000) pela acção conjugada de diversos factores: os regimes oceanográficos prevalentes antes e durante os cruzeiros (fim da estação de upwelling no CORVET e inverno típico no CLIMA); o historial da comunidade subtropical transportada para Este ao longo da Frente dos Açores; e as condições físicas da plataforma norte portuguesa, onde a coluna de água na zona costeira se apresentava perturbada pelos fluxos de água estuarina induzindo estratificação vertical.

2.4.3. Conclusões

Este estudo mostrou claramente que a comunidade de cocolitóforos que se desenvolve na plataforma e vertente continental portuguesa durante o Inverno é rica e compreende tanto espécies de regiões temperadas como de regiões subtropicais. As espécies subtropicais podem ser dominantes ou encontrarem-se misturadas com as temperadas.

O regime de Inverno, com ocorrência de downwelling, traduz-se por duas situações particulares (fig. V-28):

1. Aproximação de espécies subtropicais do *offshore* ibérico. A associação varia de ano para ano em função de possíveis factores oceanográficos ou biológicos (*seeding factor*).
2. Aproximação de formas oceânicas (*G. muelleriae*) das zonas mais costeiras, representadas pela espécie *G. oceânica*.

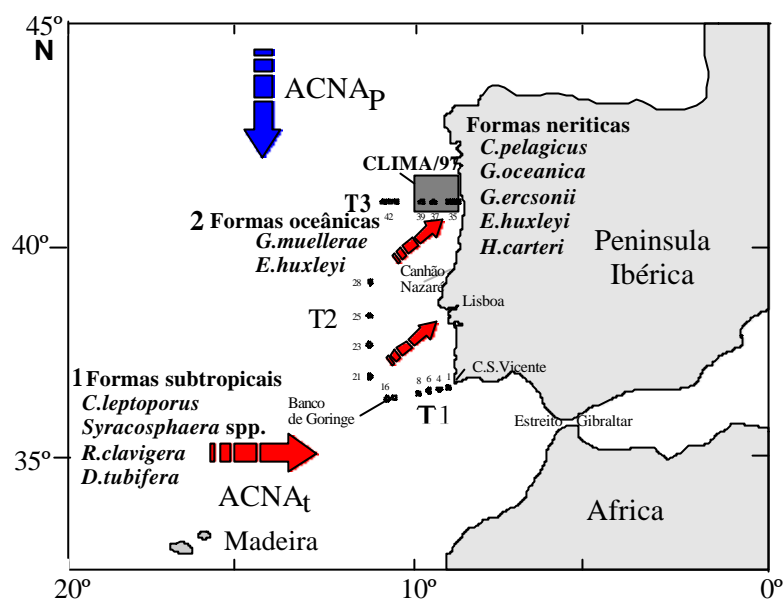


Figura V-28. Formas de cocolitóforos mais comuns durante o Inverno, associados com as principais massas de água do Atlântico NE. ACNA_t - Água Central Norte Atlântica de origem subtropical (a vermelho) e ACNA_p (a azul) de origem subpolar (definidas por Fiúza, 1984). Localização das estações realizadas durante os cruzeiros CORVET 96 e CLIMA 97.

O tamanho diminuto dos litos e a sua natureza carbonatada torna-os particularmente úteis no reconhecimento de processos de ressuspensão dos sedimentos de fundo, principalmente os mais resistentes aos processos de dissolução, como o *C. pelagicus*.

A espécie *G. oceanica*, parece ter uma preferência por áreas com turbidez superior, mas com salinidade normal, visto ter sido detectada a bordejar a pluma túrbida dos rios. A escolha destas áreas está certamente relacionada com águas mais ricas em nutrientes.