

## B1. Comunidade Planctônica

### ✓ Considerações Gerais

O plâncton é composto por organismos pelágicos cujo poder de deslocamento é insuficiente para vencer a dinâmica das massas d'água e correntes. A comunidade planctônica compreende o fitoplâncton (microalgas - organismos autotróficos, p. ex. diatomáceas), o zooplâncton (pequenos animais - organismos heterotróficos metazoários, p. ex. copépodos e larvas de crustáceos, moluscos), o ictioplâncton (larvas e ovos de peixes), o protozooplâncton (protozoários, p. ex. tintinídeos e radiolários) e o bacterioplâncton (bactérias auto e heterotróficas).

Do ponto de vista dimensional, estes organismos apresentam tamanhos que variam desde micrômetros a alguns centímetros. Segundo a classificação proposta por Sieburth *et al.* (1978), o plâncton pode ser dividido em: picoplâncton (0,2 - 2  $\mu\text{m}$ ); nanoplâncton (2 - 20  $\mu\text{m}$ ); micropoplâncton (20 - 200  $\mu\text{m}$ ); macropoplâncton (200 - 2000  $\mu\text{m}$ ) e metapoplâncton (> 2000  $\mu\text{m}$ ). A grande variedade de tamanhos dos organismos planctônicos resulta em complexas interações tróficas e competição por recursos orgânicos e inorgânicos.

Margalef (1978) estabeleceu que as adaptações dos organismos planctônicos são diretamente influenciadas pelo ambiente, estando a sobrevivência das populações condicionadas pelas taxas de sedimentação, que por sua vez são função da relação superfície/volume de cada célula.

De forma geral, o plâncton é de vital importância para os ecossistemas marinhos, pois representa a base da cadeia alimentar pelágica nos oceanos; logo, mudanças em sua composição e estrutura podem ocasionar profundas modificações em todos os níveis tróficos. A comunidade planctônica apresenta um caráter altamente dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda; além disto, constitui excelente indicador ambiental, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do ambiente marinho (Nibakken, 1993).

### ✓ Fitoplâncton

O fitoplâncton compreende as microalgas (unicelulares ou filamentosas) distribuídas entre as classes Bacillariophyceae (diatomáceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Prymnesiophyceae (cocolitoforídeos), Cryptophyceae (criptomônadas), Cyanophyceae (cianofíceas ou cianobactérias), Prasinophyceae (prasinomônadas) e Chlorophyceae (algas verdes). Esses organismos são responsáveis pela maior parte da produção primária nos oceanos.

O fitoplâncton, através de sua atividade fotossintética, é responsável pela fixação do carbono inorgânico em orgânico na zona eufótica, o que sustenta o funcionamento da quase totalidade das cadeias alimentares marinhas. Como todos os organismos planctônicos, as microalgas do fitoplâncton estão sujeitas a variações ambientais,

principalmente aquelas relacionadas com a dinâmica de nutrientes, estratificação da coluna d'água, através da formação de termoclina, e fenômenos oceanográficos, como ressurgências e frentes oceânicas.

- **Região Oceânica**

Dois projetos destacam-se pelos estudos realizados sobre a comunidade planctônica na região oceânica entre Vitória e o Rio de Janeiro: o Projeto JOPS (*Joint Oceanographic Project*), elaborado em convênio com a Alemanha, e o Programa REVIZEE (Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva), realizado pela parceria MMA/SMA/DEGAM/REVIZEE.

As características hidrológicas influenciam diretamente a distribuição espacial do plâncton. Segundo Brandini *et al.* (1997), a região oceânica ao largo do Cabo de São Tomé apresenta características hidrográficas semelhantes às da costa nordeste brasileira, com a Corrente do Brasil fluindo no sentido sul-sudoeste, paralela à costa, e transportando a Água Tropical (AT) ao longo da quebra da plataforma. Já a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) permanece abaixo da AT, coincidindo com a termoclina permanente (Gaeta, 1997). A Água Intermediária Antártica (AIA), massa d'água subjacente a ACAS, encontra-se em maiores profundidades, não apresentando influência sobre a comunidade planctônica.

A termoclina é formada através da diminuição vertical (superfície para o fundo) das forças dinâmicas que operam na superfície do oceano (incidência solar e ventos). A termoclina age, então, como uma barreira física à sedimentação do fitoplâncton, que se concentra em sua base, e à troca de nutrientes entre as camadas superior (mais pobre) e inferior (mais rica). Estas condições hidrológicas associadas à disponibilidade de luz favorecem o máximo de biomassa fitoplanctônica em sub-superfície (Mann & Lazier, 1991).

A estrutura estratificada da coluna d'água seleciona as pequenas formas arredondadas, com maior relação superfície/volume, como os coccolitoforídeos. Organismos maiores dependem de adaptações para sua manutenção na camada iluminada da coluna d'água, além de uma certa mobilidade. Dentre os organismos maiores mais comuns nos ambientes oligotróficos, destacam-se os grandes dinoflagelados dos gêneros *Ceratium* e *Oxytoxum*, que apresentam prolongamentos e espinhos como adaptação a flutuabilidade; as diatomáceas cêntricas, com grandes vacúolos; e as diatomáceas penatas em forma de agulha, além das diatomáceas formadoras de cadeia.

Apesar da fração do microfitoplâncton (20-200  $\mu\text{m}$ ), o plâncton de rede, ser a mais bem estudada, no oceano tropical oligotrófico, a escassez de nutrientes favorece a dominância do picoplâncton, que suporta uma cadeia trófica de rápida reciclagem, porém de pouca energia transmitida (Azam *et al.*, 1983). Este fato confere a estes organismos uma grande vantagem adaptativa para o oceano aberto. Estudos recentes evidenciam que as frações pico e nanoplanctônicas participam de maneira significativa na biomassa e produção primária das águas tropicais em razão da sua alta taxa de divisão (Margalef, 1978; Lins da Silva *et al.*, 1988; Valentin *et al.*, 1994; Susini-Ribeiro, 1996, 1999). Essas frações menores do fitoplâncton apresentam grande capacidade de assimilar nutrientes, o que lhes confere um caráter adaptativo às condições de escassez de nutrientes (Pomeroy,

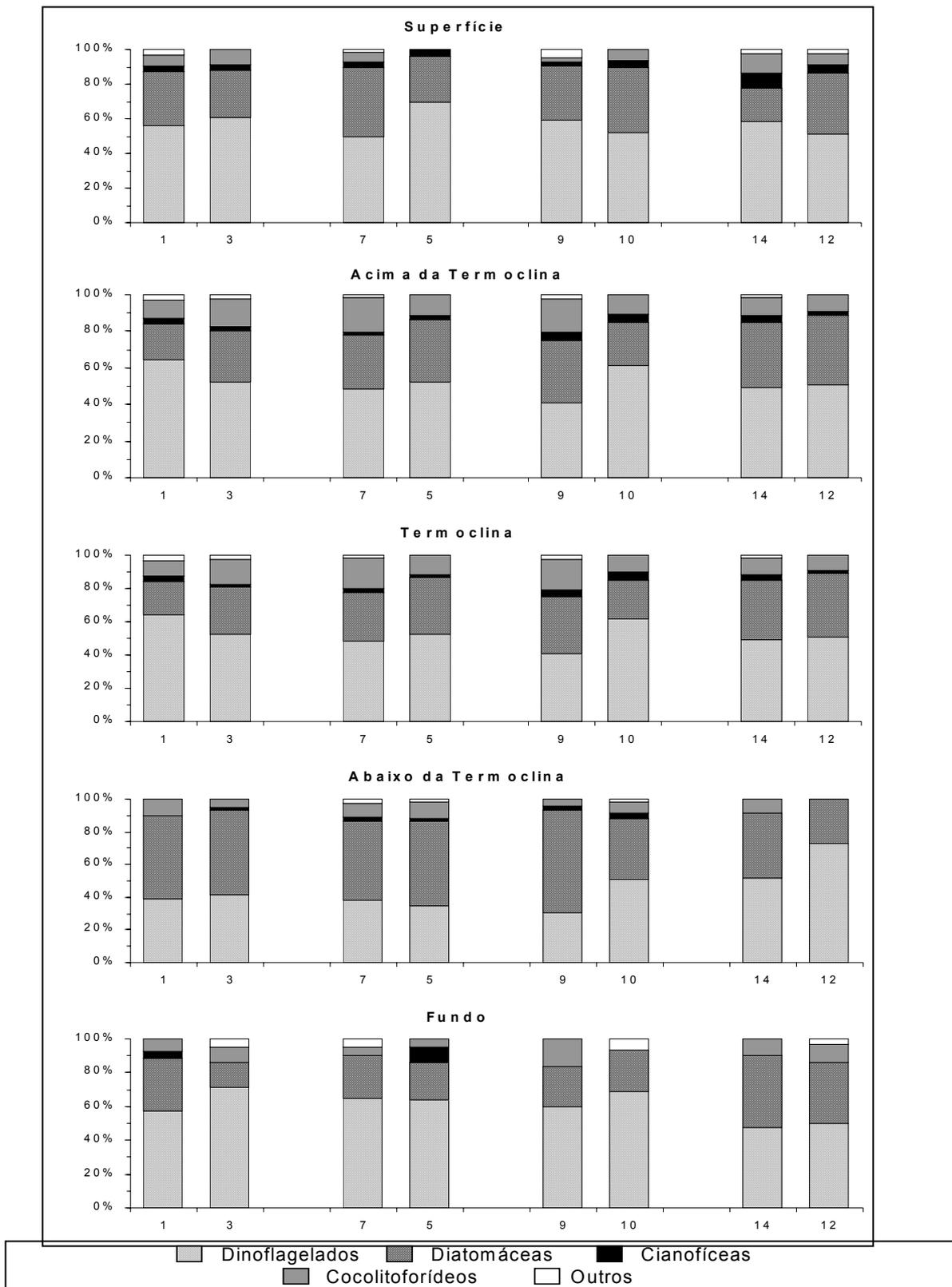
1974; Azam *et al.*, 1983). A escassez de estudos e a conseqüente falta de conhecimento acerca dessas frações se devem ao seu diminuto tamanho.

A caracterização da comunidade fitoplanctônica da região oceânica da área de influência do empreendimento em questão (P-52) baseia-se nos resultados da campanha de caracterização do campo de Roncador (PETROBRAS, 2001a) e em informações disponíveis sobre os campos de Marlim Sul (PETROBRAS/CEPEMAR, 2001; PETROBRAS/CENPES, 2002 e PETROBRAS/HABTEC, 2002a), Barracuda e Caratinga (PETROBRAS, 2002b) e Espadarte (PETROBRAS/CENPES, 2001). O inventário florístico integrado de todos os trabalhos utilizados está disponível no Anexo 5-III.

No estudo de caracterização da comunidade fitoplanctônica do campo de Roncador foram amostradas oito estações nas seguintes profundidades: superfície, 20 metros acima da termoclina, termoclina, 20 metros abaixo da termoclina e 200 metros de profundidade (PETROBRAS, 2002a).

Foram registradas 218 espécies, distribuídas entre 99 dinoflagelados, 92 diatomáceas, 18 coccolitoforídeos, 6 cianofíceas, 2 silicoflagelados e 1 crisofícea. Os dinoflagelados e diatomáceas representaram a maior parte das espécies inventariadas ao longo desse estudo.

A área do campo de Roncador não apresentou um padrão nítido de distribuição da riqueza de espécies em função da localização e da profundidade das estações amostradas. A dominância de diatomáceas na riqueza taxonômica foi observada em todas as profundidades, com exceção da profundidade abaixo da termoclina, que apresentou uma maior riqueza relativa de dinoflagelados (Figura 5.2-11). De acordo com PETROBRAS (2001a) ocorreu também um maior número total de espécies identificadas, entre a superfície e a termoclina, e uma menor riqueza de espécies nas profundidades abaixo da termoclina e de fundo. O Quadro 5.2-3 apresenta a estatística descritiva da riqueza celular (número de espécies) das classes taxonômicas e do total do microfitoplâncton por estrato de coleta.



Fonte: PETROBRAS (2002a)

Figura 5.2-11. Contribuição relativa da riqueza de espécies microfitoplanctônicas por classe taxonômica no campo de Roncador.

Quadro 5.2-3. Estatística descritiva da riqueza celular (número de espécies) das classes taxonômicas e do total do microfitoplâncton por estratos de coleta.

| PROF. |       | RIQUEZA CELULAR |      |       |      |       |        |       |
|-------|-------|-----------------|------|-------|------|-------|--------|-------|
|       |       | DINO            | DIAT | CIANO | COCO | CRISO | SILICO | TOTAL |
| S     | Min   | 18              | 7    | 1     | 1    | 1     | 1      | 29    |
|       | Max   | 33              | 26   | 3     | 4    | 1     | 1      | 68    |
|       | Média | 23              | 13   | 2     | 3    | 1     | 1      | 43    |
|       | DP    | 5               | 7    | 1     | 1    |       |        | 12    |
| ACT   | Min   | 18              | 6    | 1     | 3    |       | 1      | 29    |
|       | Max   | 26              | 19   | 2     | 10   |       | 1      | 58    |
|       | Média | 23              | 14   | 1     | 6    |       | 1      | 45    |
|       | DP    | 3               | 4    | 1     | 2    |       |        | 7     |
| T     | Min   | 11              | 12   | 1     | 3    | 1     | 1      | 29    |
|       | Max   | 24              | 32   | 2     | 7    | 1     | 1      | 67    |
|       | Média | 19              | 21   | 2     | 5    | 1     | 1      | 49    |
|       | DP    | 5               | 7    | 1     | 1    |       |        | 11    |
| ABT   | Min   | 14              | 6    | 1     | 2    |       | 1      | 24    |
|       | Max   | 29              | 30   | 2     | 5    |       | 1      | 67    |
|       | Média | 19              | 21   | 1     | 3    |       | 1      | 45    |
|       | DP    | 5               | 8    | 0     | 1    |       |        | 12    |
| F     | Min   | 10              | 3    | 1     | 1    | 1     | 1      | 17    |
|       | Max   | 15              | 10   | 2     | 4    | 1     | 1      | 33    |
|       | Média | 13              | 6    | 2     | 2    | 1     | 1      | 25    |
|       | DP    | 2               | 2    | 1     | 1    |       |        | 4     |

Fonte: PETROBRAS (2002a)

Legenda: Prof. = profundidade, S = superfície, ACT = acima da termoclina, T = termoclina, ABT = abaixo da termoclina, F = fundo, DINO = dinoflagelado, DIAT = diatomácea, CIANO = cianofícea, COCO = coccolitoforídeos, CRISO = crisofíceas, SILICO = silicoflagelado, Min = mínimo, Max = máximo, DP = desvio padrão.

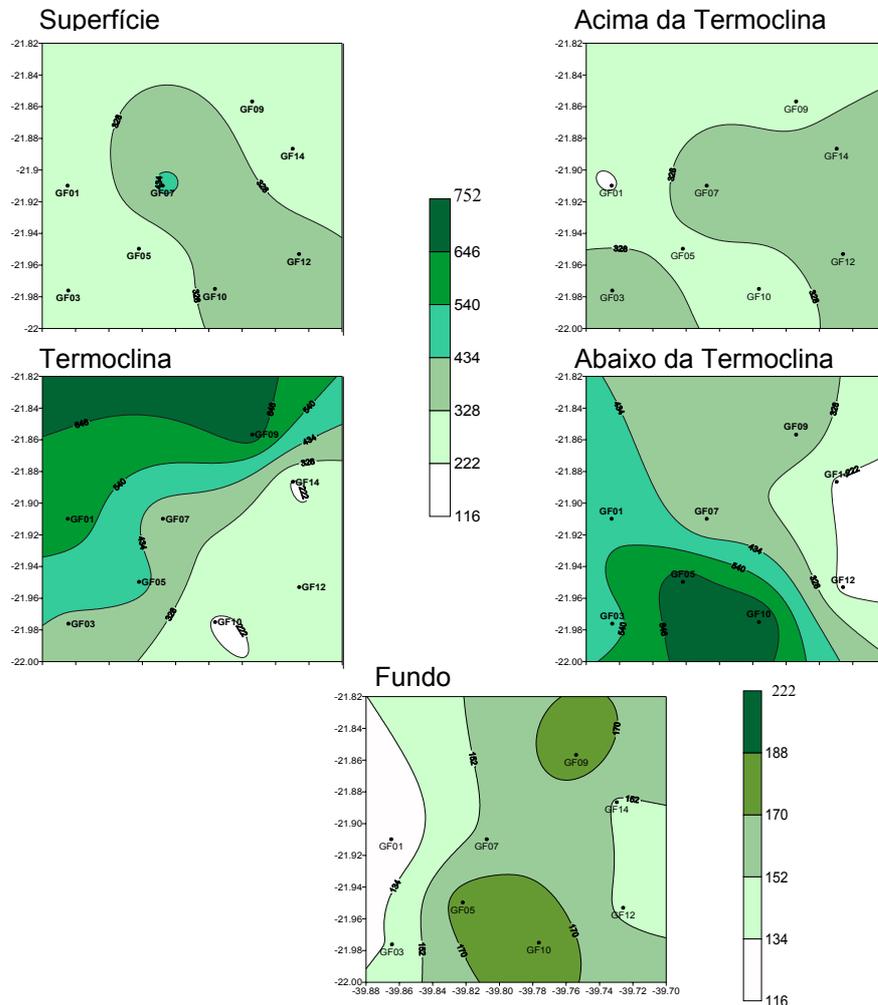
O Quadro 5.2-4 extraído de PETROBRAS (2002a), classifica os táxons encontrados de acordo com a frequência de ocorrência. Táxons com ocorrência em 10 a 30% das amostras foram classificados como esporádicos os que foram observados em 31 a 50% das amostras, foram classificados como presentes aqueles presentes em 51 a 70% das amostras como frequentes e os com ocorrência em mais de 71% das amostras foram considerados constantes.

Quadro 5.2-4. Frequência de ocorrência das unidades taxonômicas do microfitoplâncton durante campanha de caracterização do campo de Roncador.

| ESPORÁDICAS (10 - 30%)                       |  |                                  |  |
|--|--|----------------------------------|--|
| DIATOMÁCEAS                                  |  | DINOFLAGELADOS                   |  |
| <i>Asterolampra marylandica</i>              | <i>Lioloma</i> cf. <i>elongatum</i>          | <i>Amphisolenia globifera</i>    | <i>Gymnodiniales</i> sp. 15            |
| <i>Bacteriastrium</i> cf. <i>delicatulum</i> | Penata sp. 4                                 | <i>Ceratium extensum</i>         | <i>Oxytoxum</i> cf. <i>crassum</i>     |
| <i>Bacteriastrium</i> sp.                    | Penata sp. 5                                 | <i>Ceratium fusus</i>            | <i>Oxytoxum globosum</i>               |
| <i>Chaetoceros</i> cf. <i>concavicornis</i>  | Penata sp. 6                                 | <i>Ceratium macroceros</i>       | <i>Oxytoxum</i> cf. <i>gracile</i>     |
| <i>Chaetoceros</i> cf. <i>decepiens</i>      | Penata sp. 13                                | <i>Ceratium massiliense</i>      | <i>Oxytoxum</i> cf. <i>laticeps</i>    |
| <i>Chaetoceros danicus</i>                   | Penata sp. 15                                | <i>Ceratium pentagonum</i>       | <i>Oxytoxum scolopax</i>               |
| <i>Corethron criophyllum</i>                 | Penata sp. 17                                | <i>Ceratium</i> sp.              | <i>Oxytoxum turbo</i>                  |
| <i>Cylindrotheca closterium</i>              | Penata sp. 18                                | cf. <i>Cladopyxis bacilifera</i> | <i>Phalacroma</i> sp.                  |
| Fragilariineae                               | Penata sp. 19                                | <i>Cochlodinium</i> sp.          | <i>Podolampas palmipes</i>             |
| <i>Guinardia cylindrus</i>                   | Penata sp. 20                                | Tecado sp. 3                     | <i>Podolampas spinifer</i>             |
| <i>Guinardia striata</i>                     | <i>Pseudo-nitzschia "seriata"</i>            | Tecado sp. 8                     | <i>Prorocentrum</i> cf. <i>gracile</i> |
| <i>Guinardia/Dactyliosolen</i>               | cf. <i>Raphoneis</i>                         | Tecado sp. 9                     | <i>Prorocentrum</i> cf. <i>magnum</i>  |
| <i>Hemiaulus hauckii</i>                     | <i>Rhizosolenia</i> cf. <i>styliiformis</i>  | Tecado sp. 11                    | <i>Prorocentrum</i> cf. <i>micans</i>  |
| <i>Hemiaulus membranaceus</i>                | <i>Thalassionema</i> cf. <i>frauenfeldii</i> | <i>Gonyaulax</i> sp.             | <i>Pyrocystis lunula</i>               |
| <i>Hemiaulus sinensis</i>                    | cf. <i>Thalassiotrix gibberula</i>           | <i>Gymnodiniales</i> sp. 6       |  |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>                | <i>Thalassiotrix longissima</i>              |                                  |  |
| COCOLITOFORÍDEOS                             |  | CIANOFÍCEAS                      |  |
| <i>Haloppapus</i> sp.                        | sp. 1  | Filamentosa não identificada     |  |
| <i>Polycrater</i> sp.                        | sp. 3  | Phormidiaceae                    |  |
| <i>Scyphosphaera apsteinii</i>               | <i>Syracosphaera</i> sp.                     |                                  |  |
| PRESENTES (31-50%)                           |  |                                  |  |
| DIATOMÁCEAS                                  | DINOFLAGELADOS                               | COCOLITOFORÍDEOS                 | SILICOFLAGELADOS                       |
| <i>Bacteriastrium</i> cf. <i>elongatum</i>   | Tecado sp. 1                                 | cf. <i>Calciosolenia granii</i>  | <i>Dictyocha fibula</i>                |
| <i>Chaetoceros</i> cf. <i>affins</i>         | Tecado sp. 2                                 | cf. <i>Calciosolenia murrayi</i> |  |
| <i>Haslea wawriake</i>                       | Tecado sp. 7                                 | <i>Rhabdosphaera</i> sp.         |  |
| Penata sp. 3                                 | <i>Oxytoxum</i> cf. <i>variabile</i>         |                                  | CIANOFÍCEAS                            |
| Penata sp. 9                                 | <i>Pronoctiluca</i>                          |                                  | <i>Richelia intercellularis</i>        |
| Penata sp. 10                                | <i>Protoperidinium</i>                       |                                  |  |
| Penata sp. 14                                | <i>Scrippsiella</i>                          |                                  |  |
| <i>Proboscia alata</i>                       |  |                                  |  |
| <i>Pseudo-nitzschia "delicatissima"</i>      |  |                                  |  |
| FREQUENTES (51 - 70%)                        |  |                                  |  |
| DIATOMÁCEAS                                  | DINOFLAGELADOS                               | COCOLITOFORÍDEOS                 |  |
| <i>Leptocylindrus mediterraneus</i>          | Dinoflagelado tecado sp. 6                   | <i>Discosphaera tubifer</i>      |  |
| Penata sp. 2                                 | <i>Pronoctiluca</i> cf. <i>pelagica</i>      |                                  |  |
| CONSTANTES (> 71 – 100%)                     |  |                                  |  |
| DINOFLAGELADOS                               |  | COCOLITOFORÍDEOS                 |  |
| Tecado sp. 4                                 | <i>Gymnodiniales</i> sp. 9                   | <i>Coccolithus</i> sp.           |  |
| <i>Gymnodiniales</i> sp. 1                   | <i>Gymnodiniales</i> sp. 14                  |                                  |  |
| <i>Gymnodiniales</i> sp. 2                   | <i>Prorocentrum</i> cf. <i>balticum</i>      |                                  |  |
| <i>Gymnodiniales</i> sp. 3                   | <i>Prorocentrum</i> cf. <i>compressum</i>    |                                  |  |
| <i>Gymnodiniales</i> sp. 4                   |  |                                  |  |

Fonte: PETROBRAS (2002a)

A análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica durante a caracterização do campo de Roncador demonstrou a existência de baixos valores de densidade (117 cel/L a 751 cel/L) na área avaliada (PETROBRAS, 2002a). A Figura 5.2-12 apresenta a distribuição espacial da densidade celular em todas as profundidades avaliadas.

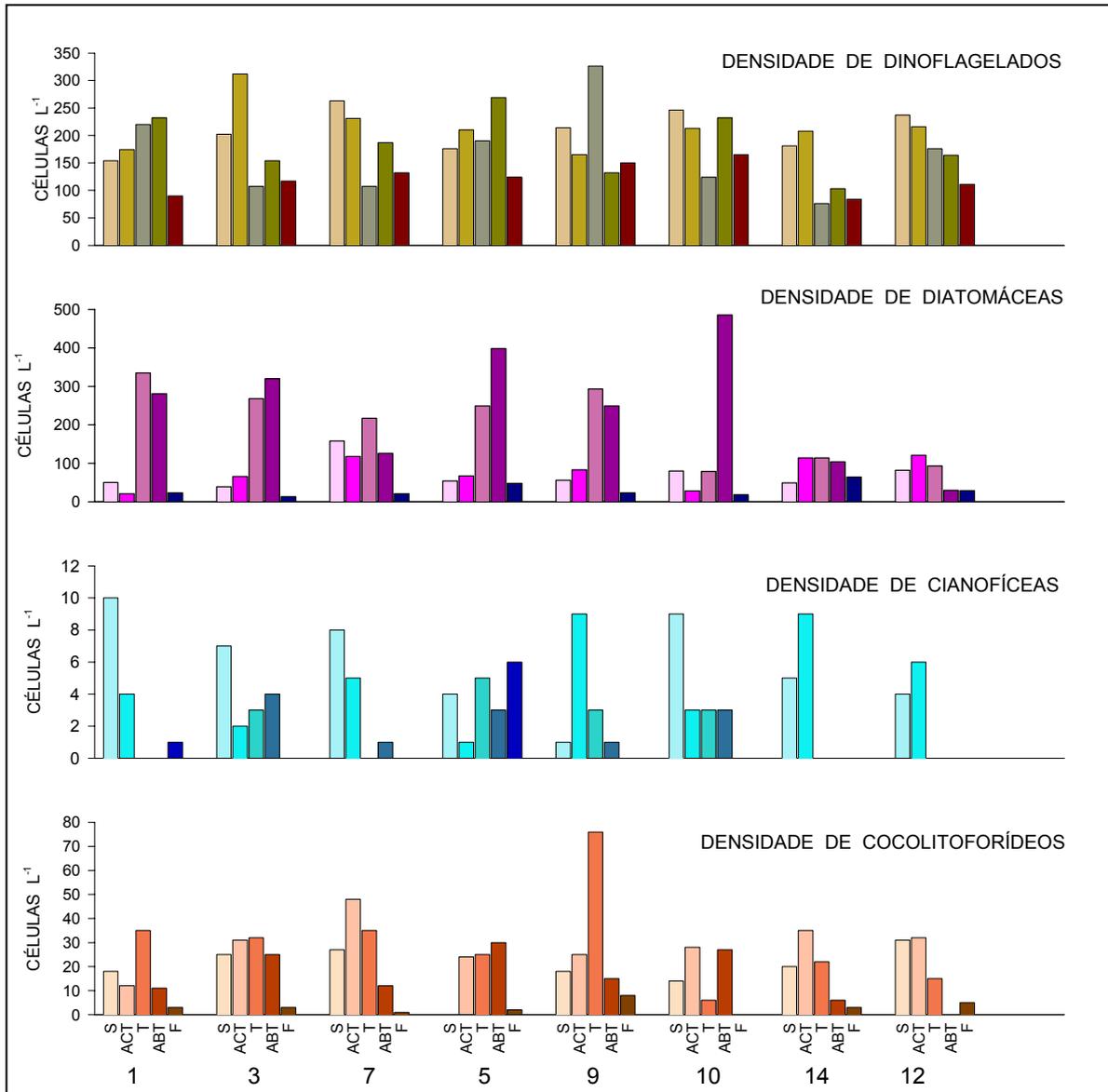


Fonte: PETROBRAS (2002a)

Figura 5.2-12: Distribuição espacial da densidade celular do microfitoplâncton (cel/L) nas cinco profundidades do monitoramento do campo de Roncador.

De modo geral, a Figura 5.2-12 mostra que a densidade fitoplanctônica é maior em direção à quebra da plataforma continental, sendo os maiores valores observados nas profundidades da termoclina e abaixo dela. Tal observação possivelmente está relacionada a processos de ressurgência na borda de plataforma (Mann & Lazier, 1991).

Uma maior representatividade de dinoflagelados em termos de densidade foi observada entre a superfície e a profundidade acima da termoclina e no fundo, enquanto as diatomáceas dominaram nas profundidades da termoclina e abaixo desta (Figura 5.2-13). De modo geral, as cianofíceas foram quantitativamente pouco expressivas, com maiores densidades sendo observadas na superfície e na profundidade acima da termoclina. Os coccolitoforídeos foram encontrados em todas as profundidades, mas não apresentaram nenhum padrão definido de distribuição espacial (PETROBRAS, 2002a).



Fonte: PETROBRAS (2002a)

Figura 5.2-13. Densidade celular das principais classes taxonômicas do microfitoplâncton nas 8 estações de amostragem ordenadas pelas cotas batimétricas e profundidade de coleta: S= superfície (S), acima da termoclina (ACT), termoclina (T), abaixo da termoclina (ABT) e no fundo (F). \*Atentar para as diferentes escalas de densidade.

Apenas poucos representantes das diatomáceas e dos dinoflagelados se destacaram quantitativamente, isto é, apresentaram uma contribuição relativa da densidade superior a 10% da densidade celular por amostra analisada (Quadro 5.2-5).

Quadro 5.2-5. Espécies quantitativamente importantes (>10% da densidade) do microfitoplâncton durante campanha de caracterização do campo de Roncador.

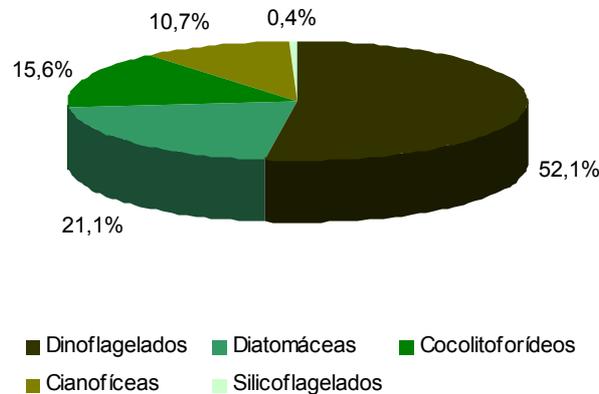
|   | Superfície | Acima da Termoclina | Termoclina | Abaixo da Termoclina | Fundo |
|---|------------|---------------------|------------|----------------------|-------|
| <b>DIATOMÁCEAS</b>                      |            |                     |            |                      |       |
| Coscinodiscophycidae                    |            |                     |            |                      | 1     |
| <i>Chaetoceros cf. atlanticus</i>       |            |                     |            | 1                    |       |
| Fragilariineae                          |            |                     |            |                      | 1     |
| <i>Leptocylindrus mediterraneus</i>     | 1          | 1                   |            |                      |       |
| <i>Pseudo-nitzschia "delicatissima"</i> |            |                     | 1          |                      |       |
| Penata sp. 14                           |            |                     |            | 1                    |       |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i>      |            |                     | 3          | 5                    |       |
| <i>Thalassiosira cf. subtilis</i>       |            |                     |            | 1                    |       |
| <b>DINOFLAGELADOS</b>                   |            |                     |            |                      |       |
| Tecado sp. 4                            | 3          |                     |            |                      |       |
| Gymnodiniales sp. 1                     | 6          | 8                   | 6          | 5                    | 8     |
| Gymnodiniales sp. 2                     | 5          | 6                   | 1          |                      | 6     |
| Gymnodiniales sp. 3                     | 2          | 1                   |            |                      | 1     |
| Gymnodiniales sp. 4                     |            |                     |            |                      | 1     |

Fonte: PETROBRAS (2002a).

Segundo PETROBRAS (2002a), as diferenças na composição, densidade e distribuição espacial da comunidade fitoplanctônica da região do campo de Roncador estão relacionadas à estratificação vertical da coluna d'água. A região foi caracterizada como típica de um sistema tropical oligotrófico, com nítida influência nerítica evidenciada pela presença de espécies de plataforma. A influência da Corrente do Brasil pode ser evidenciada pela presença dos dinoflagelados *Amphisolenia* sp., *Ceratium azoricum*, *Ceratocorys horrida*, *Oxytoxum scolopax*, *Ornithocercus magnificus*, *Pronoctiluca pelagica* e das diatomáceas *Asterolampra marylandica* e *Planktoniella sol* e a contribuição de águas frias pela presença das espécies *Thalassiotrix longissima* e *T. giberula*.

O campo de Albacora Leste, o mais próximo à Roncador, apresentou uma comunidade microfitoplanctônica típica de ambiente oceânico oligotrófico tropical, durante a campanha de caracterização. Nesse estudo o fitoplâncton foi amostrado em 3 isóbatas (1200, 1350 e 1700 m) nas profundidades de superfície (1 metro), 30 m acima da termoclina, termoclina, 30 m abaixo da termoclina e limite da zona eufótica, definido como 200 m (PETROBRAS/HABTEC, 2002a).

A densidade celular do microfitoplâncton em Albacora Leste variou entre 124 e 2079 cel/L. Sendo que em média, os dinoflagelados foram responsáveis por aproximadamente 52% da abundância celular, as diatomáceas por 21%, os coccolitoforídeos por cerca de 16%, as cianofíceas por 11% e os silicoflagelados em média, contribuíram com menos de 1% da densidade celular (Figura 5.2-14).



PETROBRAS/HABTEC (2002a).

Figura 5.2-14. Percentual médio de participação dos grupos do microfitoplâncton durante a campanha de caracterização de Albacora Leste (maio de 2002).

De modo geral, foram abundantes e dominaram em todas as profundidades da coluna d'água, com exceção de três amostras (# 18-50 m, # 23-200 m, # 21-90 m e #24-90 m). Os maiores valores de abundância foram observados entre a superfície e o meio da coluna d'água (Figura 5.2-15 e Figura 5.2-16).

As diatomáceas apresentaram maiores densidades celulares no meio da coluna d'água entre 50 e 80 metros de profundidade. Destaca-se a profundidade de 50m na estação 18 onde as diatomáceas contribuíram com a maior abundância celular observado durante o monitoramento (1274 cel/L), representando mais de 60% da abundância nesta estação. Destaca-se também a estação 26 a única na qual a maior concentração de diatomáceas foi observada na superfície.

Os cocolitoforídeos apresentaram maiores concentrações entre 50 e 90 metros de profundidade. Destacam-se as estações 21, onde atingiram a representação de 59% da densidade celular na profundidade de 90 metros, e a estação 24 onde contribuíram com aproximadamente 44% da densidade celular total, também na profundidade de 90 metros.

As cianofíceas apresentaram uma tendência a maiores concentrações nas camadas superiores da coluna d'água, geralmente sendo mais abundantes na superfície. Destaca-se a estação 18, onde esse grupo contribuiu com mais de 30% da densidade celular na superfície.

Os silicoflagelados foram quantitativamente pouco expressivos ao longo do monitoramento de Albacora Leste, estando presentes em poucas amostras e sempre em baixas densidades.

*FIGURA 5.2-15 Densidade dos grupos do microfitoplâncton em Albacora Leste (Excel)*

*FIGURA 5.2-16 Abundancia relativa dos grupos do microfitoplâncton em Albacora Leste (Excel)*

O Quadro 5.2-6 apresenta uma síntese dos resultados quali- e quantitativos encontrados para a comunidade fitoplanctônica da região do campo de Marlim Sul, campo que está contido na área de influência indireta do empreendimento, uma vez que poderá ser atingido por derramamento acidental de óleo da UEP P-52.

Quadro 5.2-6. Síntese dos resultados quali e quantitativos de fitoplâncton nas duas campanhas de monitoramento de Marlim Sul (Nov/2001 – PETROBRAS/CENPES, 2002; Ago/02 – PETROBRAS/HABTEC, 2002b).

|                      |  | Novembro de 2001                   | Agosto de 2002                                    |
|----------------------|--|------------------------------------|---|
| Análise Qualitativa  | Unidades taxonômicas                                   | 46                                 | 150   |
|                      | Representatividade dos grupos no inventário florístico |                                    |   |
|                      | Diatomáceas  | 44%                                | 58%   |
|                      | Dinoflagelados   | 47%                                | 31%   |
|                      | Cocolitoforídeos                                       | 6%                                 | 6%  |
|                      | Cianofíceas  | 2%                                 | 3%  |
|                      | Silicoflagelados                                       | 1%                                 | 2%  |
| Análise Quantitativa | Densidade  | 14 cel/L a $3,12 \cdot 10^2$ cel/L | $1,09 \cdot 10^2$ cel/L a $1,55 \cdot 10^4$ cel/L |
|                      | Representatividade dos grupos na densidade             |                                    |   |
|                      | Diatomáceas  | 35%                                | 91%   |
|                      | Dinoflagelados   | 33%                                | 7%  |
|                      | Cocolitoforídeos                                       | 29%                                | 2%  |
|                      | Outros   | 3%                                 | 0%  |

Um levantamento dos dados existentes sobre o fitoplâncton na área da Bacia de Campos, apresentado no EIA do sistema de produção P-40 e P-38 do Campo Marlim Sul (PETROBRAS/CEPEMAR, 2001) indicou a ocorrência de 287 espécies fitoplanctônicas entre Barra de Itabapoana e Cabo Frio. Aproximadamente 76% das espécies listadas nesse documento eram diatomáceas (Divisão Bacillariophyta), 20% eram dinoflagelados (Divisão Dinophyta), os outros grupos contribuindo com cerca de 4% das espécies registradas, corroborando a grande contribuição qualitativa das diatomáceas observadas durante as duas campanhas de monitoramento do sistema de produção de Marlim Sul apresentadas acima.

Durante a caracterização ambiental dos Campos de Barracuda e Caratinga (PETROBRAS, 2002b) realizada durante a primavera, foram observadas densidades fitoplanctônicas entre  $1,2 \cdot 10^2$  cel/L e  $1,7 \cdot 10^5$  cel/L. Esses resultados caracterizam a presença de águas tropicais oligotróficas com influência costeira. Durante esta caracterização foram identificados 235 táxons, sendo 75 dinoflagelados, 60 diatomáceas, 9 cocolitoforídeos, 4 cianobactérias e 3 silicoflagelados. Os maiores valores de riqueza e de densidade celular foram observados entre as profundidades de 50 e 80 m.

Amostras costeiras se apresentaram significativamente mais produtivas do que as amostras mais ao largo da plataforma continental, refletindo um padrão decrescente da produtividade com a distância da costa, tanto no verão quanto no inverno (FUNDESPA, 1994).

Durante a 1ª Campanha de Monitoramento do Campo de Espadarte (PETROBRAS/CENPES, 2001) foram registrados valores de densidade para o fitoplâncton entre  $9.10^3$  cel/L e  $1.10^5$  cel/L. Durante este estudo a fração dominante foi a do nanoplâncton, com percentuais superiores a 90% da população.

Esse monitoramento individualizou 140 espécies das quais 63% são diatomáceas, 32% dinoflagelados e os 5% restantes representam a contribuição dos outros grupos na riqueza de espécies (Figura 5.2-17).

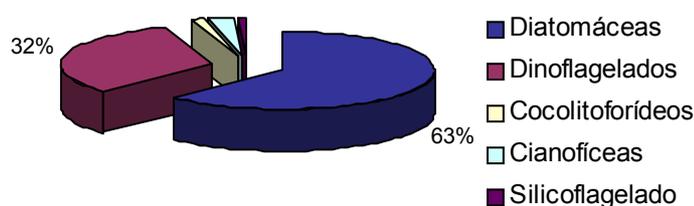


Figura 5.2-17. Contribuição dos grandes grupos no número de *taxa* identificados no campo de Espadarte. Fonte: PETROBRAS/CENPES (2001).

Os resultados do Monitoramento de Espadarte revelaram que o microfitoplâncton na região desse campo apresentou diferentes padrões de distribuição espacial, com diatomáceas dominando na superfície e dinoflagelados e cocolitoforídeos sendo mais expressivos em amostras mais profundas (75 e 150 m).

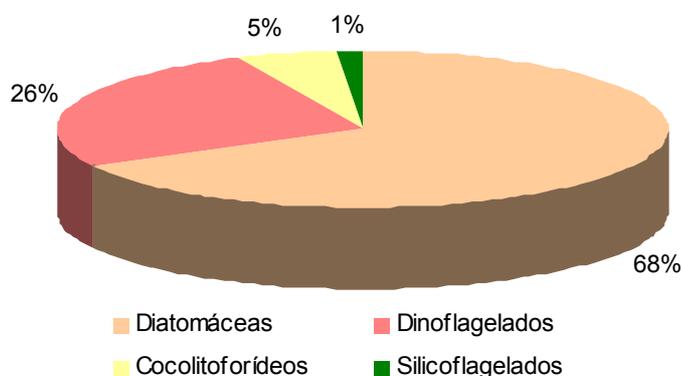
A área onde foram coletadas as amostras de fitoplâncton de Espadarte localiza-se entre 720 e 990 m de profundidade. A comunidade fitoplanctônica observada caracteriza a região como sendo de transição entre os ambientes costeiro e oceânico. As densidades celulares observadas ( $9.10^3$  cel/L e  $1.10^5$  cel/L) representam valores médios de áreas costeiras mesotróficas ou valores máximos de regiões oceânicas com alguma fonte de eutrofização (PETROBRAS/CENPES, 2001).

- Região Nerítica

Na província nerítica, a drenagem continental carrega nutrientes e material particulado, aumentando a turbidez da água e podendo até dificultar a utilização da luz pelos organismos fitoplanctônicos (Margalef, 1978). Assim, nas proximidades do continente, uma maior produtividade primária é observada nos primeiros metros da coluna d'água, enquanto na plataforma continental, a profundidade da termoclina e do máximo de biomassa fitoplanctônica varia entre 50 e 100 m (Valentin *et al.*, 1994).

A comunidade fitoplanctônica da região nerítica da Bacia de Campos vem sendo objeto de estudos em função das atividades de perfuração, produção e escoamento de óleo. Um destes estudos mais recentes, realizado na região próxima ao campo de Vermelho, onde será instalada uma Plataforma de Rebombeio Autônomo para escoamento de várias unidades de petróleo da PETROBRAS, incluindo a P-52, analisou a comunidade fitoplanctônica em três profundidades (superfície, meio e fundo), a partir de nove pontos, divididos entre as isóbatas de 10 m (P1, P2, P3), 70 m (P10, P11 e P12) e 150 m (P16, P18 e P21) PETROBRAS/HABTEC (2002c).

Foram identificadas 153 espécies, sendo 103 de diatomáceas (68%), 40 de dinoflagelados (26%), 8 de coccolitoforídeos (5%) e 2 de silicoflagelados, correspondendo a apenas 1% do inventário florístico (Figura 5.2-18). O inventário das espécies listadas para a área de do PDET/AMEG se encontra no Anexo 5-III.

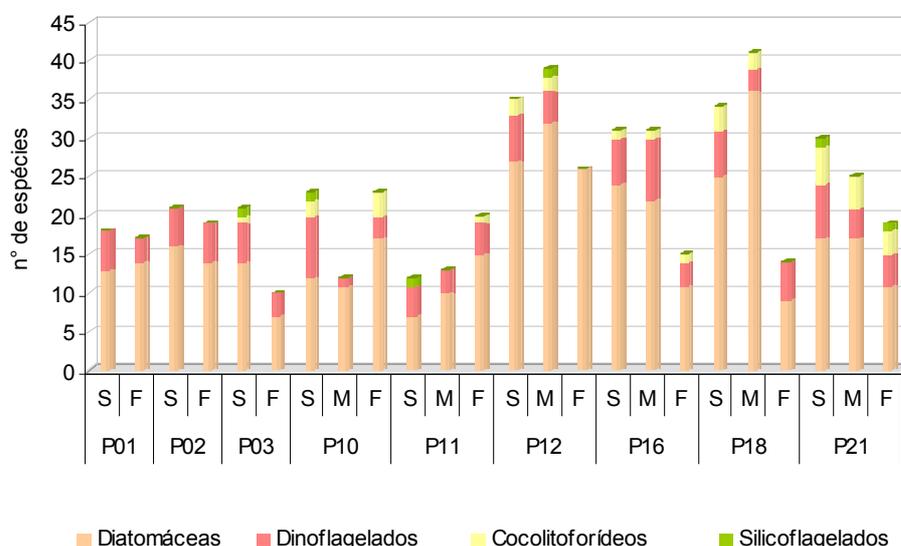


Fonte: PETROBRAS/HABTEC (2002c)

Figura 5.2-18. Contribuição relativa total de cada grupo para a riqueza do fitoplâncton durante a campanha de caracterização de PDET/AMEG, em agosto de 2002.

A participação dos diferentes grupos, no número de espécies identificadas, variou entre as estações nas diferentes profundidades avaliadas. As diatomáceas apresentaram maiores participações no ponto P12, nas três profundidades amostradas, e nos pontos P16 e P18, em superfície e meio da coluna d'água, respectivamente. Os dinoflagelados apresentaram maior número de espécies em superfície nas estações P10 e P21, e na profundidade do meio da coluna d'água de P16. Os coccolitoforídeos apresentaram baixa riqueza específica. Sua maior participação em número de espécies ocorreu na estação P21, nas três profundidades. Os silicoflagelados apresentaram baixa riqueza específica

em todos os pontos coletados, conforme pode ser observado na Figura 5.2-19. Representantes de euglenofíceas e cianobactérias não foram diferenciados em espécies.

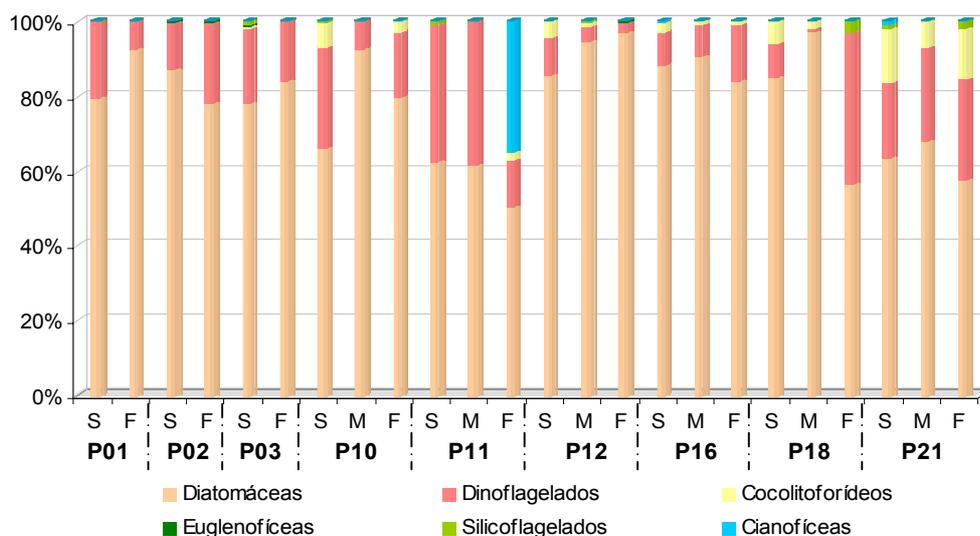


Fonte: PETROBRAS/HABTEC (2002c)

Figura 5.2-19. Riqueza do fitoplâncton nos pontos amostrados durante a campanha de caracterização de PDET/AMEG, agosto de 2002.

Quantitativamente, o domínio das diatomáceas foi igualmente verificado durante a campanha de caracterização, contribuindo com mais de 60% da densidade celular na maior parte dos pontos amostrados. As menores abundâncias relativas das diatomáceas foram observadas nas amostras de fundo da isóbata mais profunda (P16, P18 e P21), e na de superfície do P11. As maiores participações percentuais das diatomáceas na densidade celular foram observadas nos pontos P1 (fundo), P2 (superfície), P12 (meio e fundo) e P18 (meio). Nestas amostras, as diatomáceas representaram mais de 90% da abundância microfitoplanctônica total. Os dinoflagelados tiveram ampla representatividade na isóbata de 10 metros (estações P01, P02, P03) e apresentaram sua menor participação percentual na profundidade do meio do P18. Os coccolitoforídeos apresentaram maior abundância relativa no ponto P21 (superfície e fundo), enquanto que as euglenofíceas no ponto P12 (fundo), os silicoflagelados no ponto P18 (fundo). Destaca-se também a ocorrência de uma grande concentração de cianofíceas no ponto P11 (fundo), conforme observado na Figura 5.2-20, o que pode estar relacionado a três fatores: (1) distribuição espacial agregada característica do plâncton; (2) capacidade de realizar migração vertical na coluna d'água; e (3) menor requerimento de luz em comparação aos demais grupos fitoplanctônicos (Anagnostidis & Komárek, 1985-90).

O Quadro 5.2-7 apresenta a densidade fitoplanctônica registrada durante o inverno, na região próxima ao campo de Vermelho (PETROBRAS/HABTEC, 2002c). A partir desse quadro é possível observar que a densidade total é maior na profundidade do meio da coluna de água. Os pontos localizados sobre as isóbatas de 10 e 70 m, de modo geral, apresentam uma tendência à crescente densidade em direção ao fundo. Já as estações localizadas sobre a isóbata de 150 m apresentaram maiores densidades no meio da coluna de água.



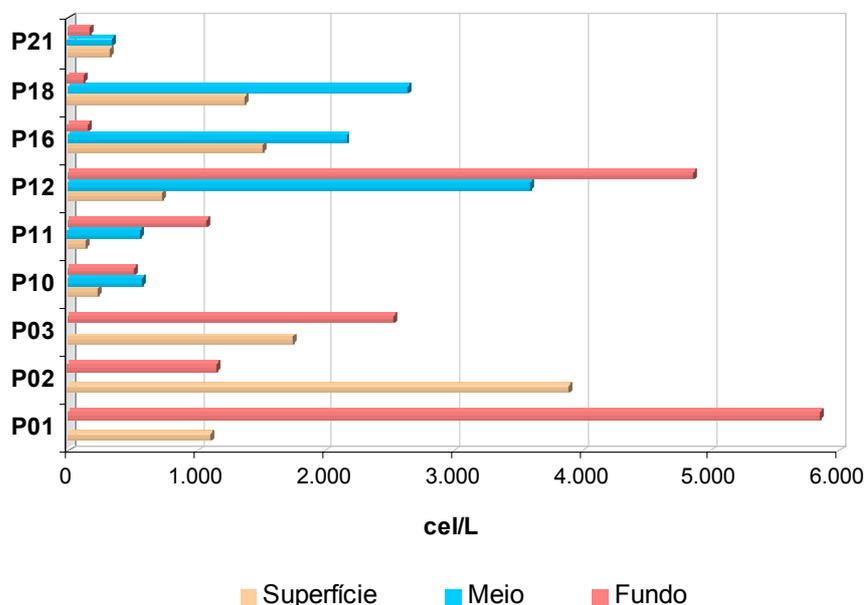
Fonte: PETROBRAS/HABTEC (2002c)

Figura 5.2-20. Contribuição relativa de cada grupo para a densidade total do fitoplâncton durante a campanha de caracterização de PDET/AMEG, região próxima ao campo de Vermelho, inverno de 2002.

Quadro 5.2-7. Síntese dos resultados quantitativos de fitoplâncton durante a campanha caracterização de PDET/AMEG.

| Prof.      | Organismos       | P01         | P02         | P03         | P10        | P11         | P12         | P16         | P18         | P21        |
|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
|            | Isóbata          | 10 m        |             | 70 m        |            |             | 150 m       |             |             |            |
| superfície | Diatomáceas      | 880         | 3395        | 1371        | 151        | 83          | 624         | 1337        | 1166        | 205        |
|            | Dinoflagelados   | 225         | 494         | 348         | 62         | 49          | 74          | 133         | 126         | 64         |
|            | Cocolitoforídeos | 0           | 0           | 10          | 14         | 0           | 30          | 41          | 79          | 47         |
|            | Euglenofíceas    | 0           | 5           | 10          | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          |
|            | Silicoflagelados | 0           | 0           | 10          | 1          | 1           | 0           | 0           | 0           | 3          |
|            | Cianofíceas      | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 3           | 0           | 3          |
|            | <b>TOTAL</b>     | <b>1105</b> | <b>3894</b> | <b>1749</b> | <b>228</b> | <b>133</b>  | <b>728</b>  | <b>1514</b> | <b>1371</b> | <b>322</b> |
| Meio       | Diatomáceas      |             |             |             | 528        | 340         | 3405        | 1959        | 2571        | 234        |
|            | Dinoflagelados   |             |             |             | 43         | 213         | 148         | 193         | 26          | 86         |
|            | Cocolitoforídeos |             |             |             | 0          | 0           | 38          | 11          | 42          | 24         |
|            | Euglenofíceas    |             |             |             | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          |
|            | Silicoflagelados |             |             |             | 0          | 0           | 6           | 0           | 0           | 0          |
|            | Cianofíceas      |             |             |             | 0          | 0           | 0           | 0           | 0           | 0          |
|            | <b>TOTAL</b>     |             |             |             | <b>571</b> | <b>553</b>  | <b>3597</b> | <b>2163</b> | <b>2639</b> | <b>344</b> |
| Fundo      | Diatomáceas      | 5419        | 906         | 2129        | 412        | 546         | 4719        | 128         | 65          | 93         |
|            | Dinoflagelados   | 436         | 248         | 396         | 89         | 130         | 122         | 23          | 47          | 44         |
|            | Cocolitoforídeos | 0           | 0           | 0           | 15         | 22          | 0           | 1           | 0           | 22         |
|            | Euglenofíceas    | 0           | 5           | 0           | 0          | 0           | 17          | 0           | 0           | 0          |
|            | Silicoflagelados | 0           | 0           | 0           | 0          | 0           | 0           | 0           | 3           | 3          |
|            | Cianofíceas      | 0           | 0           | 0           | 0          | 378         | 0           | 0           | 0           | 0          |
|            | <b>TOTAL</b>     | <b>5855</b> | <b>1159</b> | <b>2525</b> | <b>516</b> | <b>1076</b> | <b>4858</b> | <b>152</b>  | <b>115</b>  | <b>162</b> |

De acordo com o apresentado na Figura 5.2-21, destaca-se que a maior densidade fitoplanctônica registrada foi observada no fundo de P1, localizado sobre a isóbata mais rasa ( $5,85 \cdot 10^3$  cel/L). Destaca-se também a amostra de fundo da estação P12 ( $4,86 \cdot 10^3$  cel/L). Valores representativos em superfície foram igualmente registrados, como o encontrado no ponto P2 ( $3,89 \cdot 10^3$  cel/L).



Fonte: PETROBRAS/HABTEC (2002c)

Figura 5.2-21. Densidade total do fitoplâncton durante campanha de caracterização de PDET/AMEG.

Do ponto de vista quali-quantitativo, a caracterização da comunidade microfitoplanctônica reflete a dominância do grupo das diatomáceas. Cinco táxons de diatomáceas respondem por 55% da densidade de todos os pontos: *Asterionellopsis glacialis*, *Paralia sulcata*, *Penata* sp 31, *Pseudo-nitzschia "delicatissima"* e *Thalassionema nitzschioides*.

Em relação à frequência relativa de ocorrência, destacam-se as diatomáceas *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia "delicatissima"*, *Thalassionema nitzschioides* (com >75% de frequência de ocorrência), os dinoflagelados *Prorocentrum* cf. *compressum* *Pronoctiluca pelagica* e os atecados da Ordem Gymnodiniales, e o cocolitoforídeo *Calciosolenia murrayi*, que ocorreram em mais de 50% das amostras.

A dominância quali- e quantitativa das diatomáceas na região é típica de áreas costeiras tropicais influenciadas por correntes oceânicas.

A comunidade fitoplanctônica da plataforma continental da Bacia de Campos, em frente ao município de Macaé, foi avaliada pela FUNDESPA (1994) durante as estações de verão e inverno.

Durante o verão de 1991, a densidade celular variou entre  $2,7 \cdot 10^3$  cel/L e  $3,6 \cdot 10^7$  cel/L. As maiores densidades fitoplanctônicas foram observadas no limite inferior da termoclina, bem no meio da plataforma continental (abaixo da isóbata de 50 metros), em torno da

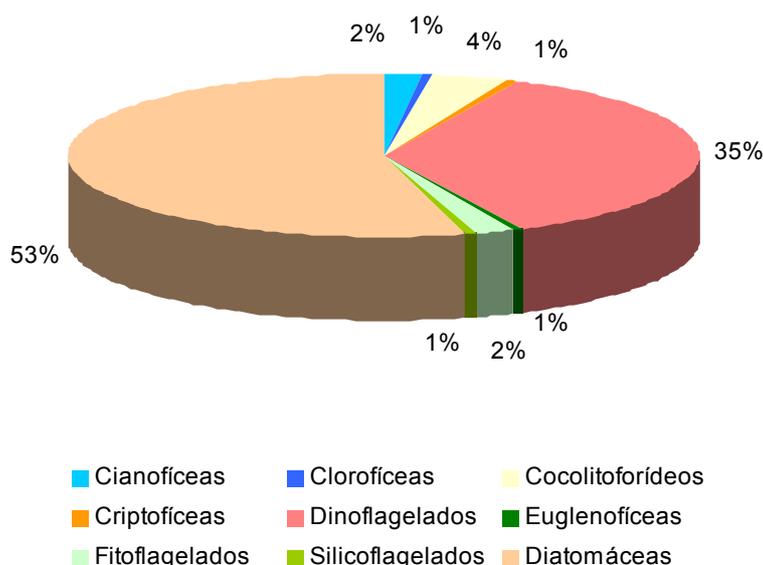
profundidade de 20 metros. As estações oceânicas apresentaram as menores concentrações celulares em relação aos demais perfis. Observou-se uma maior diversidade taxonômica, e uma maior homogeneidade no padrão de distribuição espacial da densidade celular.

No inverno do mesmo ano, a maior concentração de fitoplâncton na região costeira foi observada em frente à Macaé e a menor ao norte do Cabo de São Tomé. A menor densidade celular foi atribuída a uma maior influência da Água Tropical oriunda da Corrente do Brasil, que chegou a ocupar toda a coluna d'água nas regiões mais rasas ao norte de Macaé durante as coletas.

Os estudos concluíram que há uma dinâmica oceanográfica bastante distinta entre verão e inverno na Bacia de Campos, com nítidos reflexos sobre toda a biota da região (FUNDESPA, 1994).

As variações sazonais da comunidade fitoplanctônica (nanoplâncton e microplâncton) da área de Cabiúnas, também localizada na região costeira da Bacia de Campos, foram avaliadas durante o monitoramento ambiental da área de influência do emissário de Cabiúnas (PETROBRAS, 2002c). A cada 6 horas foram coletadas amostras em superfície e fundo, em estações fixas localizadas sobre as isóbatas de 5 e 20 m, durante o verão (23 a 28 de março) e o inverno (9 a 14 de julho) de 1998.

Durante o verão, foram identificadas 159 unidades taxonômicas. Qualitativamente, a classe Bacillariophyceae (diatomáceas) foi a mais representativa, contribuindo com 53% dos táxons identificados, seguida pela classe Dinophyceae (dinoflagelados); representando 35% do inventário florístico. A Figura 5.2-22 apresenta a participação percentual de cada grupo no inventário florístico (Anexo 5-III).



Fonte: PETROBRAS (2002c)

Figura 5.2-22. Participação percentual de cada grupo no inventário florístico da região do emissário de Cabiúnas durante o verão (março de 1998).

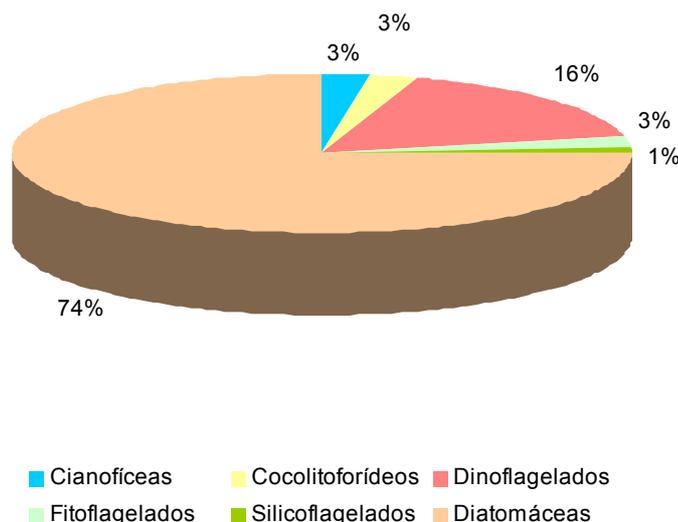
A densidade fitoplanctônica total variou entre  $5,1 \cdot 10^3$  cel/L (superfície) e  $70,4 \cdot 10^3$  cel/L (fundo). Esse padrão foi determinado pela variação nas contribuições do nanoplâncton. O microfitoplâncton não apresentou grandes oscilações, com um mínimo de 280 cel/L (fundo), e um máximo de  $9 \cdot 10^3$  cel/L (superfície).

Os fitoflagelados (nanoplâncton) dominaram quantitativamente na grande maioria das amostras coletadas, nas duas profundidades, contribuindo com percentuais entre 20% e 78% da densidade celular total. Os dinoflagelados foram mais expressivos na superfície, destacando-se *Heterocapsa niei* (nanoplanctônico) e *Prorocentrum triestinum*, freqüentes em muitas amostras. Entre as diatomáceas que se destacaram pela maior variabilidade específica, pode-se citar *Pseudo-nitzschia "delicatissima"*, *Skeletonema costatum* e *Paralia sulcata*. Já os coccolitoforídeos distribuíram-se regularmente em todas as amostras.

Durante campanha de monitoramento ambiental de inverno da região do emissário de Cabiúnas, foi coletado um total de 56 amostras. O inventário florístico incluiu 80 unidades taxonômicas, número bem menor do que o observado durante o verão do mesmo ano (Figura 5.2-23).

A densidade celular também foi inferior à observada durante o verão, com valores entre  $1,3 \cdot 10^3$  cel/L e  $11,9 \cdot 10^3$  cel/L. A fração do nanoplâncton foi sempre superior à fração microfitoplanctônica, que variou entre 80 cel/L e  $1,8 \cdot 10^3$  cel/L .

Também no inverno os dinoflagelados foram mais expressivos na superfície, destacando-se a espécie *Heterocapsa niei* (nanoplanctônica). Entre as diatomáceas, *Skeletonema costatum* e *Paralia sulcata* destacaram-se como espécies dominantes. Os coccolitoforídeos participaram sempre com percentuais superiores a 10% e não apresentaram padrão de distribuição vertical ou nictemeral.



Fonte: PETROBRAS (2002c)

Figura 5.2-23. Participação percentual dos grupos no inventário florístico da região do emissário de Cabiúnas durante o inverno (julho de 1998).

Tais resultados evidenciam uma população constituída por grupos taxonômicos característicos de regiões tropicais banhadas pela Corrente do Brasil e com influência de Águas Costeiras, caracterizada por uma grande variabilidade de espécies de diatomáceas em ambas as profundidades. A comunidade fitoplanctônica respondeu às modificações na estrutura hidrológica da região, apresentando densidade e composição diferenciada, tanto na superfície quanto no fundo (PETROBRAS, 2002c).

Comparando os valores encontrados em Roncador com os observados em outras regiões da Bacia de Campos (Quadro 5.2-8), observa-se que estes estão na mesma ordem de grandeza que os registrados em Albacora Leste, Marlim Sul, Barracuda e Caratinga e a região do PDET/AMEG (entre os campos de Vermelho, Namorado e Garoupa), quando avaliada somente a fração microfitoplâncton ( $> 20 \mu\text{m}$ ). Ressalta-se que os trabalhos realizados em Cabo Frio (FUNDESPA, 1994), Macaé (FUNDESPA, 1994), Cabiúnas (PETROBRAS, 2002c) apresentam as densidades celulares para as frações do microfito- e nanoplâncton. Sendo assim, conclui-se que a comunidade fitoplanctônica da área do campo de Roncador apresenta densidades compatíveis com outras áreas da Bacia de Campos.

Quadro 5.2-8. Síntese dos resultados encontrados em estudos da Bacia de Campos utilizados neste diagnóstico ambiental.

| Autor/ano                 | Local                 | Profundidade (m) | Período da coleta | Nº de estações              | Equipamento de Coleta | Fração Analisada      | Densidade (Cel/L)       |
|---------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| FUNDESPA, 1994            | Cabo Frio             | 10 -30           | Verão de 1993     | 23                          | Van Dorn              | Micro- e nanoplâncton | $2,7.10^3 - 3,64.10^7$  |
| FUNDESPA, 1994            | Macaé                 | 10 -30           | Inverno de 1993   | 23                          | Van Dorn              | Micro- e nanoplâncton | $5,2. 10^6 - 2,27.10^7$ |
| PETROBRAS, 2002c          | Emissário de Cabiúnas | 10 -20           | Março de 1998     | 2 com coletas de 6 em 6 hs  | Van Dorn              | Micro- e nanoplâncton | $5,1.10^3 - 7 . 10^4$   |
| PETROBRAS, 2002c          | Emissário de Cabiúnas | 10 -20           | Julho de 1998     | 2 com coletas de 6 em 6 hs  | Van Dorn              | Micro- e nanoplâncton | $1,3.10^3 -1,2.10^4$    |
| PETROBRAS / HABTEC, 2002c | PDET/AMEG             | 10 - 150         | Agosto de 2002    | 9                           | Niskin                | Microplâncton         | $1,2. 10^2 - 5,9.10^3$  |
| PETROBRAS, 2002a          | Campo de Roncador     | 1200 -1850       | Primavera         | 8                           | Niskin                | Microplâncton         | $1,2.10^2 - 7,5.10^2$   |
| PETROBRAS / HABTEC, 2002a | Albacora Leste        | 1200-1700        | maio de 2002      | 6                           | Niskin                | Microplâncton         | $10^2 a 2.10^3$         |
| PETROBRAS/ CENPES, 2002   | Marlim Sul            | 1054 - 1066      | verão             | 4                           | Niskin                | Microplâncton         | $14 a 3.10^2$           |
| PETROBRAS / HABTEC, 2002b | Marlim Sul            | 1034 - 1072      | inverno           | 2                           | Niskin                | Microplâncton         | $10^2 a 15.10^3$        |
| PETROBRAS, 2002b          | Barracuda e Caratinga | 700 - 11000      | primavera         | 6                           | Niskin                | Microplâncton         | $10^2 a 2.10^5$         |
| PETROBRAS/ CENPES, 2001   | Espadarte             | 720-990          | inverno           | 1 com coletas de 8 em 8 hs. | Niskin                | Micro- e nanoplâncton | $9.10^3 - 10^5$         |