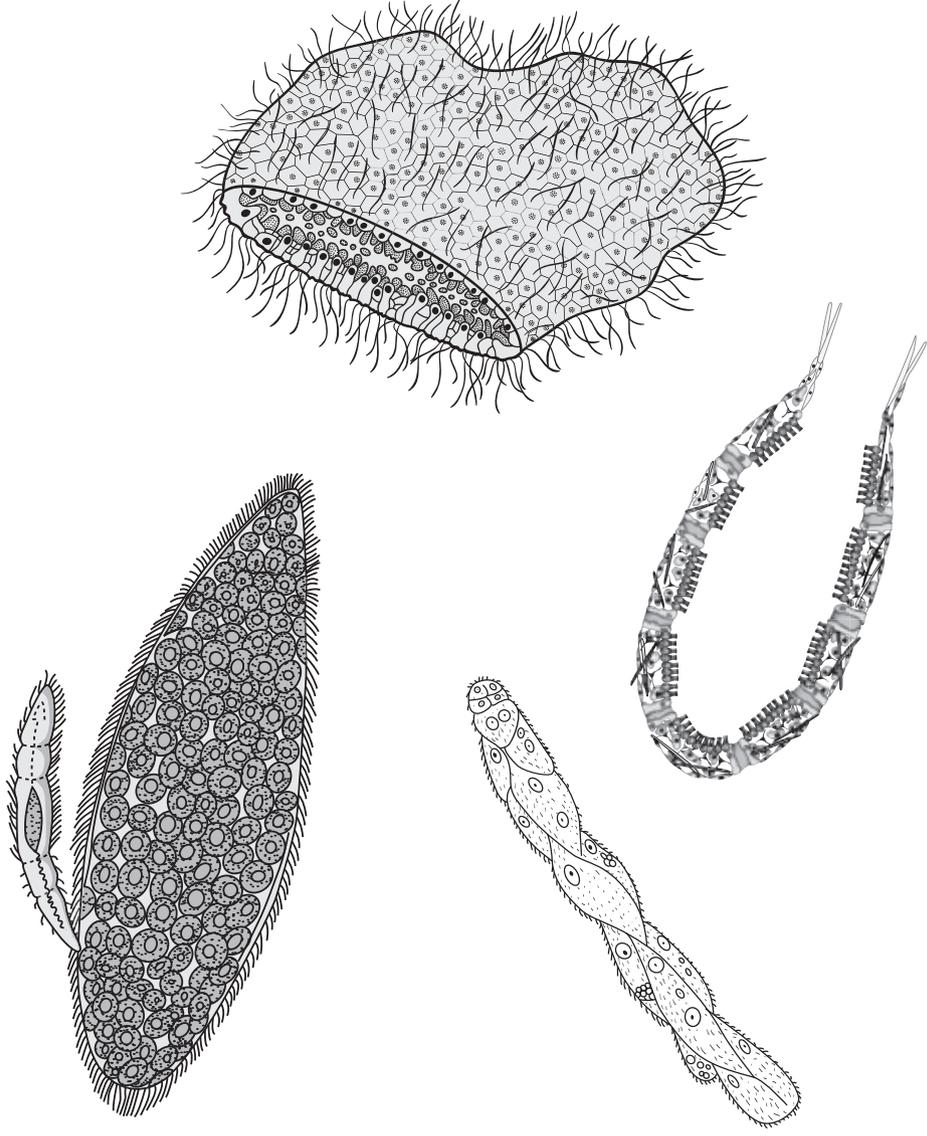


CAPÍTULO 5



Reino Animalia: mesozoários e parazoários

*Como visto no capítulo 3, Animalia pode ser subdividido em graus de complexidade estrutural: Graus Mesozoa, Parazoa e Eumetazoa. Neste capítulo vamos **distinguir** os graus Parazoa de Mesozoa, **comparando** a arquitetura dos mesozoários com os poríferos. Ao estudarmos a arquitetura das esponjas (Filo Porifera) **destacaremos** quais as “novidades evolutivas” deste táxon em relação aos mesozoários.*

5.1 Os Mesozoários: grupos de posição sistemática incerta

Existem alguns organismos viventes que não podem ser convenientemente caracterizados nem nos graus Metazoa nem Protista. São pluricelulares que atingem o grau pseudotecido, isto é, não há formação de tecido verdadeiro ou sistemas de órgãos complexos. Não passam por nenhum estágio de desenvolvimento homólogo à gastrulação. Estamos falando dos Filos Placozoa, Rhombozoa e Ortonectida.

5.1.1 Filo Placozoa

São animais diminutos e de vida livre. *Trichoplax adhaerens* foi descoberto em 1883 em um aquário marinho no Graz Zoological Institute na Áustria. Muitos espécimes foram coletados subsequentemente em várias regiões marinhas em todo o mundo.

É uma espécie animal, que tem a forma ameboide e é achatado dorsoventralmente.

5.1.2 Arquitetura dos placozoários

Estrutura corporal

Corpo composto por milhares de células arranjadas como uma placa biestratificada (figura 5.1). Não há polaridade anteroposterior nem simetria. As células da camada superior (dorsal) e inferior (ventral) diferem em forma e há uma orientação do organismo que volta sua camada inferior para o substrato. As células dorsais são

achatadas, possuem flagelos dispersos e gotículas de lipídios. As células da camada ventral são mais colunares, totalmente cobertas de flagelos e não contém gotículas de lipídio. A camada de células ventrais pode invaginar-se temporariamente, o que se presume estar relacionado com a alimentação e digestão. Entre o epitélio dorsal e ventral há uma camada mesenquimatosa de células ameboides estreladas embebidas numa matriz gelatinosa de sustentação. Entretanto, não se encontra nada similar a uma membrana basal sob o epitélio, à semelhança do que acontece com esponjas.

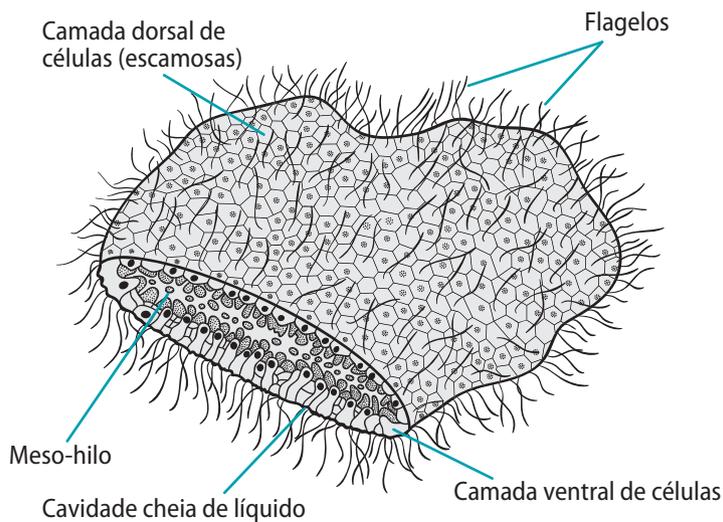


Figura 5.1 – Esquema mostrando uma secção através de um *Trichoplax adhaerens* (Placozoa).

Locomoção e suporte

Trichoplax adhaerens locomove-se por deslizamento flagelar através de uma superfície sólida, ajudado por mudanças irregulares no formato ao longo da borda do corpo. Indivíduos muito pequenos podem nadar, enquanto indivíduos maiores rastejam.

Mecanismos de alimentação

Evidências sugerem que os placozoários se alimentam de detritos orgânicos por fagocitose. A fagocitose ocorre somente em células invaginadas do epitélio ventral. Embora não existam evidências de digestão extracelular, especula-se que *Trichoplax* secreta enzimas digestivas sobre seu alimento dentro da “bolsa digestiva” formada pela invaginação ventral.

Excreção, circulação, trocas gasosas e osmorregulação

Pelo tamanho pequeno e forma achatada, pode-se dizer que a difusão é o principal mecanismo de excreção, transporte e trocas gasosas. Não são reportados mecanismos de osmorregulação.

Sensibilidade e transmissão de informações

Não existem dados sobre a sensibilidade e mecanismos de transmissão de informações.

Reprodução

A **reprodução assexual** se dá por fissão de todo o corpo em dois novos indivíduos ou brotamento através da produção de “invasores pluricelulares flagelados”, cada um dos quais formará um novo indivíduo. A **reprodução sexual** já foi reportada. O desenvolvimento embrionário se dá por **divisão holoblástica**. Os ovos já foram observados no mesênquima (entre os epitélios dorsal e ventral) mas sua origem é desconhecida.

Divisão holoblástica

Divisão celular durante a ontogenia onde as células filhas têm todas o mesmo tamanho.

5.1.3 Filo Rhombozoa

São animais vermiformes diminutos endosimbiontes de nefrídios de moluscos cefalópodes. São conhecidas duas ordens: Dicyemida e Heterocyemida. Os diciemídeos têm o vermiforme jovem e adulto com as células somáticas ciliadas, enquanto nos heterociemídeos as células somáticas são nuas.

5.1.4 Arquitetura dos rombozoários

Estrutura corporal

Os rombozoários têm um corpo de construção sólida (Figura 5.2). Uma camada externa de células somático-nutritivas envolve um cerne de células reprodutivas (ou frequentemente uma única célula axial).

Locomoção e suporte

Jovens e larvas nadam por ação ciliar enquanto os adultos são fixos ao órgão alvo do hospedeiro. A sustentação do corpo é feita pelas próprias células.

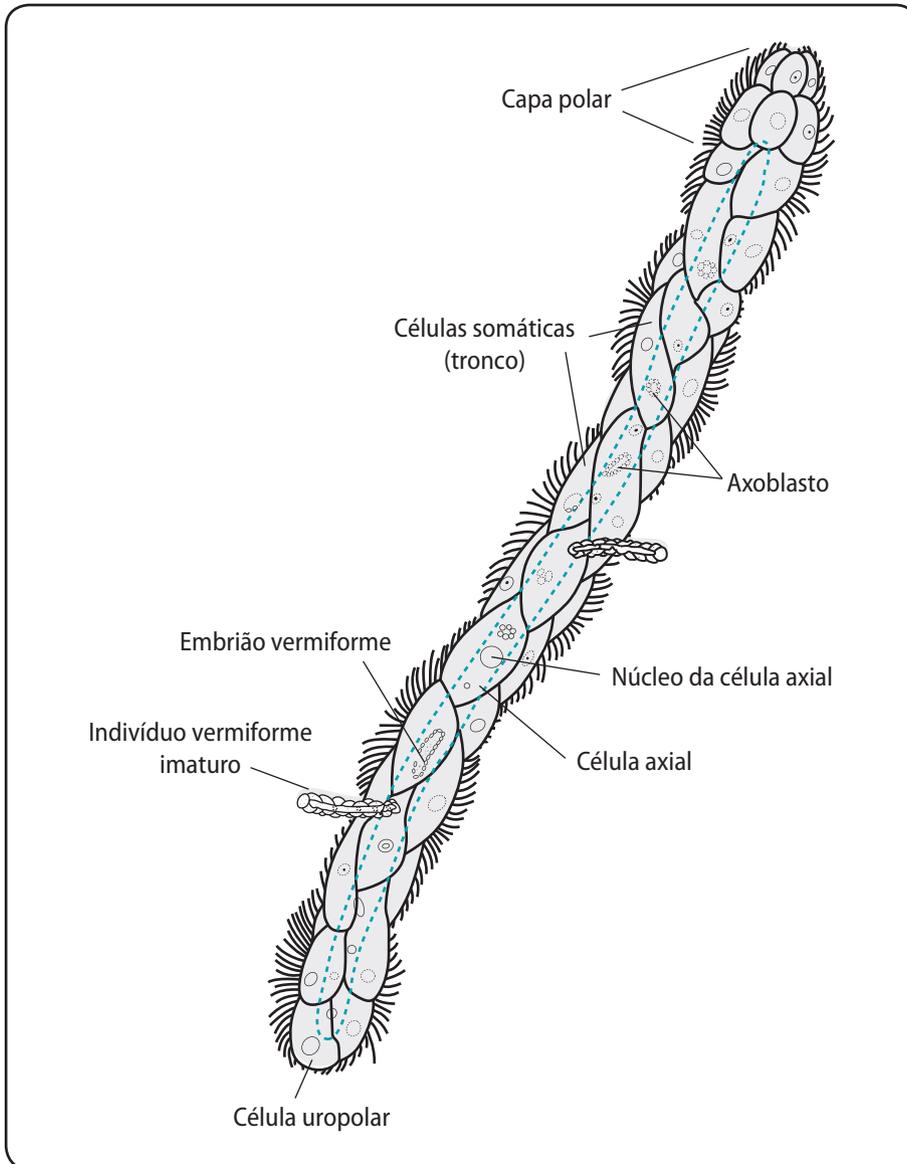


Figura 5.2 – Adulto vermiforme (nematógeno) de um rombozoário diciemídeo.

Mecanismos de alimentação, circulação, trocas gasosas, excreção e osmorregulação

Não são descritos. Circulação, trocas gasosas e excreção devem ser feitos por difusão.

Sensibilidade e transmissão de informações

São organismos muito simples e não existem órgãos sensitivos e sistema nervoso.

Reprodução

Na célula axial ocorrem **axoblastos** que são células diminutas. Os axoblastos por **reprodução assexual** podem formar jovens nematógenos no ciclo de autoinfecção (figura 5.3). Na **reprodução sexual**, no lugar de nematógenos, formam-se os rombógenos (figura 5.4 A) com mais vitelo em suas células somáticas. Nos axoblastos do rombógeno formam-se as infusorigens (figura 5.4 B), formadas por uma camada externa de ovócitos e uma massa interna de espermatozoides. Ocorre então autofecundação originando a larva infusoriforme ciliada (figura 5.4 C) que é liberada pela urina do hospedeiro. Os estágios fora do hospedeiro são pouco conhecidos. O desenvolvimento embrionário forma embrião que lembra uma **mórula**.

Mórula

A clivagem do ovo nos animais leva, num primeiro momento, a um embrião formado por um aglomerado celular chamado mórula.

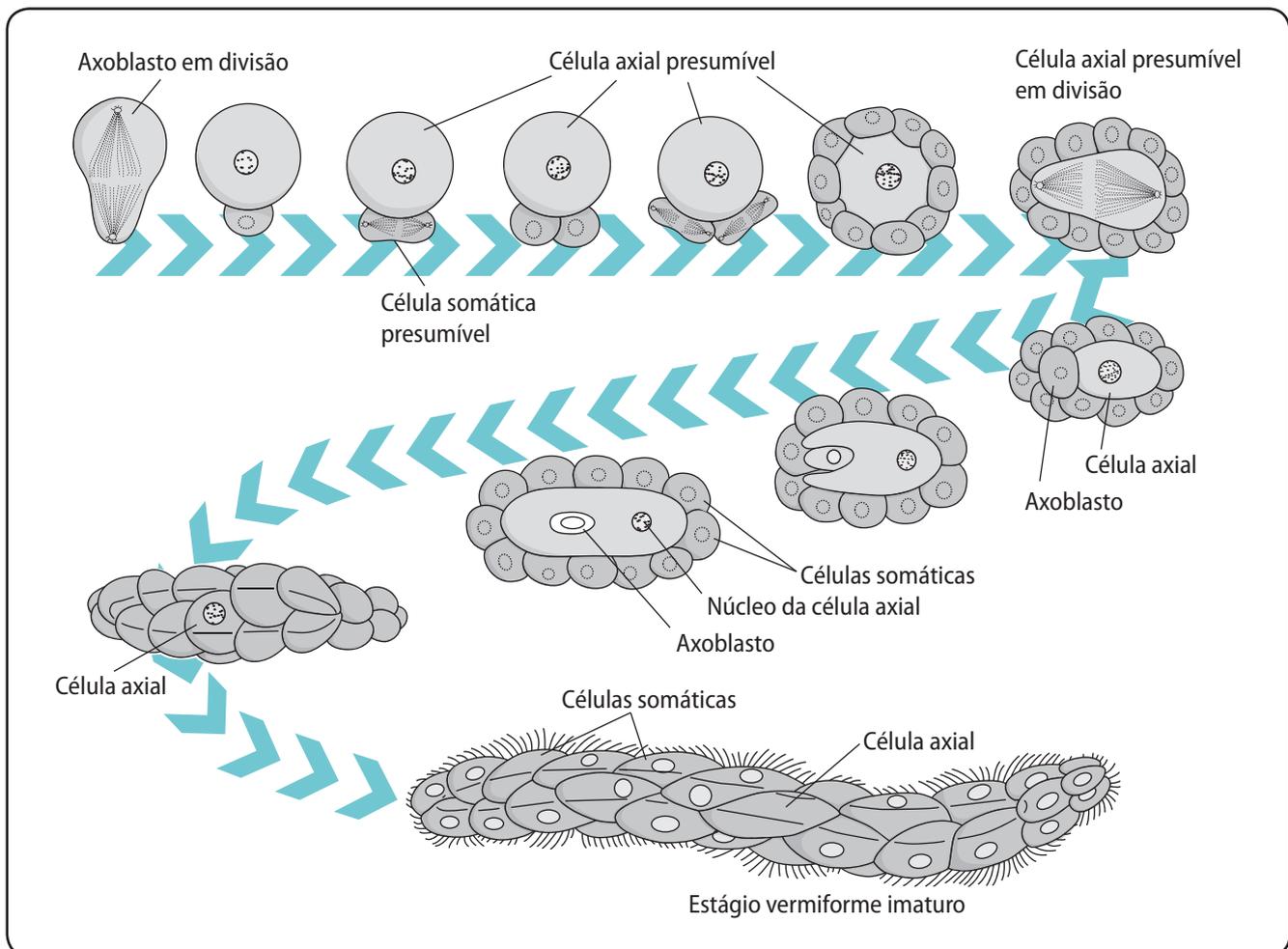


Figura 5.3 – Um embrião vermiforme jovem desenvolve-se de um axoblasto dentro da célula axial em *Dicyema sp.* (Rhombozoa: Diciemida)

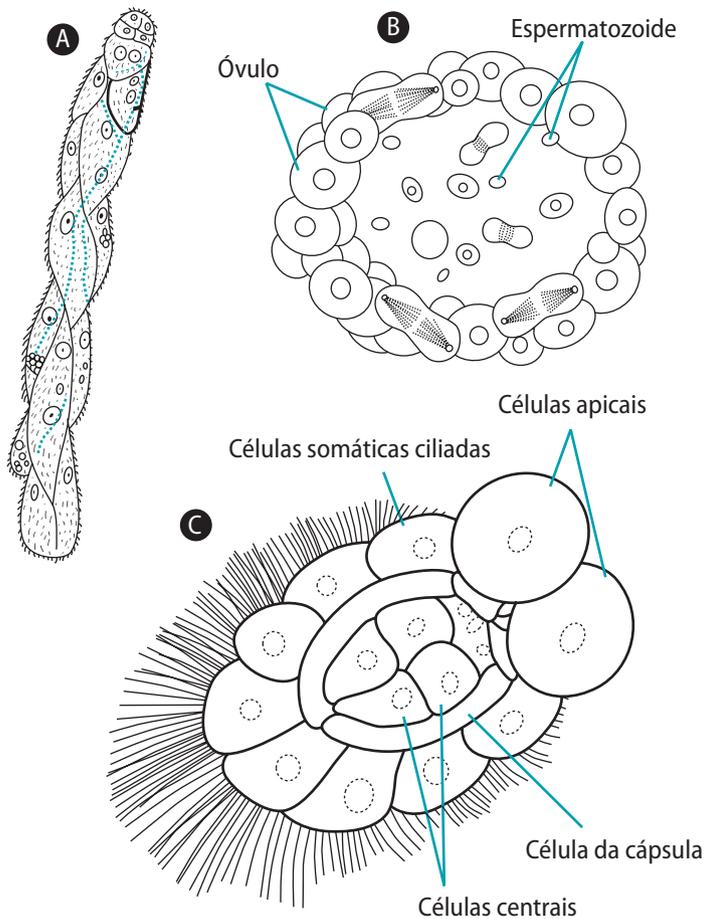


Figura 5.4 – Reprodução sexual em rombozoários diciemídeos. (A) Forma sexuada de um adulto vermiforme (rombógeno). (B) Infusorigem formada de espermatozoides e óvulos, dentro de célula axial de adultos vermiformes. (C) Larva infusoriforme produzida pela fecundação.

5.1.5 Filo Orthonectida

São parasitas de platelmintos, nemertíneos, anelídeos poliquetos, moluscos bivalves e gastrópodes, equinodermos ofiuroides e outros invertebrados.

5.1.6 Arquitetura dos ortonectídeos

Estrutura corporal

O verme adulto (figura 5.5 E), que caracteriza a fase sexuada do ciclo vital, é formado por uma camada externa de células somáticas ciliadas envolvendo uma massa interna de gametas. Entre a camada somática e os gametas há o que parecem ser células contráteis. Nas

espécies dioicas há dimorfismo sexual, sendo a fêmea bem maior que o macho. A forma jovem é um plasmódio sincicial (figura 5.5 A).

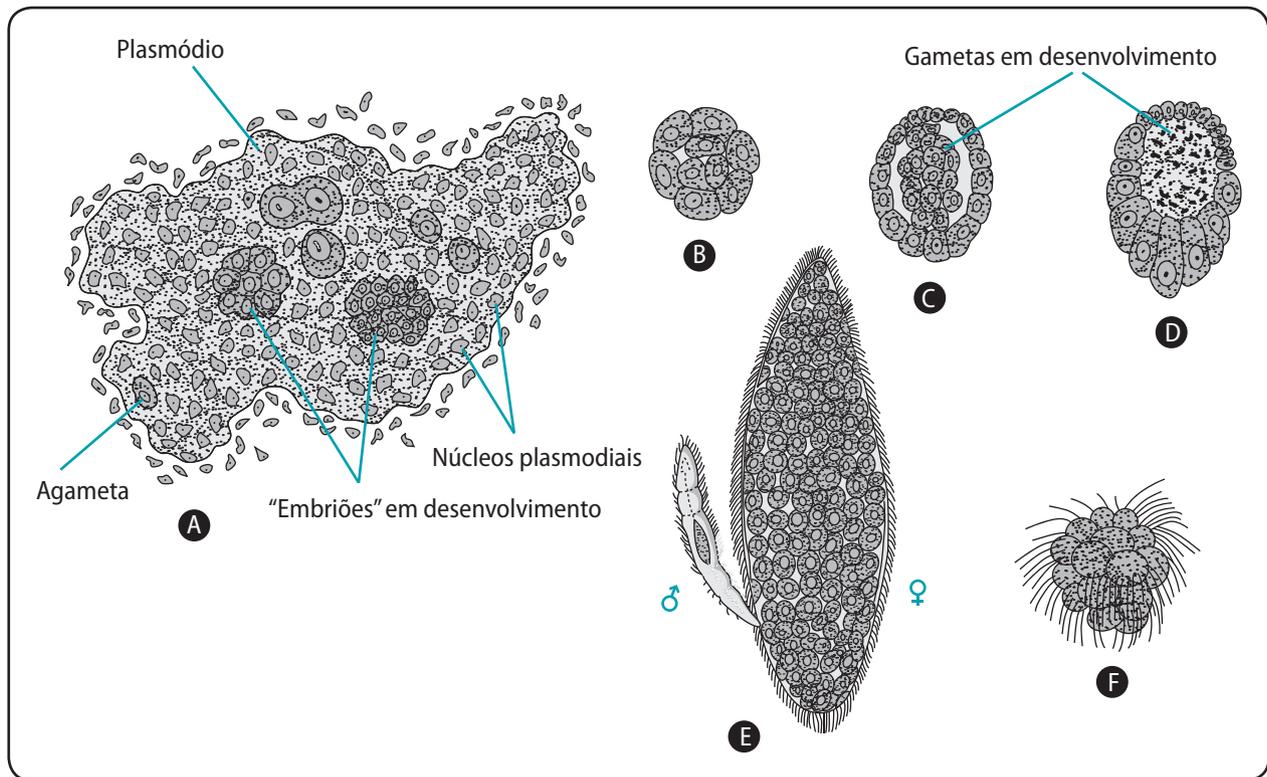


Figura 5.5 – *Rhopalura sp.* um ortonectídeo. (A) Estágio plasmodial; (B-D) adultos sexuais se desenvolvem das células plasmodiais; (E) casal de adultos; (F) larva.

Locomoção e suporte

A locomoção na fase de plasmódio é ameboide; na fase adulta a locomoção é ciliar. O suporte do corpo é feito pelas próprias células.

Mecanismos de alimentação, excreção, circulação, trocas gasosas e osmorregulação

Não estão descritos. Pelo pequeno tamanho e simplicidade corporal a difusão deve ser a principal forma de circulação, trocas gasosas e excreção.

Sensibilidade e transmissão de informações

Não estão descritos órgãos sensitivos nem diferenciação de células nervosas para transmissão de informações.

Reprodução

A forma assexual é dominante e é descrita como um plasmódio - ameboide **sincicial** – (figura 5.5 A). O processo de autoinfecção (figura 5.6) ocorre por fragmentação dos plasmódios originando mais massas sinciciais. Certos núcleos do plasmódio se individualizam formando os **agametas**. Os agametas iniciam uma **clivagem** (figura 5.5 A-D) e formam indivíduos sexuados (adultos – figura 5.5E). O macho, de tamanho bem menor, se prende à fêmea através de um pequeno poro genital na parte posterior do corpo e deposita os espermatozoides. Após a fecundação o zigoto desenvolve-se numa larva ciliada (figura 5.5 F) a qual sai do corpo da fêmea e eventualmente penetra em outro hospedeiro. Dentro do hospedeiro, a larva perde suas células somáticas e a massa de células interna forma plasmódios.

- **Sincício**
- Estrutura multinucleada
- formada por fusão de várias células.
-
- **Clivagem**
- Série de divisões celulares
- que resultarão na formação de um embrião.

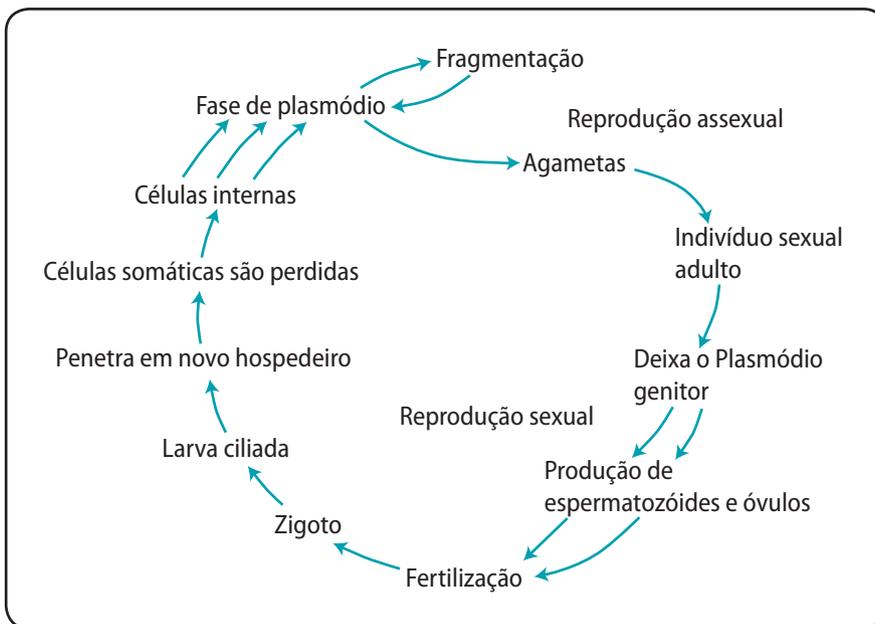


Figura 5.6 – Ciclo de vida generalizado de um ortonectídeo.

5.1.7 Filogenia dos mesozoários

Placozoa possui um padrão de arquitetura corporal formado por duas camadas. Devido à observação de invaginações temporárias da camada ventral, destes animais, formadas para a digestão, especula-se sobre a provável **homologia** entre a camada ventral dos placozoários e a endoderme embrionária de outros animais.

- **Homologia**
- Caráter herdado de um ancestral comum; tem a mesma origem e posição.

Em consequência, a camada dorsal seria equivalente à ectoderme. Segundo a hipótese de Bütschli, Placozoa serviu de modelo para um ancestral hipotético dos animais, denominado “plácula”. Segundo esta hipótese, os placozoários seriam descendentes diretos deste ancestral. Através da gastrulação a “plácula” daria origem à “gástrea” que está representada pela gástrula nos demais animais.

Muitos pesquisadores especulam que os rombozoários e os orthonectídeos são um ramo lateral descendente da linhagem Protista-Animalia. Por outro lado, a simplicidade da arquitetura de Rhombozoa e Orthonectida tem sido interpretada, por alguns autores, como resultado da degeneração associada aos hábitos parasitas de ancestrais metazoários mais complexos. Nesta hipótese degenerativa, os candidatos a ancestrais são os ancestrais de vermes planos (Platyhelminthes ancestrais).

Outra linha de pensamento considera Rhombozoa e Orthonectida como grupos sem parentesco próximo e suas semelhanças são resultado de convergência evolutiva ocasionada por estilos de vida similares.

5.2 Os parazoários

5.2.1 Filo Porifera

Os poríferos, também conhecidos como esponjas, são animais do grau Parazoa, grau este caracterizado pela falta de tecido verdadeiro, porém com muitos tipos celulares, o que é um avanço em relação aos mesozoários. Os poríferos são animais aquáticos que habitam principalmente o ambiente marinho, mas existem algumas espécies que vivem em água doce. Têm o corpo construído por um grande número de células, mas não possuem tecidos verdadeiros, pois suas células tendem a ser totipotentes, isto é, podem mudar de forma e função. Por esta razão, estes animais têm diferenciação celular incompleta, atingindo apenas o grau de pseudotecido, e nisto, assemelhando-se superficialmente aos mesozoários. Os adultos são assimétricos ou possuem simetria radial. São **animais sésseis** e seu corpo é formado por um sistema intrincado de ca-

Animais sésseis

Fixos no substrato e que, portanto, não se locomovem.

nais e câmaras aquíferas com **coanócitos** revestindo suas paredes internas. Alimentam-se por filtração através destes coanócitos, células flageladas responsáveis por trazer, filtrar e expelir água. A arquitetura corpórea é construída em três camadas: **pinacoderme** externa, **coanoderme** interna e o **meso-hilo** como camada intermediária. A sustentação corporal pode ser obtida por elementos esqueléticos minerais na forma de espículas (silicosas ou calcáreas) e elementos esqueléticos orgânicos na forma de fibras de colágeno. Possuem **larvas planctônicas**, móveis por muitos flagelos; as larvas são de dois tipos: as anfiblastulas e as parenquímelas. Os poríferos são subdivididos em três classes: **Classe Demospongiae** (com espículas silicosas de vários tipos exceto hexactinais), **Classe Calcarea** (com espículas calcárias) e **Classe Hexactinellida** (com espículas silicosas hexactinais).

- **Larvas planctônicas**
- Aquelas que vivem no plâncton, à deriva nas correntes de águas superficiais.

5.2.2 Arquitetura dos poríferos

Estrutura corporal

A superfície externa de uma esponja é formada por células denominadas **pinacócitos**, formando uma camada chamada **pinacoderme**. A superfície interna, **coanoderme**, é caracterizada pela presença de células flageladas do tipo “colarinho”, denominadas **coanócitos**. Entre a pinacoderme e a coanoderme, situa-se uma camada intermediária, o **meso-hilo** (figura 5.7).

Existem três tipos de arquitetura nas esponjas, dependendo da complexidade do sistema aquífero. A estrutura **asconoide** (figura 5.8 A) é caracterizada por uma coanoderme simples e contínua revestindo uma grande cavidade atrial, o **paragáster**. No sistema aquífero asconoide a água entra pelos **óstios** (poros na parede externa do corpo), passa pelos **porócitos** (células tubulares) para chegar ao paragáster (ou espongiocelo) e ser expelida pelo **ósculo** (abertura única no ápice). Na estrutura **siconoide** (figura 5.8 B e C) a coanoderme sofre dobras, formando canais flagelados. No sistema aquífero siconoide a água entra pelos poros dermais, passa por canais aferentes e atinge os canais flagelados (ou de coanócitos); daí passa para o espongiocelo (paragáster) e sai para o exterior através do ósculo. A estrutura **leuconoide** (figura 5.8 D) tem



Figura 5.7 – Esquema representando um corte longitudinal em uma esponja de arquitetura asconóide.

o sistema aquífero muito complexo e aumentado por um grande número de canais internos, sendo a coanoderme confinada a inúmeras câmaras flageladas (figura 5.9 I). A água penetra no sistema aquífero leuconóide através de poros dermais, passa por condutos aferentes que desembocam nas câmaras flageladas (ou de coanócitos); destas, a água é levada por condutos eferentes e sai através do ósculo. Devido ao número e complexidade de canais internos, as esponjas leuconóides têm muitos ósculos.

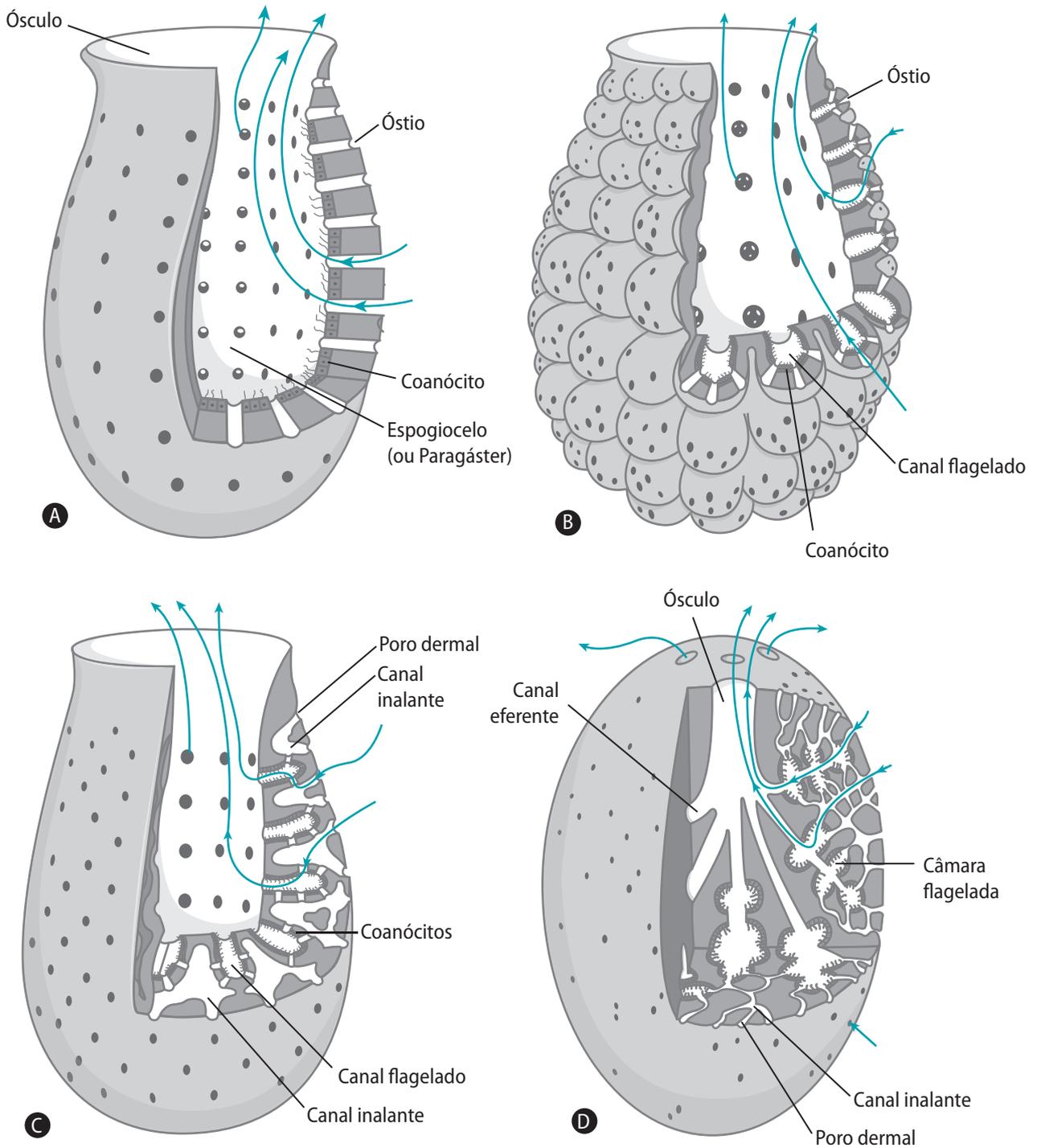


Figura 5.8 – Arquitetura corporal de Porifera. (A) Condição asconóide; (B) condição siconóide simples; (C) condição siconóide complexa; (D) condição leuconóide.

A pinacoderme pode ser uma membrana fina externa ou também atapetar algumas cavidades internas do sistema aquífero, entre os coanócitos. Estas células pinacodérmicas que revestem canais internos são denominadas **endopinacócitos**. A pinacoderme de esponjas asconoides é perfurada por inúmeros óstios, poros de células denominadas porócitos. Já nas esponjas siconoides e leuconoides, não há óstios nem porócitos, existem apenas poros dermais. A coanoderme pode ser simples e contínua, ou dobrada e subdividida em várias formas. O meso-hilo varia de fino (em esponjas asconoides) a uma camada bastante espessa (em esponjas leuconoides), e tem um papel importante na digestão, produção de gametas, transporte de nutrientes e excreção, através de células ameboides especiais. O meso-hilo, é também, responsável pela secreção dos elementos esqueléticos. Esta camada intermediária, é composta por um coloide não celular, no qual estão embebidas fibras de colágeno, espículas e células ameboides.

Uma das características que diferencia os poríferos dos mesozoários são seus muitos tipos celulares: pinacócitos, porócitos, coanócitos, colêncitos, lofócitos, espongiócitos, esclerócitos, miócitos e arqueócitos.

Células de revestimento

Pinacócitos são células que revestem superfícies. A pinacoderme (figura 5.9 A) forma uma camada contínua sobre a superfície externa da esponja e também reveste todos os canais inalantes e exalantes. A ausência de membrana basal distingue a pinacoderme do epitélio dos demais metazoários. Os pinacócitos que revestem as superfícies externas são usualmente achatados e são chamados de **exopinacócitos**. Pinacócitos que revestem as superfícies internas, denominados **endopinacócitos**, são mais fusiformes. Endopinacócitos ciliados podem ocorrer nos canais das grandes esponjas leuconoides, auxiliando os coanócitos na função de circulação de água. As células externas da superfície basal ou de fixação, conhecidas como **basopinacócitos** têm a forma de um “T” achatado (figura 5.9 B).

Os **porócitos** (figura 5.9 C e D) são células que têm uma extremidade na pinacoderme, atravessam o meso-hilo e têm a outra

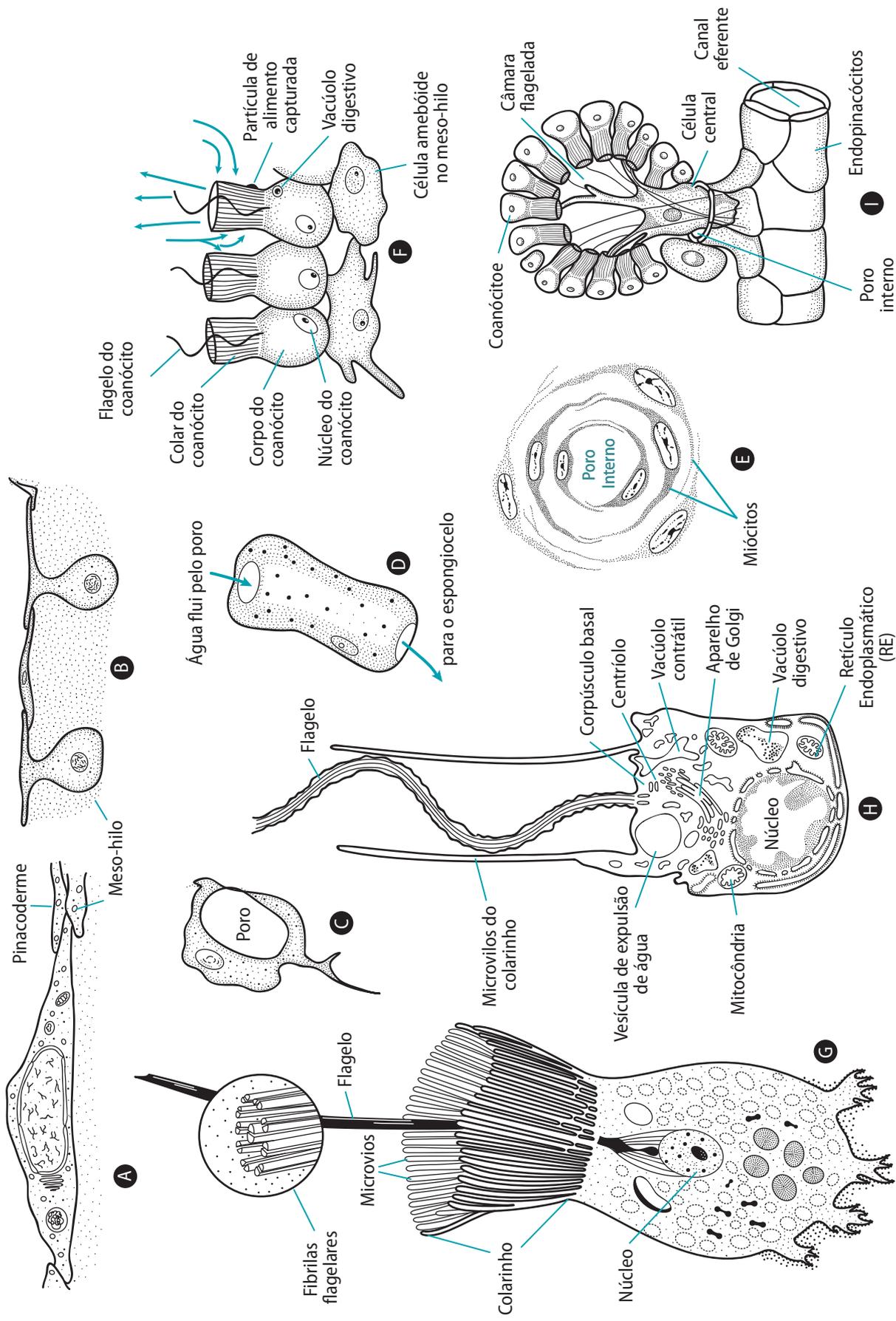


Figura 5.9 – Células de esponjas que formam superfícies. (A) Pinacoderme; (B) pinacoderme basal, ilustrando os basopinacócitos; (C) porócito em seção transversal; (D) porócito em vista lateral; (E) miócitos envolvendo um poro interno do sistema aquífero; (F) uma seção da coanoderme, mostrando três coanócitos; as setas indicam a direção da corrente de água; (G) um coanócito; (H) interpretação esquemática da micrografia eletrônica de um coanócito em seção longitudinal; (I) câmara flagelada abrindo-se no canal eferente.

extremidade na coanoderme. São células tubulares, permitindo a passagem de água do meio externo para o paragáster de esponjas asconoides. Os porócitos têm a capacidade de contração, podendo assim, reduzir seu diâmetro restringindo a vazão de água quando necessário. Somente esponjas de arquitetura asconoide contêm porócitos.

Coanócitos (figura 5.9 F, G e H) são células monoflageladas que formam a coanoderme. São providas de um colarinho formado por aproximadamente 20 microvilos citoplasmáticos, os quais são sustentados por microfilamentos. Os microvilos são conectados uns aos outros por um retículo mucoso. Os coanócitos têm forma colunar e se aprofundam fixando-se no meso-hilo através de interdigitações basais. São células com muitos vacúolos devido às funções de ingestão celular (fagocitose e pinocitose).

Células que secretam os elementos esqueléticos

Colêncitos e **Lofócitos** secretam colágeno fibrilar encontrado no espaço intercelular em praticamente todas as esponjas. Os colêncitos são morfologicamente similares aos pinacócitos, diferenciando-se apenas pela função secretora. Já os lofócitos (figura 5.10 C) são grandes, altamente móveis e podem ser reconhecidos por uma banda de colágeno que forma uma esteira atrás de si.

Espongiócitos (figura 5.10 D) produzem um colágeno fibroso denominado **espogina** e que forma uma rede.

Do grego *skleros* = *duro*.

Esclerócitos são responsáveis pela produção de espículas calcárias (figura 5.10 A) e silicosas. Já foram descritos numerosos tipos de esclerócitos, distinguíveis apenas durante a secreção da espícula, após o que se desintegram.

Células contráteis

Do grego *myos* = *músculo*.

Miócitos são células fusiformes (figura 5.9 E) encontradas no meso-hilo e agrupam-se concentricamente em volta do ósculo, canais maiores e poros internos. Devido à natureza do arranjo de seus microtúbulos e microfilamentos, tem sido sugerido que os miócitos sejam homólogos às células de músculos lisos de invertebrados. Os miócitos são efetores independentes e insensíveis a estímulos elétricos.

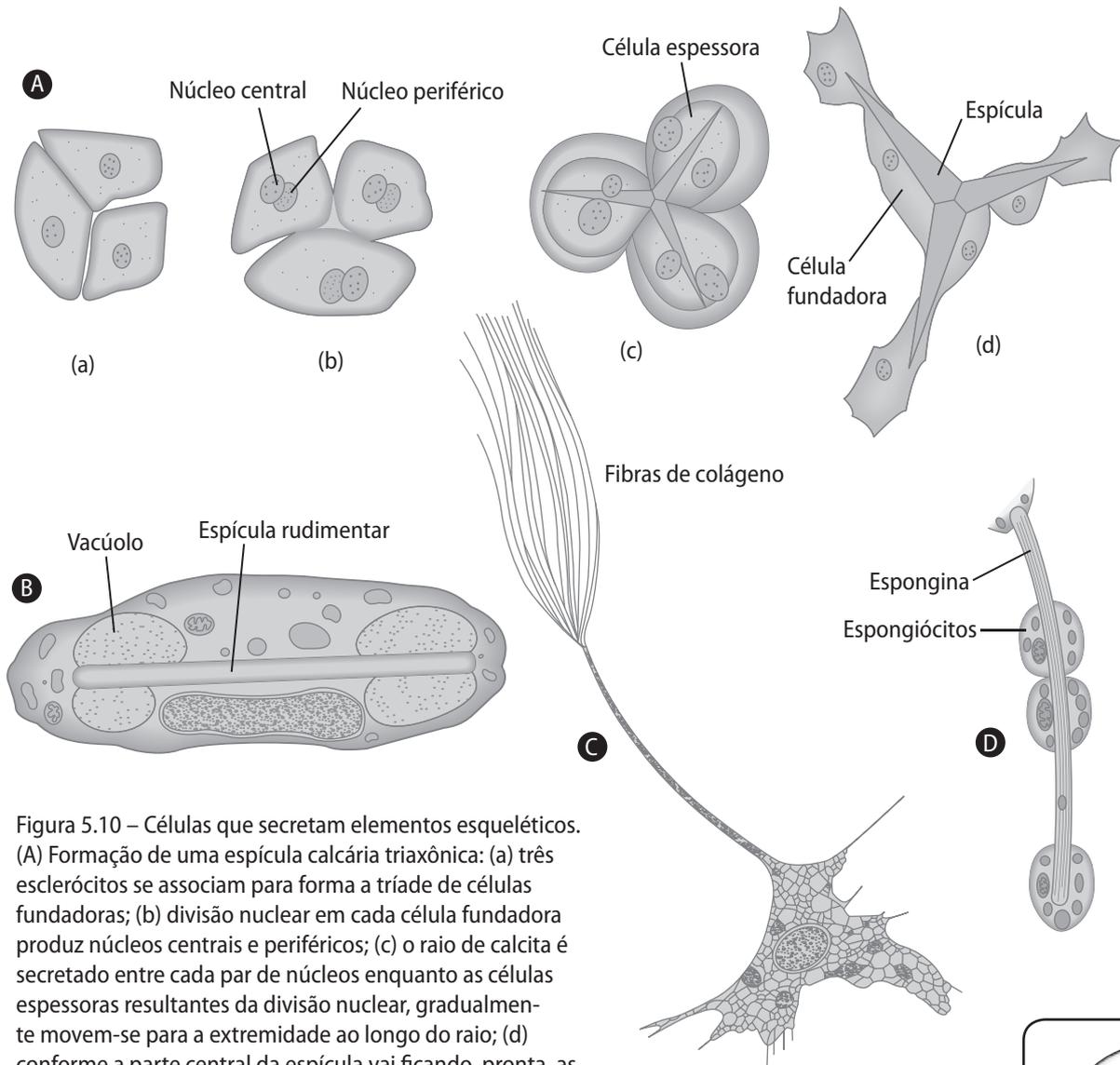
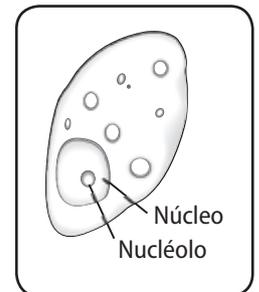


Figura 5.10 – Células que secretam elementos esqueléticos. (A) Formação de uma espícula calcária triaxônica: (a) três esclerócitos se associam para formar a tríade de células fundadoras; (b) divisão nuclear em cada célula fundadora produz núcleos centrais e periféricos; (c) o raio de calcita é secretado entre cada par de núcleos enquanto as células espessoras resultantes da divisão nuclear, gradualmente movem-se para a extremidade ao longo do raio; (d) conforme a parte central da espícula vai ficando pronta, as células fundadoras migram ao longo do eixo na direção das extremidades. (B) Um esclerócito com uma espícula silicosa rudimentar formando-se entre dois vacúolos. (C) Um lofócito com sua cauda de fibras de colágeno. (D) Espongíocitos trabalham em série para secretar uma fibra de espongina.

Figura 5.11 – Desenho representando um arqueócito típico com um núcleo grande e um nucléolo proeminente.



Células não diferenciadas

Arqueócitos são células ameboides (**amebócitos**) ainda indiferenciadas, isto é, são capazes de se diferenciarem em outro tipo de célula. Arqueócitos (figura 5.11) são grandes e altamente móveis. Têm como função principal a digestão e o transporte de alimentos. Em acréscimo também estão envolvidos na excreção, desenvolvimento, e processos assexuais, como por exemplo, a gemulação.

Do grego *arché* = **princípio**

Vários outros tipos de células já foram identificados em esponjas, porém a maioria delas tem sido caracterizadas morfologicamente e suas funções permanecem desconhecidas.

Suporte

Os elementos esqueléticos das esponjas podem ser orgânicos e inorgânicos. Os elementos orgânicos são sempre colágenos e podem ocorrer como fibras finas dispersas na matriz intercelular ou organizadas como uma rede no meso-hilo chamada, rede de espongina. Espongina verdadeira é encontrada apenas na Classe Demospongiae. Elementos inorgânicos ocorrem na forma de espículas (figura 5.12). Estes elementos inorgânicos compõem um esqueleto mineral de sílica (dióxido de silício) ou cálcio (carbonato de Cálcio), secretado pelos esclerócitos em quase todas as esponjas. Existem esponjas suportadas apenas por esqueleto orgânico, sem espículas. Este é o caso das esponjas-de-banho, muito utilizadas antes da invenção das esponjas plásticas.

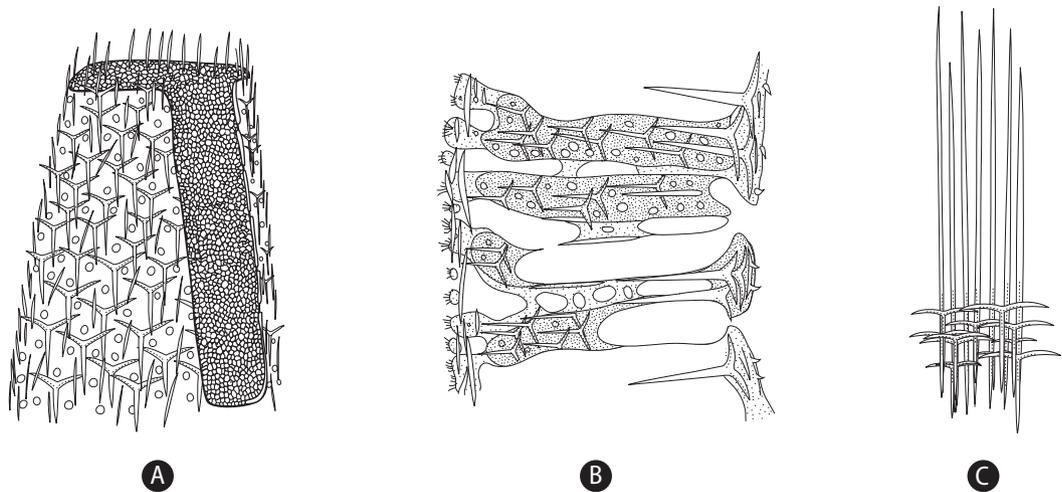


Figura 5.12 – Esqueleto de poríferos. (A) Disposição de espículas calcárias triaxônicas; (B) disposição de espículas calcárias monoaxônicas e triaxônicas; (C) desenho representando uma seção transversal de uma esponja de arquitetura siconoide, ilustrando a disposição de espículas triaxônicas.

As **espículas** podem ser produzidas por um ou vários esclerócitos ao mesmo tempo (figura 5.10 A e B). A morfologia das espículas tem um valor taxonômico considerável e uma nomenclatura elaborada tem sido desenvolvida pra classificar estes elementos esqueléticos. De acordo com o tamanho, as espículas podem ser chamadas de **microscleras** ou **megascleras**. Microscleras (figura

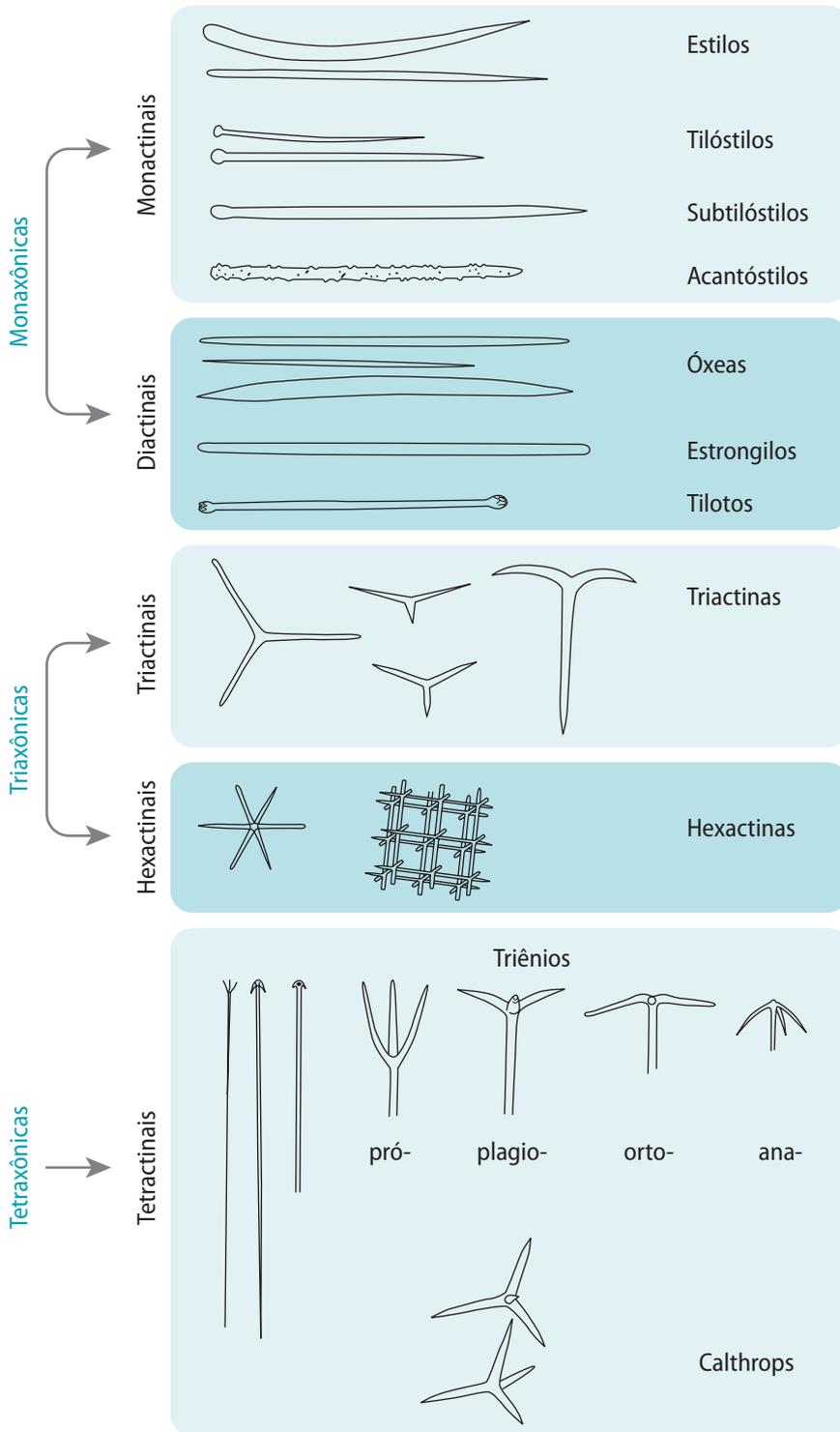


Figura 5.13 – Principais tipos de megascleras em poríferos. São classificadas pelo número de eixos (*prefixo + axônicas*) e pelo número de raios (*prefixo + actinais*)

5.14) são espículas diminutas. Megascleras (figura 5.13) são espículas estruturais maiores. As esponjas das Classes Demospongiae e Hexactinellida possuem estes dois tipos de espículas. Na Classe Calcarea são encontradas apenas megascleras.

A forma das espículas são muito variadas e tem uma nomenclatura específica (figura 5.13 e 5.14). Termos descritivos designam o número de eixos através de um prefixo (mono, di, tri, tetra) e um sufixo (axônicas). Exemplos: **espículas monoaxônicas** (espículas com um único eixo); **espículas triaxônicas** (espículas com três eixos). Também há termos que designam o número de raios (ou número de pontas) através de um prefixo (mono, di, tri, tetra, hexa, poli) unido a um sufixo (actinal). Exemplo: **espícula monoactinal** ou **espículas monoactinais** (espículas com um único raio ou ponta); **espícula diactinal** ou **espículas diactinais** (espículas com dois raios ou pontas); **espículas triactinais** (com três raios); **tetractinais** (quatro raios); **hexactinais** (seis raios); **poliactinais** (muitos raios). Algumas espículas são denominadas por sua forma peculiar como é o caso dos **anfiscos** (figura 5.14 Q) que possuem forma de halteres.

Mecanismos de alimentação

Devido à ausência de aparelho digestivo, a única forma de digestão possível para as esponjas é intracelular. A filtração é o método básico para obter alimento e é realizada pela circulação de água, promovida pelo batimento dos flagelos da coanoderme, dentro de um sistema intrincado de canais, o **sistema aquífero**. A corrente de água que passa pelo sistema aquífero traz consigo material em suspensão. As maiores partículas, em torno de 2 a 5 micrômetros, são capturadas por fagocitose pelos arqueócitos que se movem até as paredes do sistema aquífero. Desta maneira, protistas e detritos orgânicos são capturados através de pseudopódios, fagocitados e digeridos intracelularmente em vacúolos digestivos. Partículas menores (0,1 a 1,5 micrômetros) como bactérias e moléculas orgânicas livres são filtradas pelos coanócitos. Estas pequenas partículas ficam presas no retículo mucoso do colarinho quando da passagem de água pelo coanócito (figura 5.9 F). Movimentos ondulatórios do colarinho carregam estas partículas para sua base,

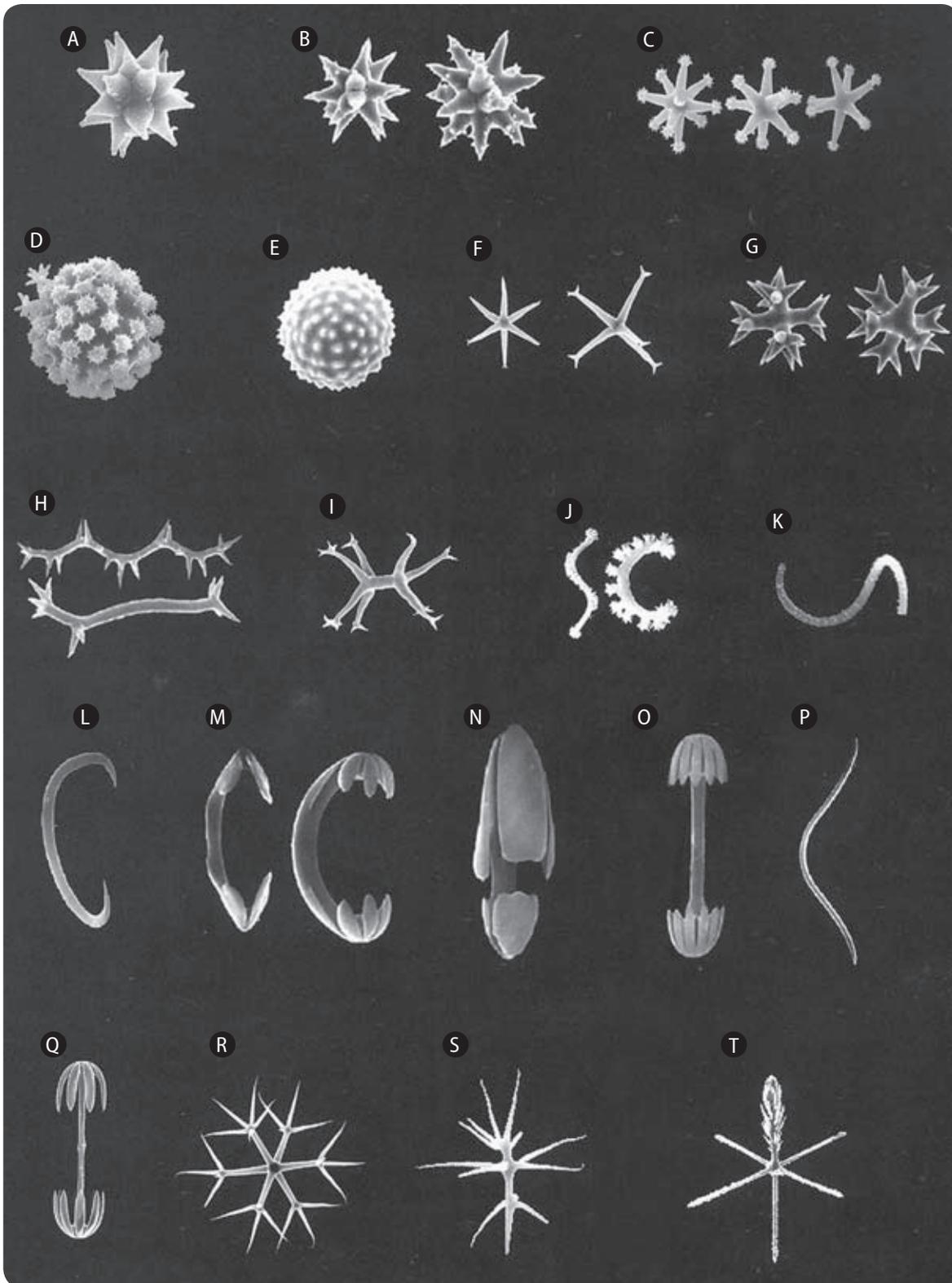


Figura 5.14 – Principais tipos de microscleras em poríferos. (A-P) Classe Demospongiae: (A) e (B) oxiesferásteres; (C) tilásteres; (D) Sterrásteres; (E) esferásteres; (F) oxiásteres; (G) antásteres; (H) espirásteres; (I) anfiásteres; (J) antosigmas; (K) sigmaspiras; (L) sigmas; (M) isoquelas; (N) anisoquelas; (O) birrotulas; (P) toxas. (Q-T) Classe Hexatinellida: (Q) anfidisco; (R) hexáster; (S) hemioxihexáster; (T) hexctina pinular.

onde são fagocitadas ou pinocitadas. Nos coanócitos, o material é parcialmente digerido em vacúolos digestivos que são passados para arqueócitos ou outro amebócito do meso-hilo, onde a digestão é completada. Apesar da maioria das esponjas serem filtradoras, membros da Família Cladorhizidae perderam os coanócitos do sistema aquífero e têm um modo peculiar de capturar alimentos através de macrófagos carnívoros. Estes amebócitos capturam pequenas presas, como microcústáceos, através de espículas especiais com ganchos. As presas capturadas são envoltas por células digestivas migrantes que digerem e absorvem o material alimentar. Em algumas destas espécies de **esponjas carnívoras** foram encontradas bactérias metanotróficas simbiotes em suas células. Assim, a esponja carnívora pode se alimentar por predação, completando sua digestão por assimilação direta de seus micróbios simbiotes.

Circulação e trocas gasosas

A circulação e as trocas gasosas são feitas por difusão simples. A mobilidade das células do meso-hilo (amebócitos) garante o transporte de nutrientes para todo o corpo da esponja. As trocas gasosas ocorrem primariamente na coanoderme em contato com a água circulante do sistema aquífero.

Excreção e osmorregulação

Os restos metabólicos, na forma de amônia, são excretados por difusão simples. Grande parte da excreção é realizada pela coanoderme. Nas esponjas de água doce existem vesículas de expulsão de água, eliminando o excesso de líquido que entra por difusão osmótica.

Sensibilidade e transmissão de informações

Não há células nervosas diferenciadas e muito menos um sistema nervoso, como em outros animais. Entretanto, os poríferos são capazes de responder a uma série de estímulos ambientais fechando seus óstios (poros), ósculo, contraindo seus canais internos e reduzindo ou parando o batimento flagelar dos coanócitos. A propagação de estímulos e reações em esponjas parece ocorrer por uma estimulação mecânica simples de uma célula para outra célula adjacente e, talvez, por difusão de certos mensageiros químicos associados à irritabilidade do citoplasma.

Reprodução e Desenvolvimento

Reprodução assexuada

As esponjas são capazes de **regeneração** de partes do corpo perdidas e esse processo muitas vezes está relacionado com a reprodução. Outros processos de reprodução assexuada são: **gemulação**, **brotamento** e possivelmente formação de **larva assexual** (este processo ainda é pouco conhecido).

A **gemulação** dá-se pela formação de **gêmulas** (figura 5.15) que precede o congelamento de corpos de água de altas latitudes ou precede a estação seca de alagados de água doce na região intertropical. Em esponjas de água doce, como as da Família Spongillidae, com a aproximação do inverno, grupos de arqueócitos se agregam no meso-hilo. Células nutritivas, denominadas **trofócitos**, dirigem-se para estas massas de arqueócitos e são fagocitadas por eles. Toda a massa é envolta em uma camada trilaminada espessa de espongina, permanecendo apenas uma pequena abertura na extremidade, a **micrópila**. Espículas do tipo **anfídiscos**, são transportadas por suas células formadoras até as gêmulas em formação e incorporadas no envelope de espongina. Por fim, um camada suplementar de espongina cobre a gêmula tapando inclusive a micrópila (figura 5.15 B). Quando a esponja se desintegra, pelas condições ambientais adversas, as gêmulas são liberadas e permanecem em estágio de latência até o final do inverno. Na primavera, quando as condições ambientais tornam-se mais amenas, a micrópila se abre e alguns arqueócitos migram para fora originando a pinacoderme (figura 5.15 C). Arqueócitos que permanecem no interior da gêmula formam a coanoderme da nova esponja. A outra família

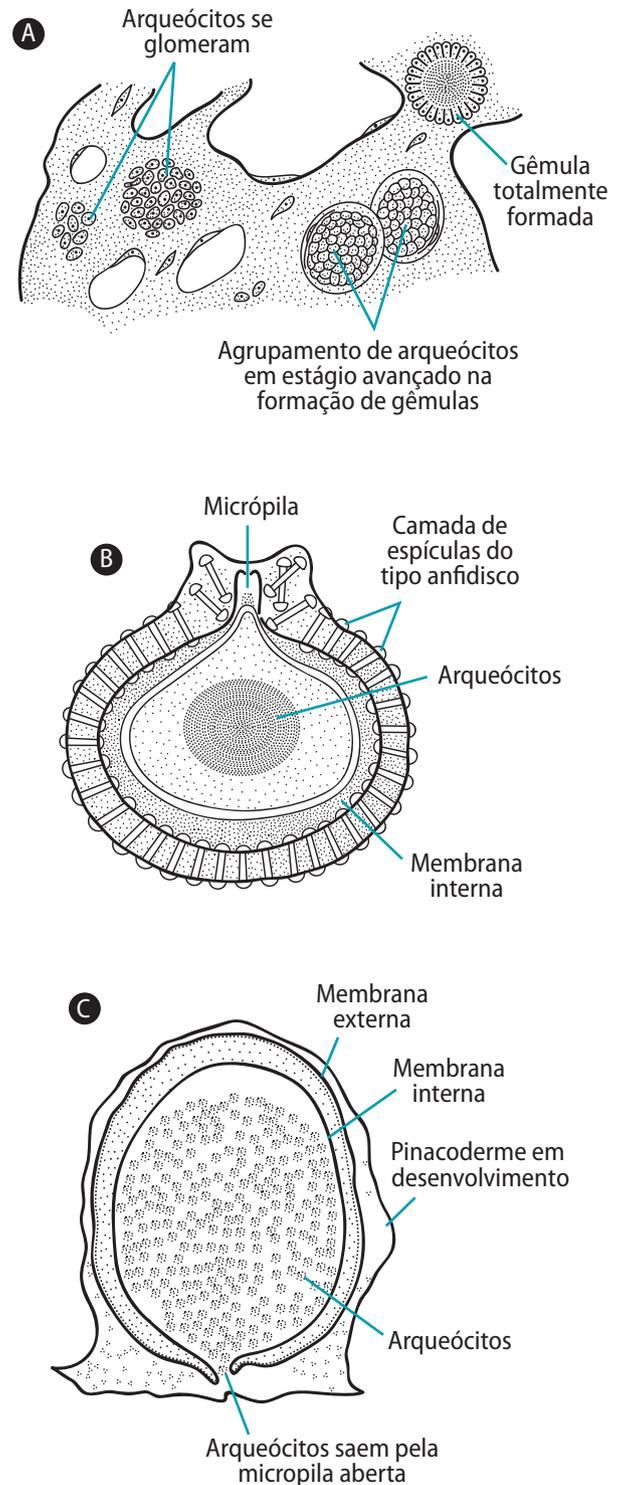


Figura 5.15 – (A) Formação de gêmulas de uma esponja marinha. (B) Uma gêmula (seção) de esponja de água doce (Spongillidae). (C) Uma gêmula (seção) de *Spongilla* (Spongillidae) em processo de regeneração, mostrando a pinacoderme em formação pela diferenciação dos arqueócitos que saem pela micrópila.

de água doce, Ptamolepidae, no lugar de gêmulas forma corpos definidos como **estatoblastos**. Estes corpos diferem das gêmulas pela ausência de camada pneumática complexa e anfidiscos como esqueleto. Entretanto, a formação de gêmulas não é exclusiva de Spongillidae, ocorrendo também em outras formas marinhas (figura 5.15 A).

Reprodução Sexuada

Os poríferos não possuem gônadas distintas, os gametas e embriões ocorrem dispersos no meso-hilo. A maioria das esponjas são hermafroditas, mas produzem óvulos e espermatozoides em épocas diferentes. Os espermatozoides parecem surgir primariamente de coanócitos, enquanto os óvulos surgem tanto de coanócitos quanto de arqueócitos. A **espermatogênese** inicia com a migração de coanócitos para baixo da coanoderme, onde perdem o flagelo e o colarinho, originando **espermatogônias**. As espermatogônias cercadas pelos amebócitos modificados formam o **cisto espermático**. Espermatozoides maduros são liberados pelo sistema aquífero para o ambiente.

A **ovogênese** tem início com a diferenciação (a partir de amebócitos ou arqueócitos) de oócitos que se locomovem no meso-hilo. O ovócito perde sua mobilidade e é cercado por amebócitos que se diferenciam em células foliculares achatadas. A **vitelogênese** ocorre pelo englobamento de **trofócitos** pelo oócito (figura 5.16). Esta vitelogênese atípica resulta em um ovócito com trofócitos em seu

interior. A presença de célula dentro de célula é encontrada também em **célula axial** de mesozoários. No final da vitelogênese ocorre a meiose.

Quando o esperma é liberado na água e penetra no sistema aquífero de outra esponja da mesma espécie com ovócitos maduros, os espermatozoides são capturados pelos coanócitos e englobados em cápsulas intracelulares. Estes coanócitos perdem o colarinho, o flagelo e, na forma de amebócitos levam os espermatozoides através do meso-hilo liberando-os para a fecundação dos óvulos (figura 5.17).

Espermatogênese

Formação dos gametas masculinos (espermatozoides).

Ovogênese

Formação dos gametas femininos (óvulos).

Vitelogênese

Formação de vitelo (substância nutritiva para o embrião).

Trofócito

Amebócito com reserva alimentar.

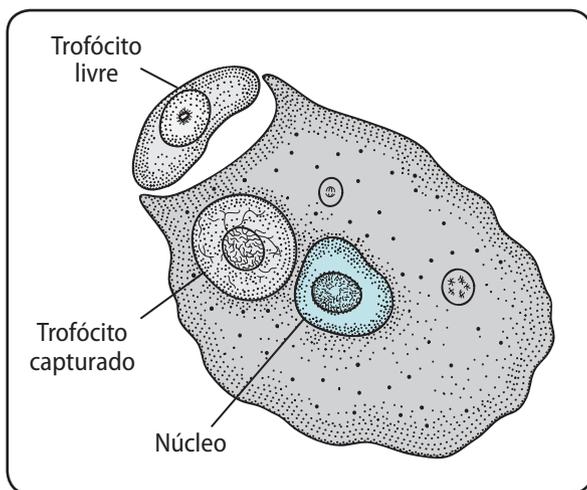


Figura 5.16 – Um oócito fagocitando um trofócito.

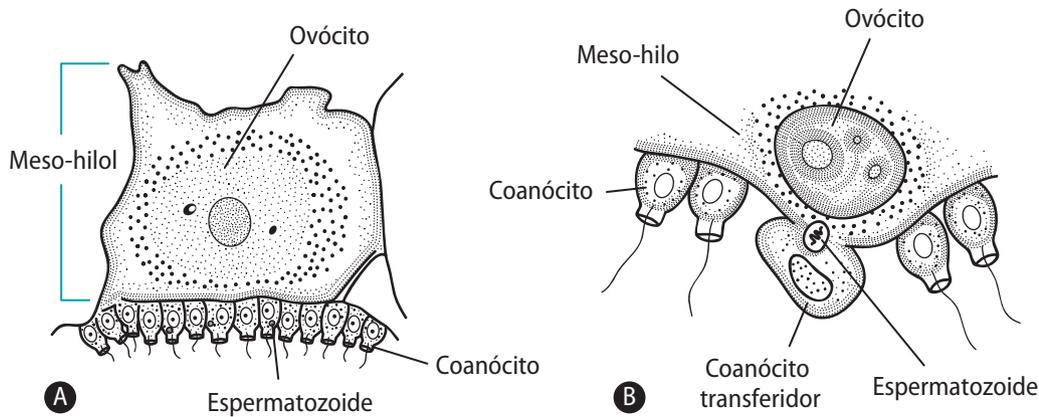


Figura 5.17 – Fecundação. (A) Um espermatozoide é capturado por um coanócito; um ovócito está localizado no meso-hilo adjacente à coanoderme. (B) Um coanócito transferidor transfere o espermatozoide capturado para o ovócito. Note que o coanócito transferidor perde o colarinho e o flagelo para realizar a transferência do gameta masculino.

Desenvolvimento embrionário

Entre os poríferos, pouco se conhece do desenvolvimento embrionário dos Hexactinellida. O conhecimento da embriologia dos Demospongiae e dos Calcarea serve de base para as generalizações que se seguem. O **zigoto** sofre uma clivagem igual ou desigual e desenvolve-se um estágio semelhante à **blástula**. A partir daí, três tipos larvais básicos têm sido descritos para as esponjas: **larva parenquímula** (figura 5.18) que é uma estereoblástula, **larva celoblástula** (figura 5.19 A) e **larva anfiblástula** (figura 5.19B).

A maioria das Demospongiae são vivíparas encubando seus embriões até a gastrulação, formando uma larva sólida, a **parenquímula** (figura 5.18). A parenquímula é liberada e tem uma vida planctônica curta, logo se fixando ao substrato, passando por um estágio larval bentônico denominado **larva ragonoide** (figura 5.19 C). Por fim, sua última metamorfose lhe dará a forma adulta.

As esponjas da Classe Calcarea geralmente desenvolvem seus embriões já na blastulação, formando larvas celoblástulas livre natantes. Dois processos de desenvolvimento podem

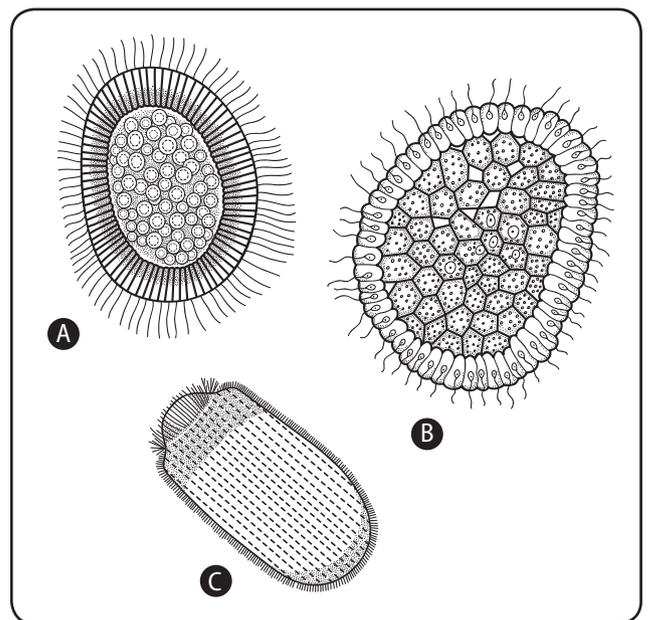


Figura 5.18 – Larva Parenquímula. A, larva de Calcarea. B e C larvas de Demospongiae.

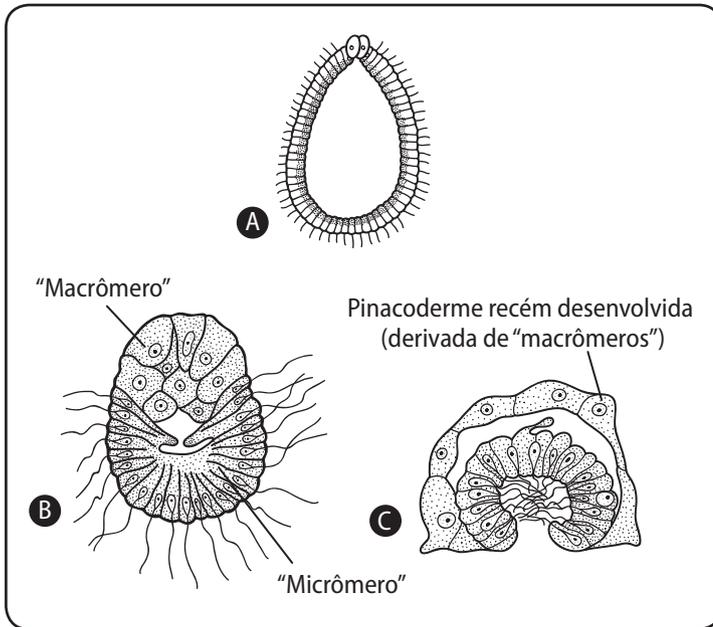


Figura 5.19 – (A) Uma larva celoblástula típica; (B) uma larva anfiblástula; (C) larva ragonoide.

seguir: o mais simples envolve a migração das células flageladas externas para o interior, as quais perdem seus flagelos, lembrando uma gastrulação. Mais tarde estas células readquirem seus flagelos e transformam-se em coanócitos, quando a metamorfose forma o adulto. Em outro processo a blástula típica com células lembrando macrômeros e micrômeros sofre uma **inversão**. Durante a inversão, abre-se um poro entre os macrômeros por onde toda a blástula vira do avesso. O processo de inversão forma uma larva denominada **anfiblástula** (figura 5.19 B). A anfiblástula, após um período livre natante, fixa-se

ao substrato pelos micrômeros. Então ocorre uma gastrulação atípica, pois a larva está literalmente do avesso.

Na verdade estes padrões descritos são simplificações da ontogenia das esponjas. Os poríferos apresentam mais variação no desenvolvimento embrionário que muitos outros grupos animais.

5.3.3 Filogenia dos poríferos

Podemos observar um grau de simplicidade estrutural nas esponjas revelado pela **totipotência celular**, **ausência de tecidos verdadeiros** e **órgãos reprodutivos**, **flexibilidade reprodutiva**, **ausência de polaridade corporal**, e **ausência de membrana basal**. Todos estes fatores, aliados à importância das células flageladas para os poríferos, sugerem uma relação ancestral com Protista. Ao mesmo tempo, as esponjas possuem uma novidade evolutiva (sinapomorfia) definida por um sistema aquífero único, o que sustenta uma hipótese de Porifera compor um grupo monofilético.

A presença de coanócitos e sua semelhança com as células de coanoflagelados (Protista: Coanoflagellata) foi o principal argumento para colocarem Porifera num *status* separado dos demais animais. No entanto, células flageladas com colarinho de microvilos têm

sido encontradas em muitos outros filos animais, contrariando esta argumentação. O fato de serem descobertas células colarinho em muitos animais vem corroborando a hipótese da origem comum de Porifera, demais animais e Coanoflagellata (Protista).

Aparece no registro fóssil um filo totalmente extinto de animais que se assemelha estruturalmente aos poríferos, o Filo Archaeocyatha. Existe uma hipótese que considera Archaeocyatha dentro do Grau Parazoa ao lado dos Porifera.

Resumo

O grau Mesozoa pode ser definido como organismos pluricelulares com pseudotecido e não passam por nenhum estágio de desenvolvimento homólogo à gastrulação. Placozoa tem uma arquitetura peculiar formada pelo padrão estratificado de duas camadas de células, uma dorsal e outra ventral. Rhombozoa e Orthonectida têm uma convergência definida por uma camada externa de células somáticas, envolvendo um cerne com uma ou muitas células reprodutivas. A ausência de membrana basal é uma semelhança superficial entre mesozoários e parazoários.

Os poríferos fazem parte do grau Parazoa de construção, e não tem tecido verdadeiro, assemelhando-se aos mesozoários. Entretanto, as esponjas destacam-se dos mesozoários por apresentarem muitos tipos de células e estas serem totipotentes. As esponjas se destacam, também, pela presença de **coanócitos**, os quais criam uma corrente de água através do sistema aquífero. As formas adultas são assimétricas ou radialmente simétricas, são **sésseis** e comedores de suspensão. Seu corpo é construído em três camadas: **pinacoderme**, **coanoderme** e **meso-hilo**. Elementos esqueléticos minerais (espículas silicosas ou calcáreas) e fibras de colágeno promovem a sustentação corporal. As larvas planctônicas são de três tipos: celoblástula, anfiblástula e parenquímula. Em alguns casos forma-se um estágio larval fixo, a larva ragonoide.

Bibliografia

BERGQUIST, P. R. **Sponges**. Los Angeles: University of California Press, 1978.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. 2. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2003.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. São Paulo: Roca, 2006.