

FAUNA DAS PROFUNDIDADES MARINHAS

As grandes profundidades marinhas constituem o maior biótopo existente no nosso planeta. É também o mais remoto e o menos conhecido. Penetrar e estudar os abismos é um campo de acção paralelo ao da conquista do espaço.

LUIZ SALDANHA

O domínio profundo marinho é geralmente considerado, do aspecto biológico, como o que engloba os fundos e as massas de água situados inferiormente à plataforma continental desde 150 a 200 m até às máximas profundidades conhecidas, ou seja, cerca de 11 000 m (fossa das ilhas Marianas). Na horizontal ocupa 92% da superfície total dos mares e oceanos e é assim o maior biótopo existente.

Com efeito, a natureza e muitas vezes as características morfológicas e anatómicas dos organismos, a sua fisiologia e distribuição, bem como os povoaamentos por eles formados, são globalmente diferentes daqueles que se podem observar mais próximo da superfície do mar, função das condições ambientais. A falta de luz e a ausência de vegetais, as baixas temperaturas e a elevada pressão são os traços dominantes do meio profundo.

A onerosidade e a dificuldade das operações de colheita de dados no alto mar e a grandes profundidades, bem como da experimentação, quer efectuada a partir de navios, quer a partir de submersíveis, são dos principais obstáculos a um progresso mais rápido do conhecimento das grandes profundidades marinhas.

NO SÉCULO PASSADO

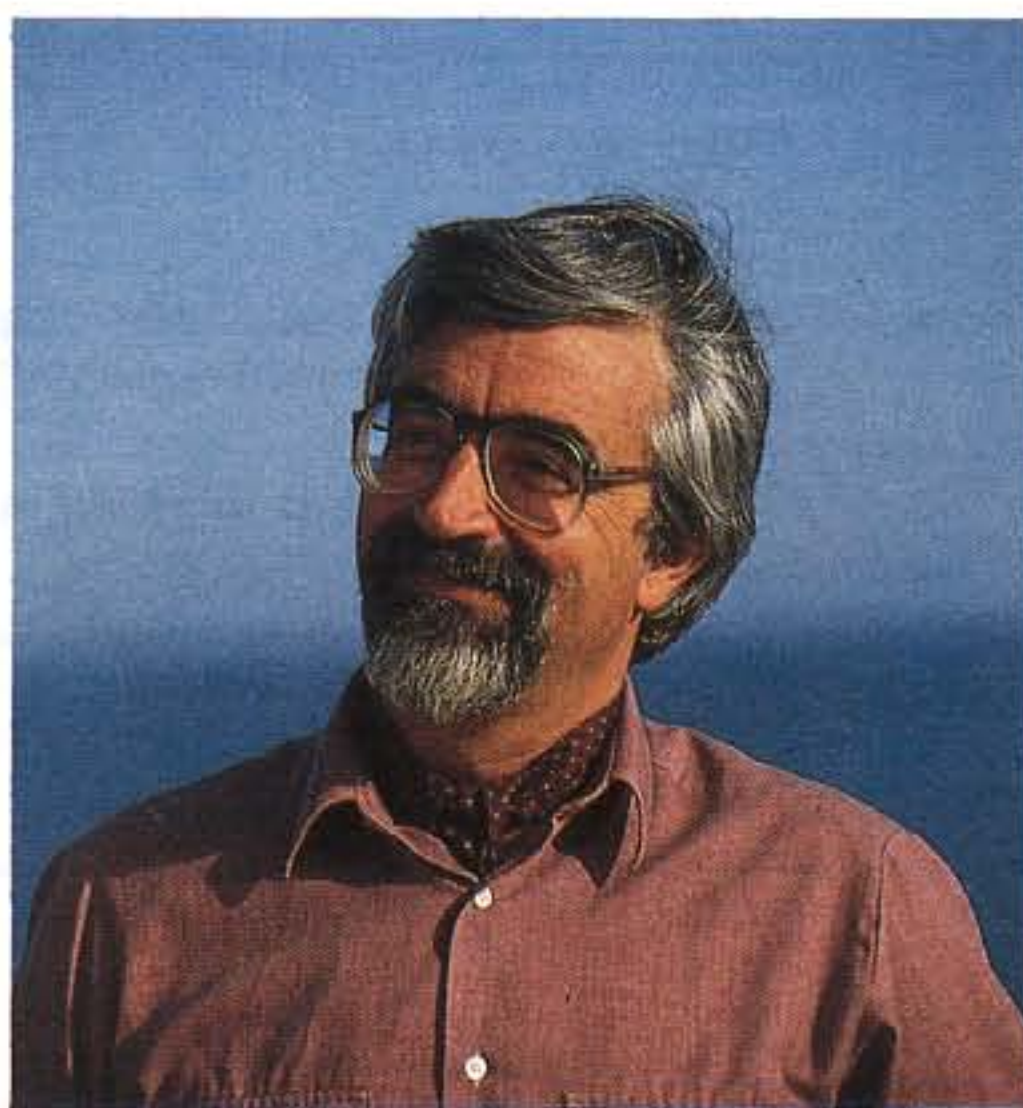
Desde o início do século XIX que existem provas evidentes da existência de vida nas grandes profundidades marinhas.

Algumas das primeiras provas foram as obtidas durante a viagem

de Sir John Ross, que em 1818, na sua viagem para encontrar a passagem por noroeste entre o Oceano Atlântico e o Pacífico, efectuou uma série de observações a grande profundidade na baía de Baffin, ao largo das ilhas Bylot e Baffin. Estas operações permitiram colher até cerca de 500 a 600 braças de profundidade todo um conjunto de animais invertebrados, entre os quais figurou um gorgonocéfalo, capturado à profundidade máxima atingida.

Anos mais tarde, em 1841, James Clark Ross dragou vários organismos entre 300 e 400 braças de profundidade no mar da Tasmânia, quando se dirigia para os mares da Antártida com o fim de os explorar.

É interessante notar que em 1815 e em Portugal, a Real Academia de Ciências de Lisboa publicou um trabalho de Constantino Botelho de Lacerda Lobo, intitulado «Sobre o estado das pescarias da costa do Algarve no ano de 1790» em que o autor relata as profundidades de vários pesqueiros, entre os quais o do mar de Albufeira, a 400 braças, onde os pescadores operavam com sucesso. Em 1818 a mesma Academia publica as «Observações sobre alguns peixes do Mar e Rios do Algarve», desta vez de autor anónimo. É um trabalho notável para a época, não só do aspecto sistemático mas também do ponto de vista da distribuição batimétrica das espécies. Com efeito, são assinaladas as profundidades de ocorrência das mesmas, interessando no nosso caso as de vários seláceos entre 350 e 550 braças.



Após estudos de Biologia na Faculdade de Ciências de Lisboa, Luiz Saldanha doutorou-se em ecologia animal. Tem participado em numerosas campanhas oceanográficas, em diversos mares do globo e efectuado imersões no batiscafo Archimède; a sua obra científica centra-se nos domínios da ecologia marinha e da ictiologia. Membro do Conselho Científico do Institut Océanographique (Paris), Vice-Presidente do International Council for the Exploration of the Sea, Secretário-Geral da European Ichthyological Union, recebeu, em 1988, o prémio Manley Bendall da Fundação Alberto I de Mónaco, pela sua obra científica. É professor catedrático da Faculdade de Ciências de Lisboa onde ensina oceanografia biológica e coordena o Laboratório Marítimo da Guia.

Estes dados estão absolutamente correctos e surgem um ano antes da publicação dos resultados de Sir John Ross, em 1819. Muito curiosamente a existência de vida nas grandes profundidades marinhas foi negada com obstinação pela comunidade científica, a partir dos meados do século XIX! A falta de luz, a elevada pressão, o frio, entre outros, eram factores apontados como impossibilitando a vida a tais profundidades.

A controvérsia foi originada pelos trabalhos de Edward Forbes que compreenderam uma série de dragagens no mar Egeu, entre 1841 e 1842. No decorrer dos mesmos, verificou que para baixo de 130 braças de profundidade os animais apresentavam menores dimensões e diminuía a sua quantidade. Mais tarde, num trabalho publicado com Spratt, em 1847, o mesmo investigador escreveu que nas partes mais profundas do mar Egeu tinha encontrado muito poucas espécies e que parecia estar a aproximar-se duma região estéril e deserta, onde já não existiria vida, a não ser formas muito pequenas e de organização muito simples.

Depois da morte de Forbes, num trabalho póstumo publicado em 1859, juntamente com Godwin-Austen, é enunciado não só o princípio da ausência de vida ou a sua considerável rarefacção abaixo de 300 braças, mas também que as grandes profundidades marinhas eram o campo de eleição para as descobertas submarinas (!).

É assim claro que Forbes nunca rejeitou a existência de vida nas grandes profundidades, mas a opinião contrária foi originada pela sua sugestão do desaparecimento de organismos vivos ou a sua grande rarefacção, abaixo de 300 braças, a que se chamou a teoria da zona azóica de Forbes.

A prova concludente da existência de organismos vivos abaixo de 300 braças (aceite até aos dias de hoje) teve lugar em 1859 quando foi levantado, para ser reparado, o cabo telegráfico que unia a Sardenha ao norte de África, proveniente de 1800 metros de profundidade. Com o mesmo foram encontrados corais solitários e moluscos. Acaba no entanto de ser verificado pelos investigadores franceses H. Zibrowius e L. Laubier (com. pess.) que esta interpretação é errónea. Na realidade os organismos colhidos juntamente com o cabo (ou com partes do cabo), atendendo à sua natureza e características, não provinham certamente da parte do mesmo colocada a maiores profundidades, ou nem sequer teriam estado fixos a ele. Está hoje contudo provado que existem formas de vida até às maiores profundidades oceânicas conhecidas.

Embora os dados fornecidos pelo cabo submarino tenham constituído na altura o golpe decisivo na teoria de Forbes, o que é certo é que a ideia da zona azóica continuava enraizada nos espíritos, a tal ponto que em 1865 José Vicente Barbosa du Bocage, ao publicar a descoberta e descrição da esponja *Hyalonema lusitanicum* colhida pelos longos espinhéis dos pescadores de esqualos de Setúbal, não se atreve a indicar a profundidade de colheita e diz apenas ter sido obtida

a grande profundidade. É só mais tarde, em 1871, que Bocage, afastados definitivamente os seus receios por mais provas concludentes, faz saber no trabalho «A vida animal nas grandes profundidades do oceano» que os exemplares de *H. lusitanicum* tinham sido colhidos a mais de 450 braças de profundidade.

A propósito da ocorrência do esqualo *Centroscyllium coelolepis* às mesmas profundidades, diz Bocage ser “um dos factos mais notáveis da geografia zoológica”. Na realidade estes esqualos chegavam a ser capturados pelos pescadores a 1 200 metros de profundidade! D. Carlos de Bragança, o pioneiro da oceanografia portuguesa, comentava em 1896 que se quarenta anos antes era geralmente aceite que a vida deixava de existir a cerca de 500 metros de profundidade, no mesmo preciso momento os pescadores tinham resolvido o problema ou alargado os limites batimétricos conhecidos da existência de vida no mar, uma vez que pescavam com as suas linhas mais fundo do que o que era admitido.

Os pescadores portugueses tinham resolvido na prática um problema que se punha ao mundo científico. Ilustrados como eram não sofriam de obstinação científica!

OS INSTRUMENTOS

É actualmente muito vasta a gama de instrumentos destinados à recolha de seres vivos profundos e de parâmetros ambientais. A todo um conjunto de engenhos clássicos, junta-se uma série de meios que tem permitido aos investigadores passarem da situação inicial descritiva e indispensável, para uma fase dinâmica que inclui a observação directa dos organismos e a experimentação *in situ*.

Na referida gama de engenhos clássicos incluiremos as redes de arrasto, às quais se associa normalmente instrumentação acústica que permite seguir o trajecto das mesmas e fazê-las operar sobre o fundo ou a uma certa distância deste, se assim for necessário. Existem actualmente dispositivos que permitem abrir e fechar as redes de diversos tipos, às profundidades desejadas, impedindo a mistura de organismos provenientes de diferentes cotas batimétricas.

São também utilizadas redes montadas em trenós, que juntamente com diversos aparelhos de medida de parâmetros físicos e de câmaras fotográficas ou de vídeo, permitem a obtenção de dados importantes.

As dragas e os testemunhadores de vários modelos são igualmente usados e permitem obter dados qualitativos e quantitativos sobre os seres vivos das grandes profundidades. Os testemunhadores, para além de fornecerem dados quantitativos, permitem ainda o estudo da estratificação da fauna que vive no interior do sedimento (endofauna).

A inovação mais espectacular será muito provavelmente a respeitante à utilização dos batiscafos e de ou-

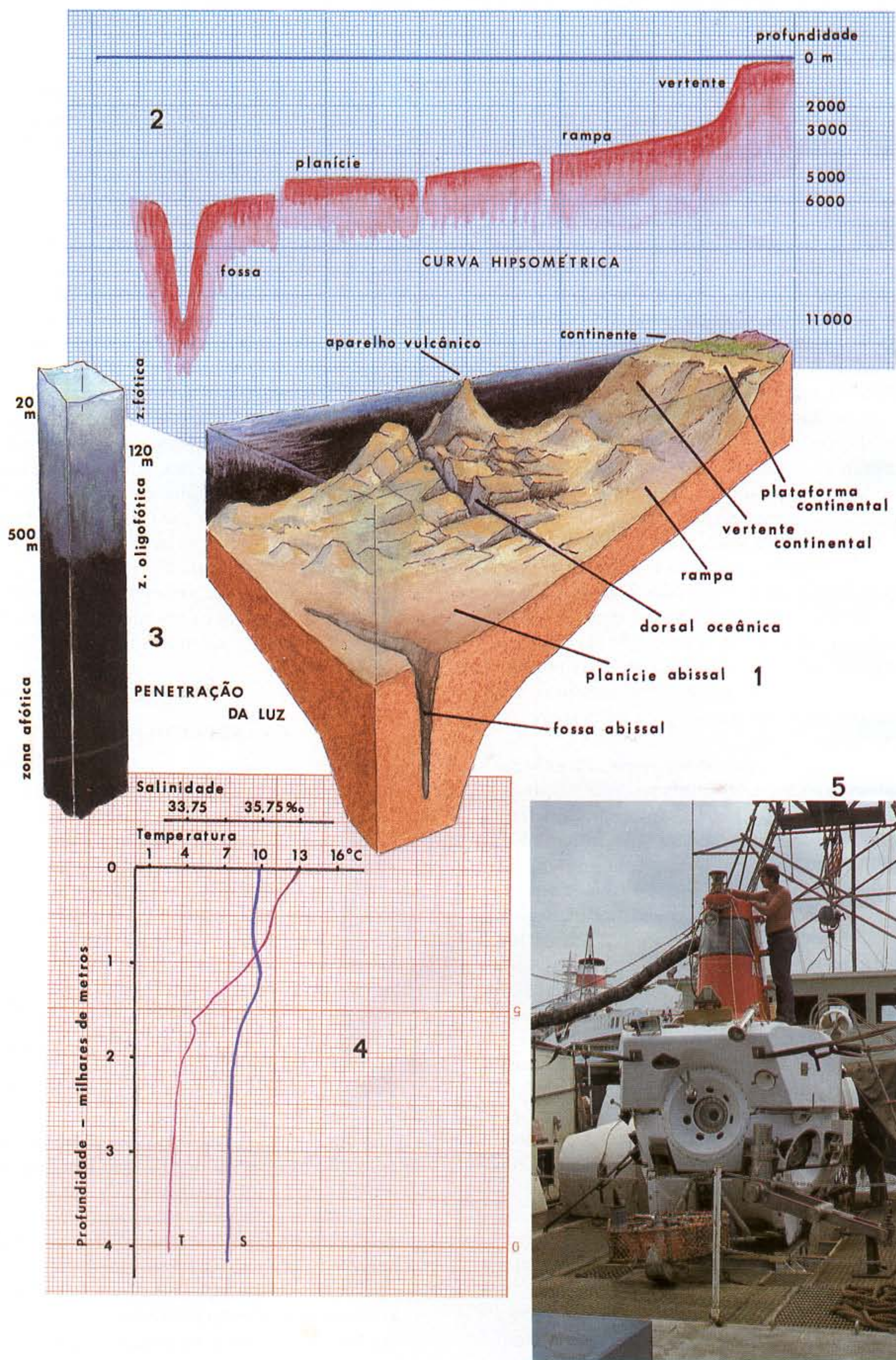


Fig.1 - (1) - Bloco esquemático dos principais acidentes topográficos do fundo do mar; (2) Curva hipsométrica (v. texto); (3) Penetração da luz — podem distinguir-se três zonas: zona fótica, que se estende até cerca de 20 a 120 m (média de 50 m), correspondente à profundidade de compensação dos vegetais clorofilinos; zona oligofótica, em que o espectro solar só está representado pela sua fracção mais penetrante e que desce até uma profundidade média de 500 m; zona afótica, onde reina a escuridão total. (4) Variação da temperatura e da salinidade com a profundidade no Atlântico (missão Fluxatlante — 46° 22' N 12° 23' W). (5) O submersível Alvin, da Woods Hole Oceanographic Institution (Estados Unidos) (foto Saldanha).

tros submersíveis tripulados, bem como de veículos de controle remoto, que permitiram a observação directa dos seres vivos até às maiores profundidades oceânicas.

Os batiscafos, que efectuaram um trabalho pioneiro considerável, foram abandonados, por serem difíceis de manobrar e não permitirem colheitas adequadas, a favor de submersíveis de menores dimensões e mais manejáveis como o "Alvin" (americano) o "Cyana" e o "Nautil" (franceses) (Fig. 1). Estes asseguram toda uma série de possibilidades de trabalho incluindo a realização de experiências *in situ*.

Para colocar a aparelhagem usada nesta experimentação *in situ*, foram idealizados vários módulos que podem ser lançados para o fundo, a partir de navios e que nele permanecem o tempo que for necessário às experiências ou obtenção dos dados pretendidos. Um mecanismo adequado faz com que o módulo regressse à superfície quando for conveniente.

A fotografia, a televisão e o vídeo, em regra acoplados aos engenhos referidos, têm sido igualmente auxiliares preciosos no aumento de conhecimentos.

Todas as operações conduzidas pelos diversos métodos enunciados têm sido altamente beneficiadas pela utilização de sistemas acústicos (*transponders*), que permitem a localização de um engenho de observação ou colheita, ou ainda de um submersível, com uma aproximação de poucos metros, precisão de facto notável.

Para completar o panorama das possibilidades oferecidas pela tecnologia moderna, referiremos a utilização de câmaras pressurizadas que podem colher material biológico a grandes profundidades, trazer os organismos vivos para a superfície e mantê-los depois em laboratório. A experimentação subsequente é assim possível.

O MEIO

Ao limite da plataforma continental, a 150-200 m de profundidade, segue-se a vertente continental (Fig. 1), bastante inclinada, que se estende habitualmente até cerca de 2 000 a 2 500 m de profundidade. O fundo passa a apresentar um ligeiro declive (rampa), que se vai manter até à planície abissal a cerca de 5 000 m. O declive é geralmente suave pelo que vários autores têm considerado como planície abissal o espaço entre a base da vertente continental e 6 000-7 000 m. A estas profundidades surgem em diversos locais do globo, nomeadamente no Pacífico, as fossas abissais. Estas apresentam-se sob a forma de longos e estreitos entalhes no fundo oceânico com paredes quase verticais. Atingem as maiores profundidades conhecidas.

É evidente que acabámos de traçar um perfil esquemático dos fundos marinhos (a curva hipsométrica v. Fig. 1), uma vez que neles podemos encontrar numerosas elevações e nomeadamente as dorsais oceânicas.

Existem espécies animais e comunidades características de cada um dos acidentes topográficos citados que permitem estabelecer uma zonação biológica do domínio bentónico profundo em andares. Como veremos adiante, à vertente corresponde sensivelmente o andar batial, à rampa e à planície o andar abissal e às fossas o andar hadal. Os três andares constituem o sistema profundo ou afital (os andares superficiais constituem o sistema litoral ou fital).

Os fundos referidos são em regra constituídos por substratos móveis de grão fino: vasas organogénicas e argilas dos grandes fundos, embora possam ocorrer areias e afloramentos de rocha geralmente vulcânica.

As vasas são essencialmente constituídas por pedaços de exoesqueletos de organismos pelágicos (foraminíferos, pterópodes e outros) e podem classificar-se em hemipelágicas, em que há ainda uma forte componente de materiais provenientes da plataforma continental e eupelágicas, conforme a percentagem de material que as forma proveniente da coluna de água.

A argila dos grandes fundos é de cor avermelhada ou acastanhada e apresenta partículas mais finas do que as vasas, bem como um alto teor em ferro e manganésio. É também um sedimento eupelágico.

A natureza dos sedimentos pode condicionar a composição da fauna, sobretudo em relação à meio-e microfauna (v. adiante) que neles vive alojada. No que diz respeito à macrofauna abissal é sobretudo o conteúdo em matéria orgânica do sedimento que regula a sua distribuição.

As variações da salinidade (Fig. 1) a profundidades superiores a 2 000 m são geralmente mínimas, apontando-se como valor médio 34.80‰ com uma variação de 0.20‰. Às mesmas profundidades a temperatura (Fig. 1) apresenta habitualmente valores entre 0.5 e 4°C (embora haja situações diferentes, por razões peculiares, como 14°C no Mediterrâneo, 1,2°C no Ártico e no Antártico e 6°C no mar das Caraíbas). No mar dos Açores, durante a campanha do batiscafo "Archimède", registaram-se temperaturas compreendidas entre 2,9 e 3,9°C correspondentes a profundidades entre 2 000 e 3 100 m. Durante a campanha Fluxatlante do navio francês "Suroit" num transecto entre os Açores e Brest, foram registadas temperaturas da ordem de 3,5°C e uma salinidade de 35‰ a cerca de 2000 - 2 250 m de profundidade. A 3 900 m a temperatura era ligeiramente superior a 2°C e a salinidade de cerca de 34.75‰.

Relativamente à salinidade desconhece-se, nas grandes profundidades, qualquer variação fisiologicamente significativa.

A baixa temperatura e a pressão elevada (que pode atingir 1 100 atmosferas) são dois factores fundamentais na regulação dos processos fisiológicos, condicionando, por exemplo, as taxas metabólicas, o conteúdo em proteínas e lípidos, o teor de água e os níveis de actividade enzimática no tecido muscular. Temperatura e pressão vão deste modo condicionar a distribui-

ção vertical das espécies, intervindo consequentemente nos processos de selecção natural.

É lícito admitir que o grau de estenotermia apresentado pelas formas profundas (abissais) deve ultrapassar, em muito, o que é conhecido relativamente a outros grupos de animais de sangue frio (poiquilotérmicos), podendo-se esperar um certo grau de ajustamento genético a uma temperatura uniforme e constante. Este facto poderá ser significativo relativamente ao fenómeno chamado gigantismo abissal, em que determinados animais atingem dimensões apreciáveis (em termos relativos) a baixas temperaturas. Esta questão pode estar relacionada com taxas reduzidas do metabolismo, que concorrem para um atraso na maturação sexual e para o prolongamento do crescimento e da vida. É preciso sublinhar que estas afirmações têm de ser feitas com prudência, uma vez que são extrapolações do que se passa com animais de águas frias e de pequena profundidade.

Na maior parte do domínio profundo existe uma quantidade de oxigénio suficiente para assegurar a vida (p. ex. no Atlântico noroeste, valores entre 7.05 e 6.15 ml/l entre 1 850 e 5 200 m). Em certos pontos as concentrações são no entanto muito baixas e nalgumas fossas poderão mesmo existir zonas anóxicas. Muitos organismos conseguem regular as suas taxas de consumo de oxigénio até níveis muito baixos, compatíveis com as situações de depleção do meio em que vivem.

O aspecto dominante do meio profundo e que porventura mais interessa ao biólogo, é o que é conferido pela relativa uniformidade da distribuição dos parâmetros físico-químicos, bem como pela sua relativa estabilidade no tempo. Isto não quer dizer que haja imobilidade das massas de água, como se julgou durante um longo período, que na realidade são dotadas de toda uma dinâmica.

ESPÉCIES, COMUNIDADES E ZONAÇÃO

As dificuldades já citadas no estudo do meio profundo são a razão principal de não dispormos ainda, a nível mundial, de um conhecimento extenso das espécies animais que vivem nas grandes profundidades, quer no fundo (bentónicas) quer na coluna de água (pelágicas). Os dados existentes dizem fundamentalmente respeito à macro- e megafauna (animais de dimensões superiores a 2 mm), embora actualmente haja já vários estudos sobre meio — e microfauna (animais de dimensões inferiores às citadas).

A diversidade específica da macro- e megafauna é de um modo geral elevada no domínio profundo, assemelhando-se muitas vezes às dos biótopos terrestres mais ricos, existindo uma série de hipóteses para a justificar. O padrão dominante apresenta curiosamente valores máximos a profundidades intermédias, como na parte inferior da vertente e valores mais baixos na parte superior da vertente, na rampa e na planície abissal.

Os dados existentes sobre a fauna que vive sobre a vertente continental dizem essencialmente respeito ao Atlântico, ao Mediterrâneo e ao Pacífico e não diferem essencialmente entre si, pelo que se presume que a nível mundial se mantenha um certo denominador comum. Biogeograficamente há que aprofundar a questão.

A área de distribuição vertical de várias espécies da plataforma continental estende-se na parte superior da vertente. É preciso sublinhar que entre os povoamentos da plataforma continental e os da vertente existe uma área de transição em que os mesmos se interpenetram, dependendo a sua extensão vertical e profundidade das condições locais e regionais.

Sobre a vertente continental (Figs. 2,3) vão-se encontrar todos os grupos animais existentes na referida plataforma, o que equivale a dizer a maioria dos grupos de animais marinhos, embora uns sejam mais abundantes que outros. É na vertente continental (andar batial — v. adiante) que aparecem os primeiros grupos de animais tipicamente profundos, como as esponjas Hexactinellidae (Fig.13), holotúrias da ordem Elasipoda (Fig.13), peixes da família Macrouridae (Fig.14), além de numerosas espécies também caracteristicamente profundas pertencentes a grupos zoológicos existentes nas camadas marinhas mais superficiais.



Fig. 2 - Esponjas sobre a vertente dos Açores, a 800 m (foto Laubier — CNEXO)

Nos afloramentos rochosos da vertente, no Atlântico nordeste e característicos destes, vão ocorrer corais brancos ahermatípicos, como *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*. Os corais solitários *Caryophyllia armata* e *Desmophyllum cristagalli* estão igualmente presentes.

Associados às colónias de corais vivem numerosos anelídeos poliquetas, tanto errantes (p. ex. espécies dos géneros *Harmothoe*, *Pholoe*, *Lagisca*) como sedentários (p. ex. *Serpula*, *Vermiliopsis*). De mencionar também *Eunice floridana* que vive em tubos forrados de vasa.

Nos mesmos substratos rochosos encontram-se também várias esponjas dos géneros *Myxilla*, *Iophon*,



Fig 3 - Vertente dos Açores (entre 720 e 1 100 m). Observa-se o pequeno esqualo de profundidade *Deania calcea* (foto Debyser — CNEXO)

Eurypon e outros, bem como numerosos cnidários (além dos corais) e entre eles vários gorgonários dos géneros *Isidella*, *Acanella*, *Stachyodes*, *Calligorgia*, por exemplo.

De entre os crustáceos característicos da vertente continental e dos mesmos substratos ressaltam os cirrípedes dos géneros *Scalpellum*, *Verruca* e *Hexelasma*. Note-se que os crustáceos (como as galateas) são abundantes em toda a vertente, mas a sua maioria não é característica da mesma. Os moluscos em contrapartida não são tão abundantes. Como espécies características há a citar o poliplacóforo *Hanleya hanleyi* e os lamelibrânquios (ou bivalves) *Arca nodulosa*, *Arca oblicatula*, *Spondylus gussoni*.

Os ofiurídeos (p. ex. espécies dos géneros *Ophiactis*, *Ophiacantha*, *Ophiomyxa*) e os crinóides (p. ex. *Actinometra*, *Trichometra*) são abundantes. Outros grupos de equinodermes são no entanto mais raros. Briozoários, braquiópodes, hemicordados e ascídias fazem igualmente parte do vasto quadro faunístico dos substratos rochosos da vertente continental.

Relativamente aos substratos móveis observa-se também uma relativa homogeneidade faunística, ao longo de toda a vertente até cerca de 3 000 m de profundidade.

No Atlântico europeu, os traços dominantes do povoamento que vive sobre o sedimento são conferidos pela esponja *Thenia muricata* e por um cnidário do género *Umbellula*, pelos anelídeos poliquetas *Aphrodite aculeata* e *Hyalinoecia tubicola* (que vive num

tubo amarelado e transparente semelhante à canula de uma pena), ambos de larga distribuição batimétrica; juntam-se a estes elementos o caranguejo *Geryon tridens* e o paguro *Parapagurus pilosimanus*, bem como os moluscos *Fusus bocagei* e *Neptunea bernicensis* e ainda diversos equinodermes como os ofiuros *Ophiocten abyssicola* e *Amphilepis norvegica*, estrelas-do-mar do género *Brsingella* e holotúrias de várias espécies da ordem Elaspoda bem como *Mesothuria intestinalis*. Vivendo no interior do sedimento encontram-se igualmente animais característicos da vertente continental, como os poliquetas *Panthalis oerstedii* e *Ammotrypane aulogaster*, os moluscos escafópodes *Dentalium agile* e *Siphonodentalium quinquangulare* e os lamelibrânquios *Abra longicallus* e *Nucula tenuis*, entre outros. Relativamente aos crustáceos devem ser referidos, a título de exemplo, *Callocaris macandreae* e *Diastylis cornuta*.

As condições locais, como a existência de correntes, maior sedimentação ou outro factor, podem também ser responsáveis pela maior abundância de determinadas espécies (fácies) bem como pela heterogeneidade espacial dos povoamentos.

Pode-se observar, por exemplo, uma fácies formada pela gorgónia articulada *Isidella elongata*, que depende de um fluxo de partículas alimentares em suspensão e condições de substrato próprias à fixação. Os camarões *Aristeus antennatus* e *Aristeomorpha foliacea* bem como o lagostim *Nephrops norvegicus*, es-

pécies de interesse económico, ocorrem com frequência nesta fácies.

Uma outra fácies que deve ser aqui citada é a que é formada por esponjas hexactinélidas e cuja presença é função da existência de uma determinada quantidade de partículas finas orgânicas em suspensão. Nesta fácies ocorrem as esponjas *Asconema setubalense* em forma de urna e de corpo extremamente flexível e por vezes acompanhada por outra — *Thenia muricata* e espécies dos géneros *Pheronema* e *Hyalonema*.

A heterogeneidade espacial dos povoamentos da vertente continental pode ainda ser ilustrada pelas observações efectuadas durante a campanha do batiscafo Archimède nos Açores. Os animais cuja distribuição irregular foi mais fácil observar, por serem mais visíveis e abundantes, foram os equinodermes, nomeadamente o ofiúre *Ophiomusium lymani*, a estrela-do-mar *Pedicellaster sexradiatus* e as holotúrias Elasiopoda *Benthodytes typica*, *Benthodytes* cf. *janthina*, *Peniagone azorica* e *Euphronides* sp. bem como uma outra holotúria da família Synallactidae, que não foi possível identificar. A estes juntaremos vários penatulários dos géneros *Kophobelemnion*, *Scleroptilum*, *Anthoptilum*, o camarão *Plesiopenaeus edwardsianus* e o ouriço-do-mar *Asthenosoma bystrix*.

Cefalópodes e peixes são abundantes ao longo da vertente. De interesse económico podem ser citados vários esqualos de profundidade dos géneros *Centrophorus* e *Centroscymnus* e outras espécies como a pescada *Merluccius merluccius* e o verdelho *Micromesistius pontassou*, as duas últimas não ultrapassando em regra 1 500 a 2 000 m de profundidade.

Um peixe comum é o anguiliforme *Synphobranchius kaupi*, sendo de assinalar diversas espécies de halosaurídeos e de notacantídeos (*Halosaurus johnsonianus*, *Notacanthus chemnitzii*, p. ex.). Os peixes-tripé (Fig. 15) como *Bathypterois longipes*, *Benthosaurus grallator*, *Bathysaurus agassizii* e *B. mollis* (Fig. 7) podem não só ser encontrados na vertente continental, como no domínio abissal; *Bathypterois dubius* distribui-se preferencialmente entre 1 200 e 2 000 m de profundidade. Os macrourídeos, por seu turno, são abundantes em toda a vertente continental.

A homogeneidade faunística que caracteriza globalmente a vertente continental permitiu, em termos de zonação do meio marinho (baseado em dados biológicos), definir um andar designado por batial. A transição dos povoamentos batiais para os povoamentos chamados abissais (e situados no andar inferior ao batial, o andar abissal) tem sido definida em parte como a respeitante à substituição de umas espécies por outras no que respeita às holotúrias Elasiopoda (Figura 13) e situa-se a cerca de 3 000-3 500 m de profundidade. Com efeito e em globo, as famílias batiais Deimatidae e Laetmogonidae são substituídas pelas famílias abissais Psychropotidae e Elpididae. O mesmo se pode verificar com outros organismos, nomeadamente com vá-

rias espécies de estrelas-do-mar, da ordem Phlebobranchia.

Além disso desaparecem também os organismos eubáticos que existiam tanto na plataforma como na vertente continental e que não toleram as baixas temperaturas existentes no domínio abissal.

Entre as comunidades batiais e abissais existe, em regra, uma zona de transição, à semelhança do que se passa entre as comunidades da parte inferior da plataforma continental (andar circalitoral) e as do andar batial. Sublinhe-se de novo que as profundidades de transição entre os andares apresentam variantes locais, em função de determinados parâmetros ambientais.

Os dados existentes sobre a fauna abissal são ainda mais escassos do que os respeitantes ao andar batial e dizem essencialmente respeito aos substratos móveis. É talvez o Pacífico noroeste que melhor está estudado, graças em boa parte ao trabalho de investigadores soviéticos.

No Atlântico nordeste as espécies mais características são a esponja *Hyalonema lusitanicum*, poliquetas do género *Macellicephala* (que aparece a cerca de 3 000 m), crustáceos do género *Munidopsis* e o camarão *Benthosicymus longipes*. Os equinodermes estão representados pelo ofiúre *Ophiomusium planum*, pela estrela-do-mar *Crenaster semispinosus* e as holotúrias Elasiopoda (elemento importante na zonação) por espécies dos géneros *Oneirophanta*, *Psychropotes*, *Benthodytes* e outros (diferentes das que se encontravam no andar batial). Junto e sobre o fundo existe uma fauna de cefalópodes (*Cirrotheuthis*, p. ex.) e de peixes, sendo de assinalar os macrourídeos *Nematonurus gigas* e *Chalinura brevibarbis*, bericídeos como *Melamphaes crassiceps*, bem como espécies de peixes-tripé, anguiliformes, zoarcídeos, ofidiídeos e muitas outras.

Embora sejam exclusivos do Oceano Pacífico e possam ser considerados raros, os moluscos monoplacóforos *Neopilina galathea* (distribuição batimétrica entre 3 591 e 3 718 m; densidade populacional 0.04 indivíduos/ 1 000 m²) e *Neopilina ewingi* (5 611 - 6 324 m; 0.7/1 000 m²) têm de ser referidos, uma vez que a sua descoberta constituiu há anos atrás uma grande novidade, a de uma nova classe de moluscos.

No domínio abissal foram distinguidos vários conjuntos do aspecto biogeográfico, sendo de admitir que a macrotopografia afecta a distribuição das espécies.

As comunidades abissais estendem-se até cerca de 6 000 — 7 000 m, profundidade a que ocorrem sensivelmente as fossas abissais e cujo conjunto faunístico forma o andar hadal.

Entre os andares abissal e hadal existe igualmente uma zona de transição (em regra a extensão vertical das zonas de transição entre os andares aumenta com a profundidade).

As fossas abissais encontram-se essencialmente no Pacífico e é neste oceano onde têm sido estudadas com mais frequência, embora os conhecimentos ainda sejam escassos. Em termos globais nota-se um empobre-



Fig. 4 - Cnidários coloniais (*Paramuricea*?) e um espongiário (?) branco. Batial dos Açores (foto Debyser — CNEXO)



Fig. 7 - *Bathysaurus mollis*. Açores 3 100 m (foto Saldanha — CNEXO)

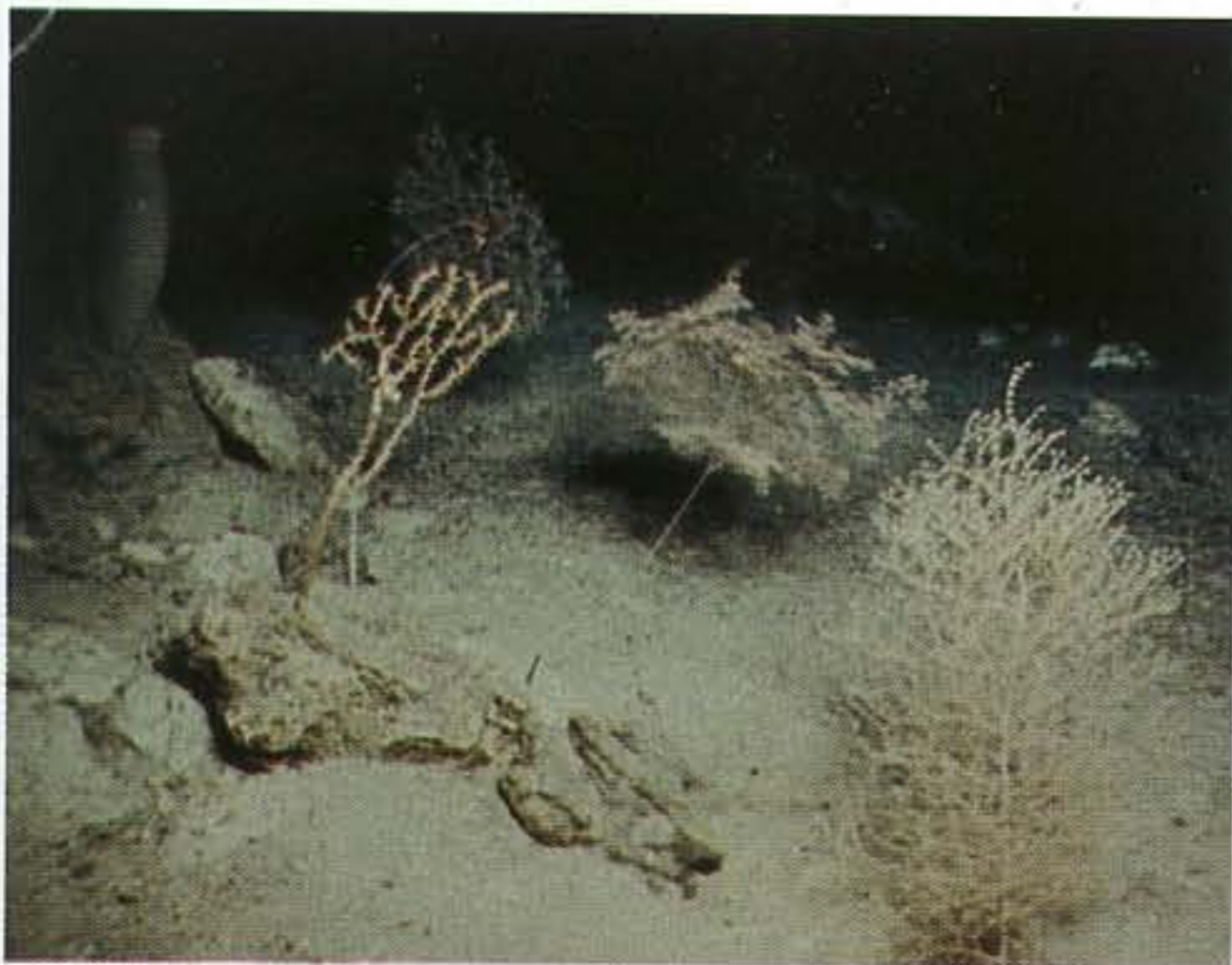


Fig. 5 - Esponja e enidários Paramuriceidae (?), *Metallogorgia melanotrichos* (2 exemplares) e um Chysogorgiidae. Açores 2 100 m (foto Debyser — CNEXO)



Fig. 8 - Estrela-do-mar Brisingidae. Açores 2 600 m (foto Saldanha — CNEXO)



Fig. 6 - Antipatário (*Stichopathes gracilis*) a 2 700 m, Açores (foto Saldanha — CNEXO)



Fig. 9 - Peixe anguiforme (provavelmente um sinafobranquídeo) Açores, 2 500 m (foto Saldanha — CNEXO)

cimento da fauna relativamente ao andar abissal, tanto no número de espécies presente como relativamente à biomassa. Muitos dos grupos zoológicos bem representados no andar abissal, como os crustáceos decápodes, os pantópodes, os cefalópodes, as estrelas-do-mar e os peixes, desaparecem no andar hadal.

É preciso no entanto notar, relativamente aos peixes, que na parte superior da fossa de Porto Rico (Oceano Atlântico) existe um povoamento considerável constituído por estes animais. A espécie que se sabe actualmente existir a maior profundidade é *Abyssobrotula galathea* (Figura 16). Foi capturada até 8 370 m de profundidade, existe em todos os oceanos e é de distribuição abissal e hadal. Outros grupos animais, sobretudo os que se alimentam de pequenas partículas orgânicas, desaparecem igualmente no limite entre os andares abissal e hadal. Nele estão incluídos gorgonários, penatulários, crustáceos cirripedes, ofiúres e equinóides.

Nas comunidades hadais predominam as holotúrias, com duas espécies de *Elpidia*, bem como pogonóforos, os equiúres *Vitjazema ultraabyssalis* e *Jakobia biersteini* e ainda espécies de poliquetas dos géneros *Macellicephala* e *Macellicephaloides*. Entre 9 790 e 10 210 m, na fossa das Filipinas, foram colhidos actiniários (*Galatbeanthemum*), poliquetas, crustáceos anfípodes e isópodes, equiúres e holotúrias (*Elpidia*, *Scotoplanes*, *Myriotrochus*).

As bactérias barófilas, que apenas podem viver a pressões superiores a 600 - 700 atmosferas, podem ser consideradas como características do andar hadal.

As fossas abissais são ainda caracterizadas, do aspecto faunístico, pelo seu grau de endemismo. O estado actual dos conhecimentos não permite, no entanto, dizer ainda se existem diferenças faunísticas substanciais entre as diferentes fossas e na extensão vertical das mesmas. Tanto quanto se sabe as fossas abissais apresentam globalmente e do aspecto qualitativo, um povoamento que se pode dizer característico do andar hadal.

NA COLUNA DE ÁGUA

As massas de água profunda de 150 - 200 m para baixo são igualmente povoadas por numerosos organismos. Uma das características dos mesmos, quer dos planctónicos quer dos nectónicos (os dois tipos de animais pelágicos) é o facto de efectuarem migrações verticais, o que dificulta estabelecer a sua zonação, ao inverso do que é em regra possível fazer para o domínio bentónico.

Entre 100 e 500 m foram detectadas várias camadas difusoras profundas, por meios acústicos, constituídas por grandes concentrações de diversos organismos pelágicos — sifonóforos, crustáceos eufausiáceos, cefalópodes, peixes e outros, a que os ingleses chamaram *deep scattering layers* (DSL).

Uma tentativa de zonação leva-nos a considerar a latitudes médias uma zona infrapelágica, compreendida entre 200-300 e 600-700 m de profundidade, em que se pode verificar uma modificação da fauna, relativamente às camadas superiores, respeitante às medusas, eufausiáceos e peixes (mictofídeos, p. ex). Segue-se uma zona batipelágica que se vai estender até cerca de 2 000 a 2 500 m de profundidade, em que predominam os copépodes, aliás à semelhança do que ocorre nas camadas suprajacentes (recordemos que a maior biomassa existente a nível do globo terrestre é constituída pelos copépodes). Estes grupos, bem como os eufausiáceos e os peixes (Stomiidae, Myctophidae) apresentam espécies diferentes nesta zona, por vezes em grandes concentrações. É também nesta zona que vão ocorrer pela primeira vez organismos tipicamente profundos, como a holotúria pelágica *Pelagothuria*, os camarões Sergestidae e os peixes Ceratiidae. Presentes igualmente diversas medusas, nomeadamente do género *Atolla*. Inferiormente, encontra-se a zona abissopelágica cujo limite inferior se situa a cerca de 6 000-6 500 m de profundidade. O plancton desta zona é caracterizado pelo empobrecimento do número de espécies e da abundância de indivíduos. Os copépodes deixam de ser o grupo predominante (ocorrendo no entanto espécies diferentes), cedendo o seu lugar aos quetognatas e aos crustáceos misidáceos (de que *Eucopia australis* e *Bentheuphausia amblyops* podem ser consideradas como características) e decápodes (espécies tipicamente abissopelágicas do género *Acanthaephyra*).

Os conhecimentos de que se dispõe não permitem de momento caracterizar uma zona hadopelágica.

OÁSIS

A mais surpreendente descoberta efectuada neste século, no domínio da biologia das grandes profundidades, foi certamente a dos ecossistemas ligados às fontes hidrotermais não só pela exuberância quantitativa dos organismos como pelas características destes (Figuras 10 e 11).

Foram cientistas americanos que ao efectuarem em 1977 uma imersão com o submersível "Alvin" descobriram a 2 500 m de profundidade, sobre a dorsal das Galápagos e na imediação de fontes hidrotermais (que podem atingir como se sabe cerca de 370°C), uma fauna abundantíssima, constituída por numerosos organismos, alguns de grandes dimensões, formando verdadeiros oásis que emergiam do "deserto" circundante. A maioria destes organismos era nova para a ciência.

Estes povoamentos e outros semelhantes como os das nascentes frias, foram posteriormente descobertos noutros locais do Pacífico e também no oceano Atlântico. A sua biomassa é cerca de 10 000 a 100 000 vezes superior à dos povoamentos existentes à mesma profundidade.



Fig. 10 - Fonte hidrotermal no Pacífico — Além de *Riftia pachyptila* podem observar-se duas galateas e alguns mexilões, (foto Laubier — IFREMER)



Fig. 11 - Denso agregado de *Riftia pachyptila* numa fonte hidrotermal do Pacífico (cerca de 2 500 m de profundidade). Os animais apresentam a extremidade do corpo, de cor vermelha, fora dos tubos em que vivem. Em primeiro plano o peixe *Thermarces cerberus*, (foto Laubier — IFREMER)

Nos povoamentos hidrotermais a produção primária é assegurada por bactérias quimiossintéticas que obtêm a energia necessária para a fixação do CO_2 a partir da oxidação dos sulfuretos (e em particular do H_2S) presentes nos fluidos emergentes.

Aliás as bactérias desempenham neste ecossistema um papel primordial relativamente a diversos aspectos da biologia das espécies (tróficos e fisiológicos nomeadamente).

A distribuição dos organismos em torno das emanções de fluidos hidrotermais vai obedecer às exigências térmicas de cada um deles, seguindo um gradiente de abaixamento de temperatura. Algumas espécies distribuem-se entre 12° e 3° C, por exemplo, enquanto outras suportam temperaturas mais elevadas.

Indicaremos a seguir os principais traços faunísticos deste povoamento.

O organismo talvez mais característico do ecossistema hidrotermal é um animal vermiforme e tubícola,

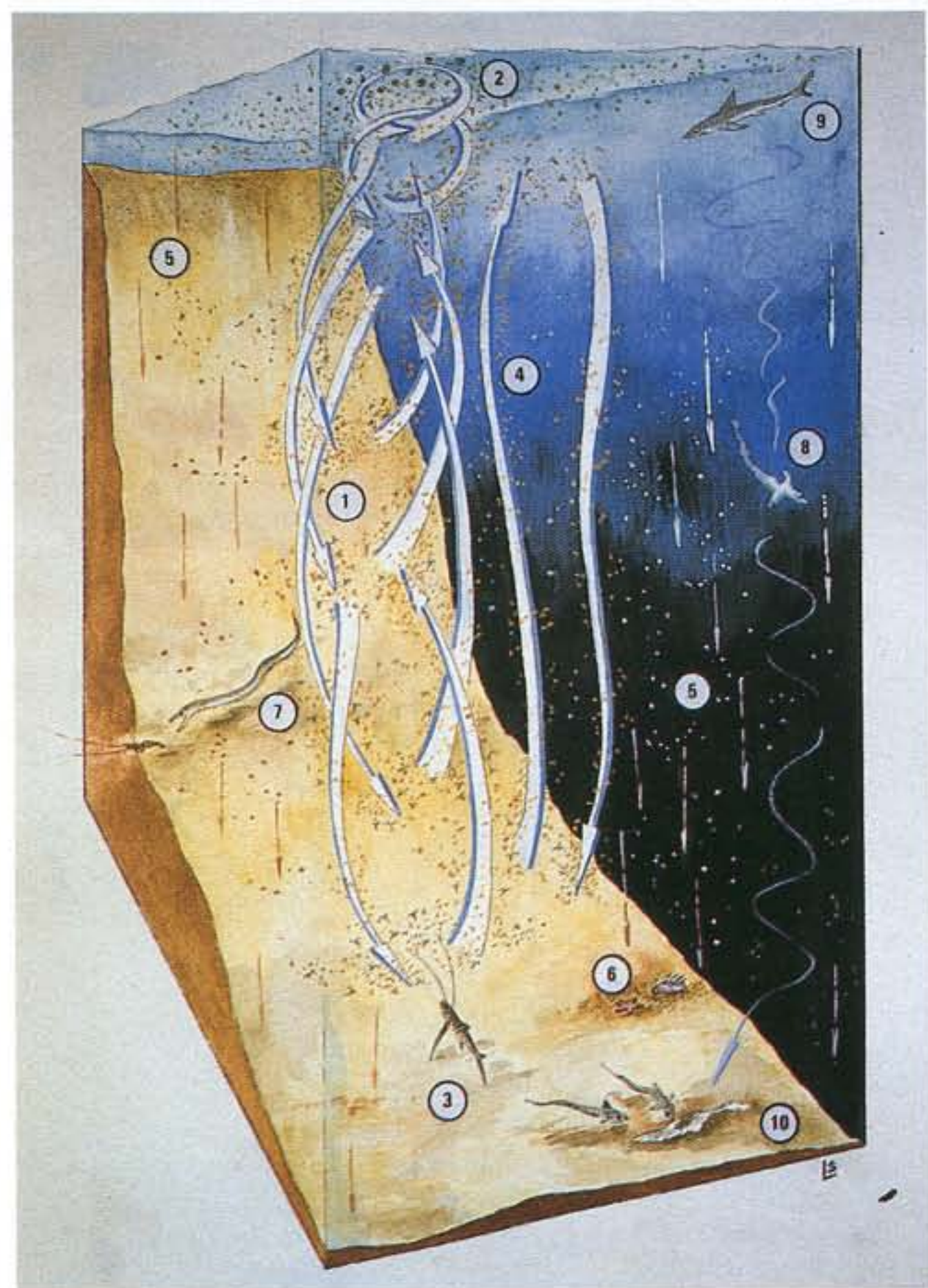


Fig. 12 - Fluxos de matéria orgânica (v. texto): (1) a sobreposição das migrações verticais de organismos pelágicos a níveis batimétricos sucessivos, com as suas relações tróficas, assegura um fluxo de matéria orgânica entre a superfície (2) onde existe fitoplâncton e o fundo (3) [onde peixes-tripé se podem alimentar de organismos planctônicos]. Os animais pelágicos podem igualmente efectuar migrações de grande amplitude, entre a superfície e o fundo (4). A queda de partículas (5) assegura a existência de matéria orgânica no fundo. (6), servindo de alimento a diversos invertebrados. A predação oportunística (7) é uma das formas mais comuns de estratégia alimentar. A queda de carcassas (8, 9 e 10) embora possa ser pouco frequente, constitui outra fonte de matéria orgânica (tal como restos de vegetais terrestres).

de grandes dimensões, o vestimentífero *Riftia pachyp-tila*, que forma densos agregados. Na parte anterior do corpo apresenta um órgão guarnecido de finas lame-las e corado de vermelho intenso. Não possui nem boca nem tubo digestivo. Um dos modos possíveis de nutrição faria intervir bactérias simbióticas que vivem num órgão, o trofosoma, que ocupa a maior parte do tronco do animal e onde será catalisada a síntese de ATP. Dos diversos vestimentíferos presentes nas fontes hidrotermais citaremos ainda *Tevnia jerichonana*.

Próximo das emanções hidrotermais a alta temperatura podem ser encontrados anelídeos poliquetas: os vermes de Pompeia (*Alvinella pompejana* e *A. cau-data*), que vivem em tubos flexíveis, justapostos e em quantidade considerável. São os mais termófilos de todos os organismos associados ao hidrotermalismo e suportam temperaturas compreendidas entre 20 e 40°C .

Outro traço dominante, em termos quantitativos é conferido por populações densas do molusco bivalve *Calyptogena magnifica*, o maior de todos os bivalves conhecidos (26 cm de comprimento). O mexilhão *Bathymodiolus thermophilus* está igualmente presente em quantidade.

Anelídeos serpulídeos e enteropneustas devem também incluir-se neste quadro.

De assinalar a presença de três espécies considerados como fósseis vivos: o crustáceo cirrípede *Neolepas zevinae* e os moluscos *Neomphalus fretterae* (gastrópode) e *Bathypecten vulcani* (bivalve).

A fauna móvel é sobretudo constituída por caranguejos como *Bythograea thermidon*, que ocorre próximo dos conjuntos de pogonóforos e *Cyanagraea praedator*, que se encontra sobre as colónias de vermes de Pompeia e por numerosas galateas (*Munidopsis*).

Os peixes, finalmente, estão representados por algumas espécies, sendo a mais abundante o zoarcídeo *Thermarces cerberus*.

A descoberta recente das comunidades hidrotermais veio criar novos conceitos biogeográficos, como o de arquipélago hidrotermal com base na alta proporção de endemismos, acompanhada pela existência de um número considerável de fósseis vivos que poderá ser relacionado com a idade da fauna hidrotermal.

Por seu turno a hipótese de expansão dos fundos marinhos com base na teoria da tectónica de placas fornece indicações, em termos de tempo, sobre a evolução das bacias profundas e permite entre outras questões uma análise dos conceitos de simpatria e alopatría.

ADAPTAÇÕES

A vida no meio profundo originou várias respostas, a nível adaptativo, por parte dos organismos. Indicaremos algumas.

Os organismos fixos que vivem nos substratos móveis apresentam geralmente pedúnculos bastante longos (Fig. 13), como as esponjas hexactinélidas (p. ex.

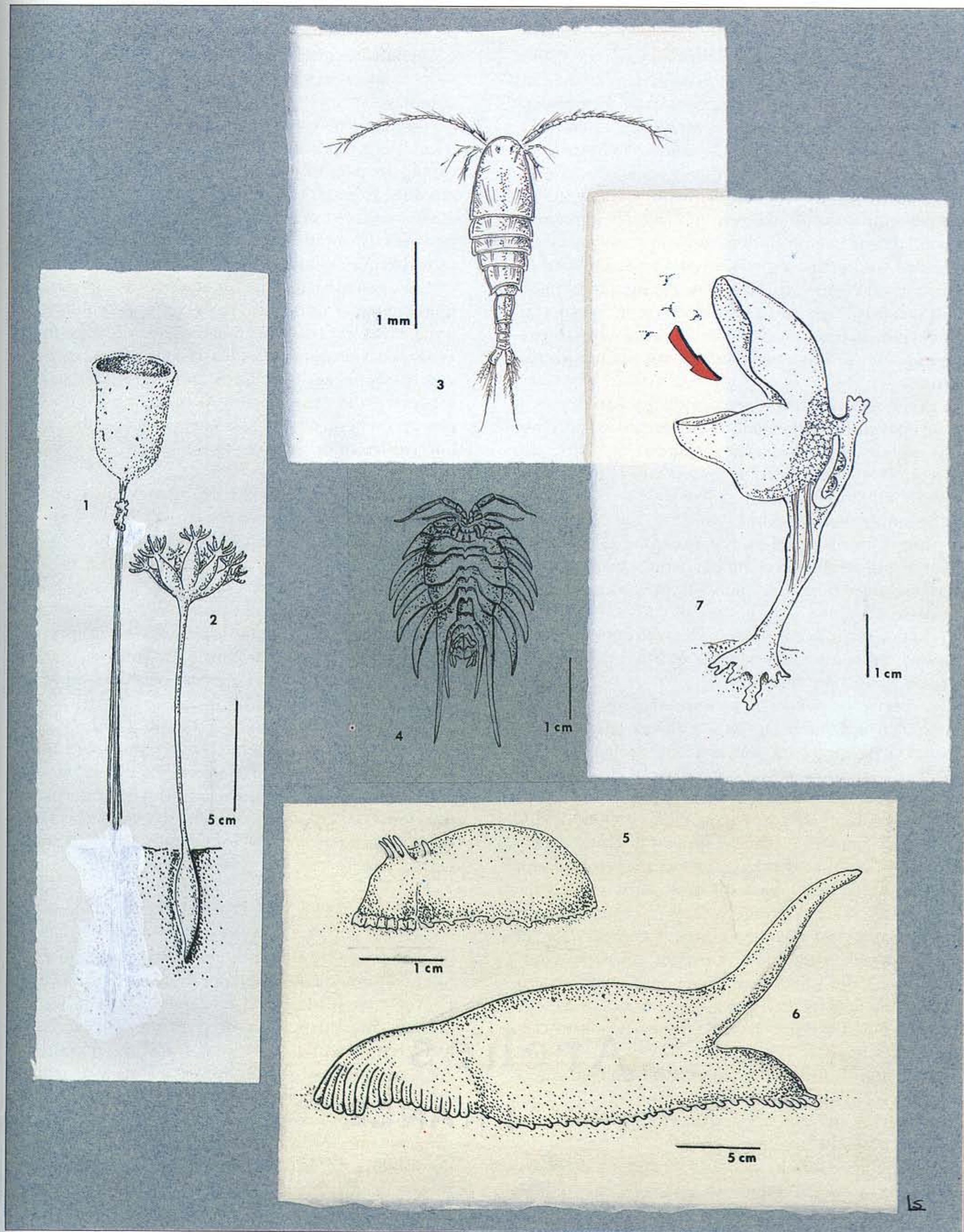


Fig. 13 - Invertebrados e cordados: (1) esponja do gênero *Hyalonema* (notar os pequenos cnidários fixos na parte superior do feixe de espículas) — espécies batiais e abissais. (2) *Umbellula* (cnidário) — espécies batiais e abissais. (3) copépode planctônico *Scottula abyssalis*. (4) crustáceo isópode *Serolis*, de grandes dimensões. (5 e 6) holotúrias Elasipoda-v. texto (5-*Peniagone*; 6-*Psychropotes*). (7) ascídia abissal carnívora *Megalodicopia hians* (Octacnemidae). Esta espécie profunda adaptou-se a um regime carnívoro, ao contrário da maioria das ascídias que são suspensívoras e filtradoras.

Hyalonema). Estas estão dotadas de um comprido e cerrado feixe de espículas que penetra no sedimento, mantendo a parte vital da colônia a uma certa distância dele. O mesmo se passa com os penatúlários, com pedúnculos que atingem por vezes 2 m de comprimento e com diversos crinóides e ascídias.

O alongamento de apêndices como o verificado em alguns crustáceos e outros animais pode não só assegurar uma melhor sustentação, como poderá corresponder a um aumento das possibilidades de percepção sensorial. Por exemplo, determinados crustáceos decápodes Eryonidae, cegos, possuem na face dorsal do corpo um revestimento de sedas, em ligação com células sensoriais, que são a sede de um sentido especial, provavelmente a percepção de vibrações, muito análogo ao que se julga estar ligado aos apêndices filiformes.

Diversos animais das profundidades não possuem olhos, havendo também casos em que estes são vestigiais ou apresentam degenerescência. Em contraste com aqueles, outros há que apresentam olhos bastante desenvolvidos.

Segundo alguns autores, 98 a 99% das espécies de isópodes abissais e hadais, por exemplo, são cegas. A visão não desempenha assim um papel significativo na sobrevivência destes animais, às profundidades referidas.

No que respeita aos peixes, a relação entre a dimensão dos olhos e a profundidade é difícil de estabelecer, ou não existe mesmo.

A retina dos peixes de profundidade é particularmente sensível à fracção de luz diurna para a qual a água do mar apresenta uma transmissão máxima. Foi assim sugerido que os peixes pelágicos de profundidade podem realmente ter a percepção da luz diurna até uma profundidade aproximada de 900 m, devido a diversos factores de índole sensorial, como a existência de uma pupila relativamente grande e de uma alta densidade de pigmento foto-sensitivo na retina.

A ausência de visão nos peixes é frequentemente compensada pelo desenvolvimento considerável de certos apêndices que desempenham um papel táctil, como já se disse. Diversas espécies apresentam, assim, prolongamentos da região cefálica ou dos raios das barbatanas (Fig. 15) e que são inervados, como no caso dos peixes-tripé.

Os fenómenos de bioluminescência são conhecidos em diversos grupos animais como, por exemplo, nos protozoários, nos cnidários, nos crustáceos, nos cefalópodes e nos peixes.

Nos peixes a luminescência é na maioria dos casos produzida por órgãos luminosos (Fig. 14). Estes órgãos, ou fotóforos, são de natureza glandular e contêm células fotógenas, cuja natureza é idêntica à das outras células glandulares da pele dos peixes.

Em muitos casos a luminescência é originada por fotobactérias que vivem no produto da secreção celular, que é um verdadeiro meio de cultura.

Nunca se observou a degenerescência dos olhos em peixes de profundidade com órgãos luminosos.

Relativamente à reprodução e ao desenvolvimento das espécies profundas são diversas as estratégias seguidas.

Os peixes (nomeadamente os bentónicos) não apresentam em regra ovos pelágicos. Existem, de facto, vantagens para estes peixes em possuir ovos demersais que são geralmente de grandes dimensões e em pequeno número e dos quais eclodirá eventualmente uma larva em adiantado estado de desenvolvimento. Este facto permite aumentar as possibilidades de sobrevivência e assegura uma menor competição alimentar intraespecífica. Com efeito, nas grandes profundidades, onde existe escassez de alimento, a protecção dos jovens ou das posturas, a viviparidade e um curto estado larvar podem ser factores importantes para a sobrevivência das espécies. As holotúrias, por exemplo, apresentam um processo de protecção dos jovens, que são transportados em bolsas exteriores formadas pelo tegumento.

O dimorfismo sexual levado ao máximo, como nos peixes ceratioides que vivem entre 1 000 e 3 000 m, é um exemplo de adaptação à vida a grande profundidade. Os machos, de pequenas dimensões e anatomicamente atrofiados, vivem presos à fêmea e são parasitas desta (Fig. 14). A nutrição do macho é assegurada através do aparelho circulatório que apresenta solução de continuidade com o da fêmea. O macho é apenas um produtor de esperma, sendo a fecundação externa.

Um facto ainda a referir é o periodismo respeitante à reprodução (bem como ao crescimento) verificado em grande número de espécies, certamente relacionado (entre outras causas) com o enriquecimento sazonal das grandes profundidades em partículas orgânicas, provenientes das camadas de água superficiais (v. a seguir).

FLUXOS DE ENERGIA

A escassez de alimento é uma constante no domínio profundo e condiciona praticamente todos os aspectos da biologia das espécies: fisiologia e consequentes adaptações, diversidade, distribuição, estratégias alimentares, para citar apenas alguns.

A produção primária, ou seja a síntese da matéria orgânica pelos organismos fotossintéticos na camada superficial dos mares, penetra por diferentes vias nas camadas inferiores, onde vai constituir a base da vida do domínio profundo. É evidente que existem outras fontes de matéria orgânica de importância menor, como, por exemplo, os restos de vegetais terrestres e outros detritos que atingem as grandes profundidades, bem como a quimiossíntese assegurada pelas bactérias.

Um dos esquemas propostos para explicar o trajeto da matéria orgânica entre a superfície e as grandes profundidades nos mares temperados, baseia-se nas mi-

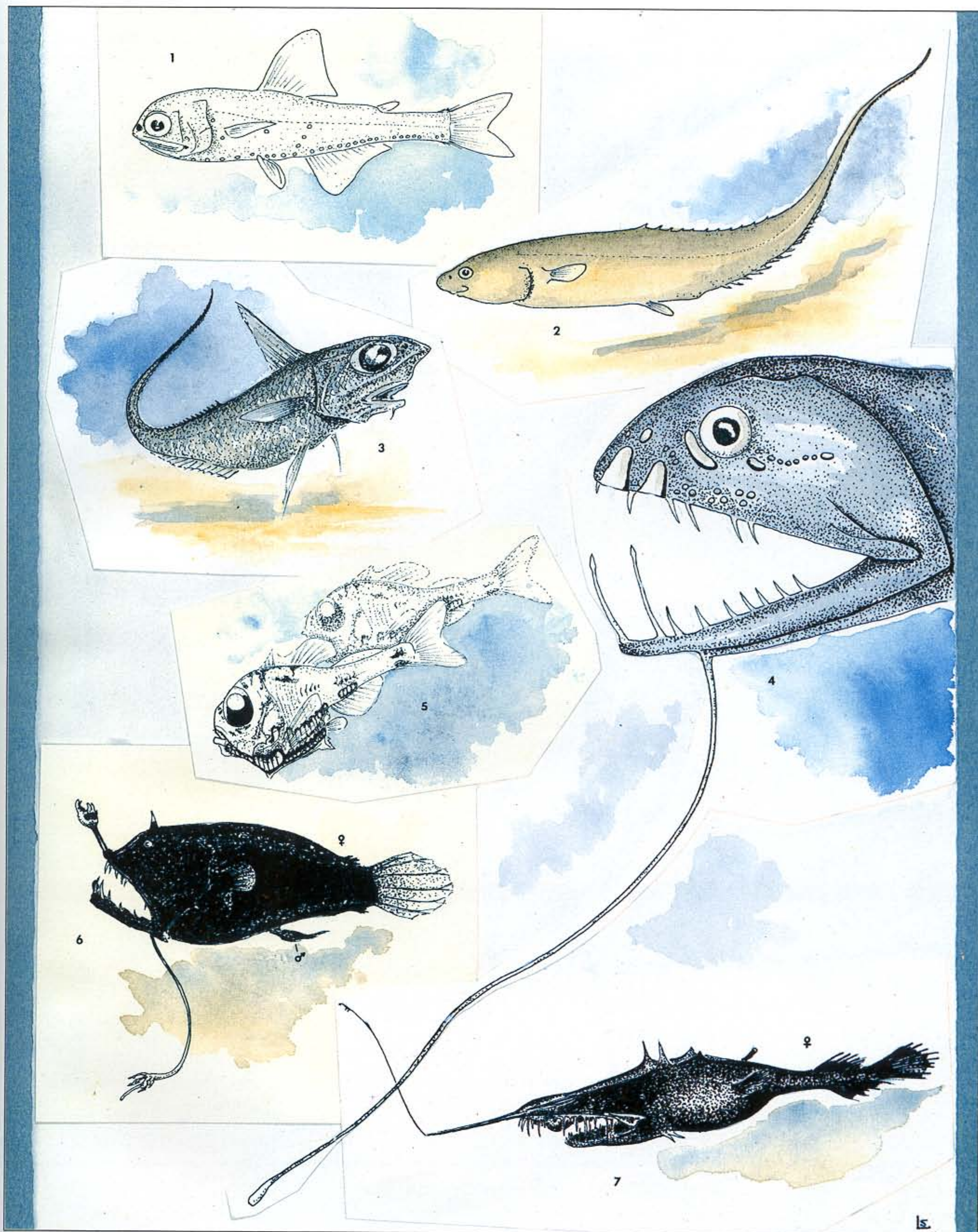


Fig. 14 - Alguns peixes do domínio profundo (as dimensões relativas não foram respeitadas; os comprimentos máximos das espécies são indicados entre parentesis recto). (1) *Myctophum nitidulum* (mictofídeo) [83 mm], (2) *Notacanthus chemnitzii* (notacantídeo) [120 cm], (3) o macrourídeo *Coelorhynchus coelorhynchus* [38 cm], (4) *Aristostomias tittmani* [21.5 cm], (5) *Argyropelecus hemigymnus* [39 mm], Ceratioideos (6 e 7): (6) *Linophryne coronata* fêmea [219 mm], o macho é parasita da fêmea [26 mm]; (7) *Lasiognathus saccostoma* fêmea [97.5 mm], macho desconhecido. Muitos destes peixes apresentam órgãos luminosos (fotóforos) dispostos ao longo da cabeça e do corpo (*Myctophum*, *Argyropelecus*, *Aristostomias*).

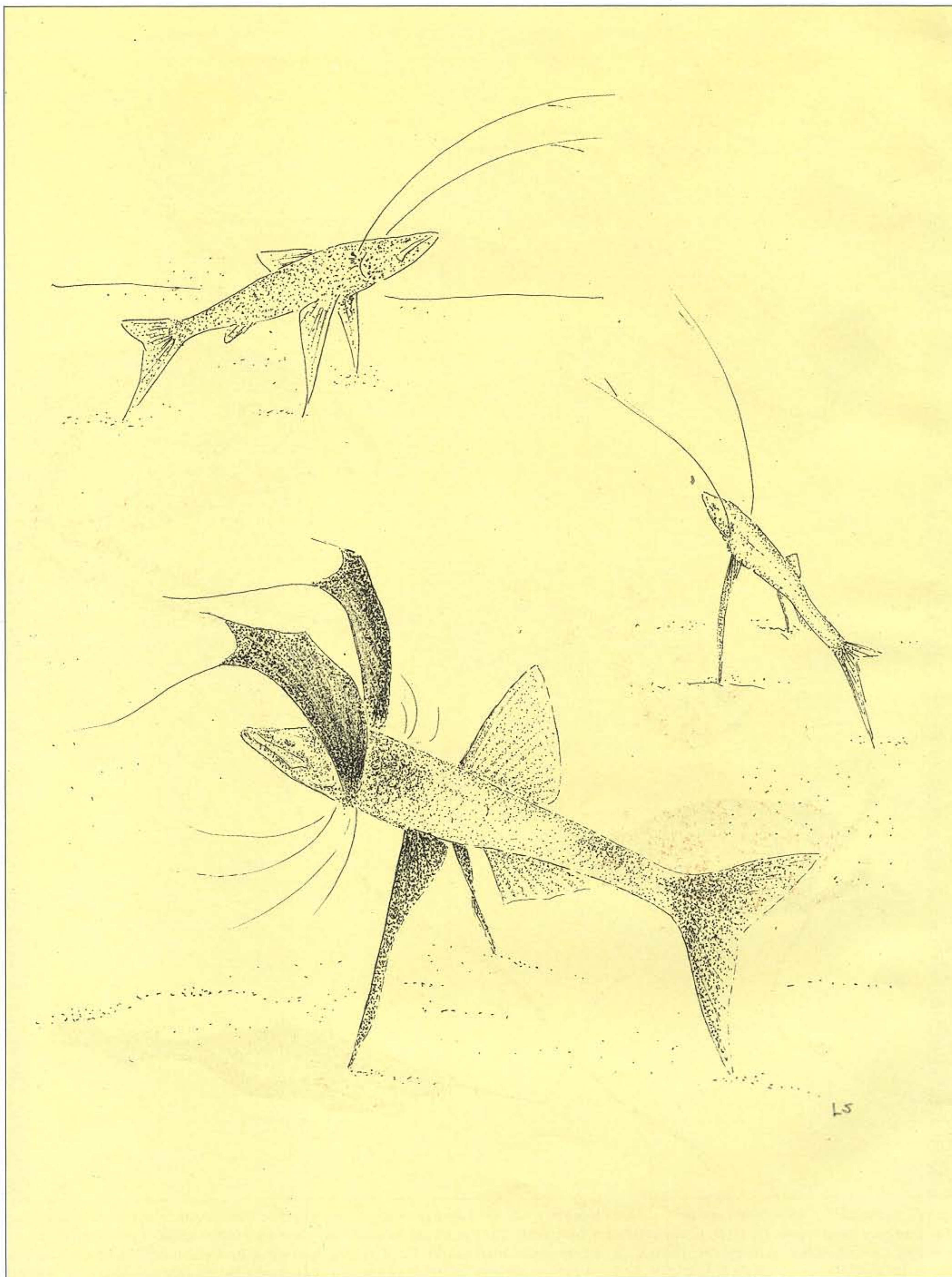


Fig. 15 - Peixes-tripé (*Bathypterois*). Esquemas efectuados a partir de fotografias. Estes animais alimentam-se de presas planctónicas, que detectam com os longos raios filamentosos das barbatanas.

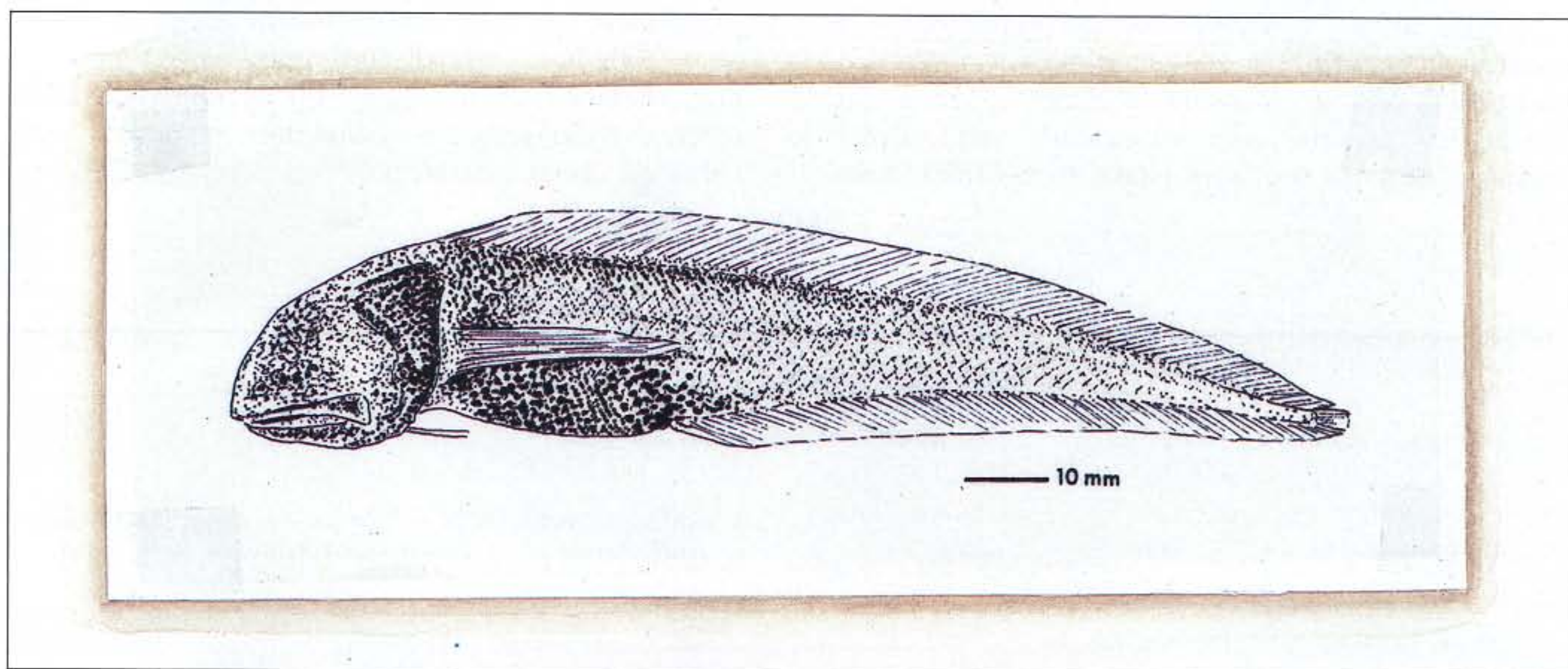


Fig. 16 - *Abyssobrotula galathea*, descrita por Nielsen em 1977, é o peixe que vive a maior profundidade (3 100 a 8 370 m).

grações verticais (tanto sazonais como ontogénicas) do zooplankton (Fig. 12). De facto, pode verificar-se uma série de sobreposições parciais de várias séries de migrações verticais a níveis batimétricos sucessivos.

Com base nas relações tróficas, as referidas séries são responsáveis pela transferência de energia da superfície para o fundo. Esta possibilidade é bem ilustrada por determinados crustáceos misidáceos e eufausiáceos que efectuem migrações entre as camadas sub-superficiais e 6 000 a 7 000 m de profundidade.

Os fluxos de detritos provenientes das águas superficiais, constituem como se disse outra fonte de energia para a fauna profunda. Apenas uma parte desses detritos, essencialmente compostos por células fitoplanctónicas mortas, carcassas de animais (desde os pequenos copépodes aos animais de grandes dimensões: atuns, golfinhos, etc) e material fecal, vai atingir as grandes profundidades, pois uma fracção considerável é consumida nas camadas superficiais. A sua quantidade é determinada, em parte, pelas taxas de afundamento e de decomposição das partículas e pelo número de consumidores.

Nalgumas regiões dos mares temperados as grandes abundâncias fitoplanctónicas cíclicas, nomeadamente as correspondentes à primavera, vão originar o enriquecimento sazonal das profundidades batiais e abissais em matéria orgânica. Esta condiciona a composição e abundância das comunidades (e consequentemente a biomassa) em que os animais, em função do seu modo de alimentação, podem ser detritívoros (captura de partículas depositadas no sedimento), suspensívoros (partículas em suspensão - Figs. 4,5,6) ou carnívoros (p. ex. anfípodes, peixes - Figs. 7,9). O recurso ao consumo de cadáveres também é praticamente uma regra.

A matéria orgânica que atinge o fundo (podem ser indicados valores de 1 a 30 mg C org m⁻² d⁻¹) é frequentemente convertida em matéria viva bacteriana e consumida por muitos animais (holotúrias, p. ex.).

Em termos de biomassa e dos diversos valores já obtidos (peso seco), sempre bastantes baixos, poderemos referir 1 gr m⁻² no Atlântico nordeste e a 2 000 m de profundidade e 0.03 g m⁻² no Atlântico tropical e a 5 000 m.

No domínio hadal as biomassas variam consideravelmente. Na fossa Bougainville os valores totais verificados entre 6 920 e 9 043 m estão compreendidos entre 0.022 e 0.007 g m⁻².

ORIGEM E ANTIGUIDADE

Admite-se que as profundidades tenham sido povoadas há pelo menos 100 milhões de anos à custa de organismos provenientes das camadas superiores. Com base em dados paleoceanográficos, que apontam para diversas modificações no meio profundo, conclui-se que a fauna actual é relativamente recente (início do Miocénico), embora alguns autores tenham reconhecido a existência de formas de origem mais antiga.

Os dados existentes sobre as condições de vida nas grandes profundidades do mar, apesar de todo o esforço já feito, são ainda muito incompletos. Encontramo-nos, porém, no limiar de uma nova era em que os meios tecnológicos de ponta nos irão permitir estudos mais completos.

Entre as preocupações presentes no domínio da biologia das grandes profundidades marinhas ressalta a necessidade de efectuar, com grande precisão, a amostragem em pequenas áreas, desenvolver a experimentação *in situ* e a manipulação que lhe está implícita, bem como a realização de observações a longo termo.

Neste âmbito a Europa estuda actualmente a construção e a utilização de um navio oceanográfico inovador, que se chamará «Nereis» e será um verdadeiro gigante com capacidade para alojar algumas dezenas de cientistas. Constituirá uma

plataforma flutuante, extremamente bem equipada, para trabalhos interdisciplinares, ressaltando as possibilidades de utilização de submersíveis e de efectuar sondagens dos sedimentos profundos, bem como da crosta oceânica.

SUGESTÕES DE LEITURA

ANGEL, M.V. & SIBUET, M. (eds.). 1990 — Deep-sea biology. *Progress in Oceanography*, 24, 1-4, 343 p.

ERNST, W.G. & MORIN, I.G. (eds.). 1982 — *The environment of the deep-sea*, in Rubey 2, ed. Prentice Hall, Inc., 371 p.

FASHAM, M.I.R. (ed.). 1984 — *Flows of energy and materials in marine ecosystems*. ed. Plenum Press, 733p.

LAUBIER, L. 1986 — *Des oasis au fond des mers*. Coll. "Science et Découvertes", ed. Le Rocher, 157 p.

LAUBIER, L. (ed.). 1988 — *Biologie et écologie des sources hydrothermales*. — *Oceanologica Acta*, Vol. sp.8, 233 p.

LONGHURST, A. R. (ed.). 1981 — *Analysis of Marine Ecosystems*. ed. Academic Press, 741 p.

PÉRES, J.M. 1982 — [todos os capítulos do volume] in Otto Kine (ed.), *Marine Ecology*, 5, part I, 581 p.

ROWE, G.T. (ed.). 1983 — *Deep-sea biology*. in *The Sea*, 8, ed. John Wiley & Sons, 560 p.
