

Aula

4

FILO PORIFERA

META

Apresentar as características do Filo Porifera, suas características morfológicas, fisiológicas e sua evolução.

OBJETIVOS

Ao final da aula, o aluno deverá:

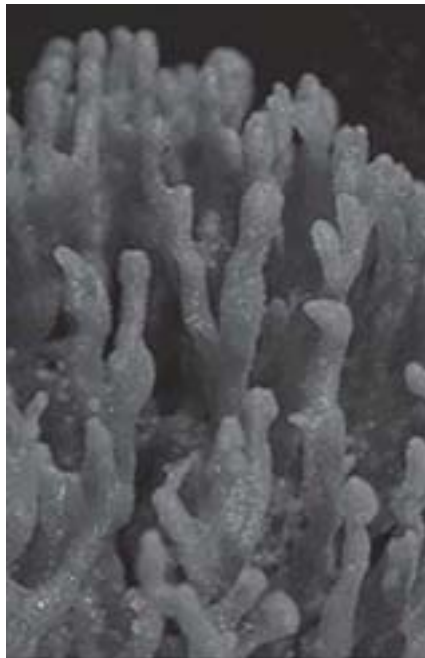
entender o processo que levou a origem das esponjas;

compreender a diversidade morfológica das esponjas baseando-se no seu sistema aquífero;

diferenciar as classes de Porífera e suas características.

PRÉ-REQUISITO

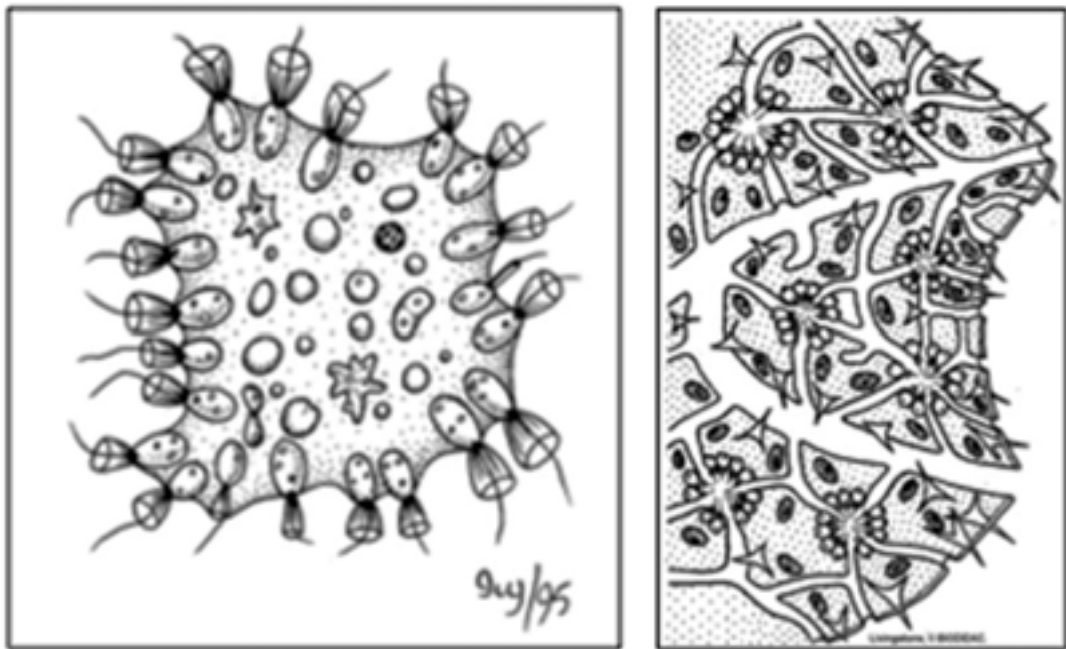
Introdução aos Metazoa



INTRODUÇÃO

Características gerais

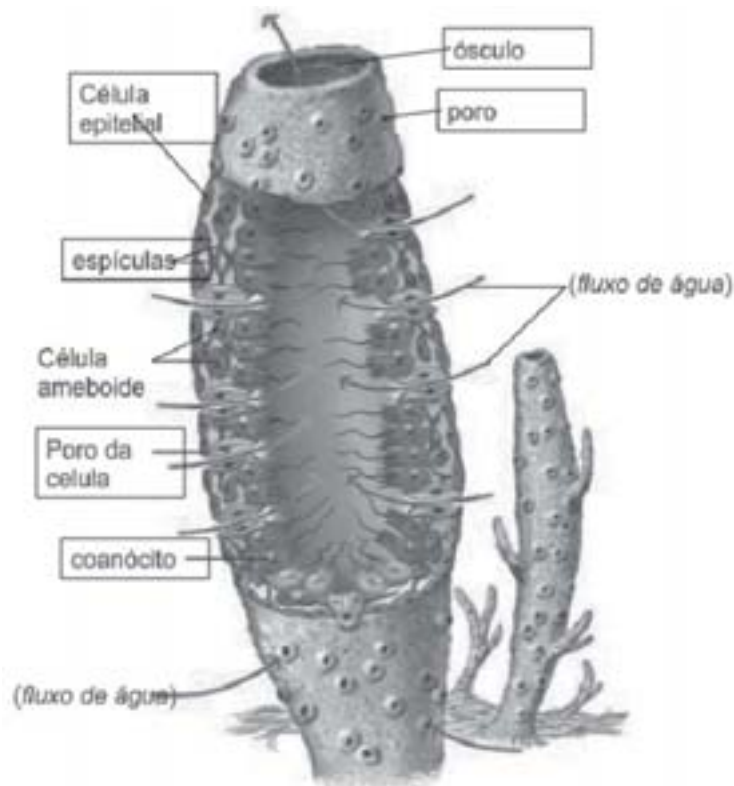
Os poríferos ou esponjas (do latim: indivíduo portador de poros - porus = poro; ferre = possuidor) são organismos antigos, com origens que provavelmente ocorreram há um bilhão de anos atrás. Sua morfologia se caracteriza pela relativa simplicidade estrutural e o baixo grau de diferenciação dos tecidos, em conjunto com o registro fóssil, os colocam como um dos animais multicelulares mais primitivos existentes. Possuem grande semelhança com protozoários flagelados coloniais (Coanoflagelados) dos quais atualmente acredita-se que sejam derivados. Encontrados em quase todos os ambientes aquáticos, desde rios até as fossas abissais, em regiões tropicais e polares. As mais de 8000 espécies descritas possuem uma extrema variedade de dimensões, cores, formas e hábitos e sua construção aparentemente simples e primitiva não revela totalmente a imensa complexidade destes organismos.



Esquema da estrutura dos Porifera. Células flageladas conhecidas como coanócitos são os principais tipos encontrados nas esponjas, podendo formar canais e câmaras que produzem o fluxo aquífero.

Eram considerados como Parazoa, ramo paralelo, fora da linha principal da evolução dos metazoários, pois constituem uma linhagem evolutiva cega do qual nenhum outro ramo evoluiu, mas atualmente pelo número de elementos em comum já encontrado são colocadas entre os metazoários. Como suporte a origem comum com os metazoários temos a constituição molecular uniforme da matriz extracelular, a presença do colágeno e evidência a partir do DNA ribossomal. Isto indica que todos os metazoários formam um grupo monofilético, ou seja, apresentam um ancestral comum.

As esponjas são animais bentônicos sésseis (fixos no substrato). Possuem uma fisiologia bastante simples na sua construção. Utilizam células flageladas chamadas coanócitos para promover a circulação da água através de um sistema de canais exclusivo do filo, o sistema aquífero, ao redor do qual se corpo é construído. Esta corrente de água traz partículas orgânicas que são filtradas e digeridas. São geralmente sustentadas por um esqueleto mineral formado por espículas, que são estruturas de sílica ou carbonato de cálcio cujo tamanho pode variar de poucos micrometros a centímetros. Existem, no entanto diversas variações. Em algumas este esqueleto pode ser constituído por calcário maciço, naquelas que são chamadas esponjas coralinas. Em outros, conhecidas como esponjas córneas, por fibras de espongina, uma proteína do tipo do colágeno (<http://www.poriferabrasil.mn.ufrj.br>).



Esquema da estrutura interna das esponjas mostrando o sistema aquífero. Fonte: Hickman et al. 2004

Esponjas não possuem tecidos típicos, como encontrados em outros animais multicelulares, e suas células ainda retêm um alto grau de totipotência (capacidade de diferenciação celular) e independência. Apesar de serem animais capazes de alcançar grande porte, com mais de um metro de altura ou recobrir largas áreas de substrato, alguns dos seus processos orgânicos são por vezes mais semelhantes aos encontrados nos Protozoa (animais unicelulares) que nos Metazoa (animais multicelulares). Apresentam aproximadamente 6000 espécies de descritas em todo o mundo e a maioria proveniente de ambientes bentônicos marinhos. Apesar de ocorrem em todos os mares e em todas as profundidades, os litorais rochosos de áreas não poluídas abrigam faunas de esponjas particularmente ricas. Quase todas as esponjas litorais são incrustantes, formando camadas de espessura variada em substratos duros, em geral rochas, mas também em qualquer outro como madeiras, metal ou cimento. As poucas espécies encontradas em substratos móveis como lama, areia ou cascalho são geralmente eretas e finas para evitar o soterramento pelo sedimento, podendo ter um pedúnculo ou raiz para ancoragem no substrato (<http://www.poriferabrasil.mn.ufrj.br>).

CITOLOGIA E HISTOLOGIA DOS PORIFERA

Nos Porifera entre a ectoderme e a endoderme encontramos o mesênquima (não é mesoderme) que contém matriz protéica gelatinosa, células e substâncias esqueléticas. Nesse meio podemos encontrar vários tipos celulares, tais como:

Amebócitos

- São células que emitem pseudópodos para alimentação;
- Responsáveis pela produção de outros tipos celulares.

Arqueócitos – Diferem dos amebócitos por apresentarem:

- pseudópodos mais desenvolvidos;
- pela grande quantidade de granulações protoplasmáticas.
- originam as células reprodutoras
- digerem e circulam o alimento
- também formam outros tipos celulares.

Outros tipos celulares (derivados dos amebócitos ou arqueócitos):

Cromócitos – células pigmentadas;

Tesócitos – células armazenadoras de substâncias nutritivas;

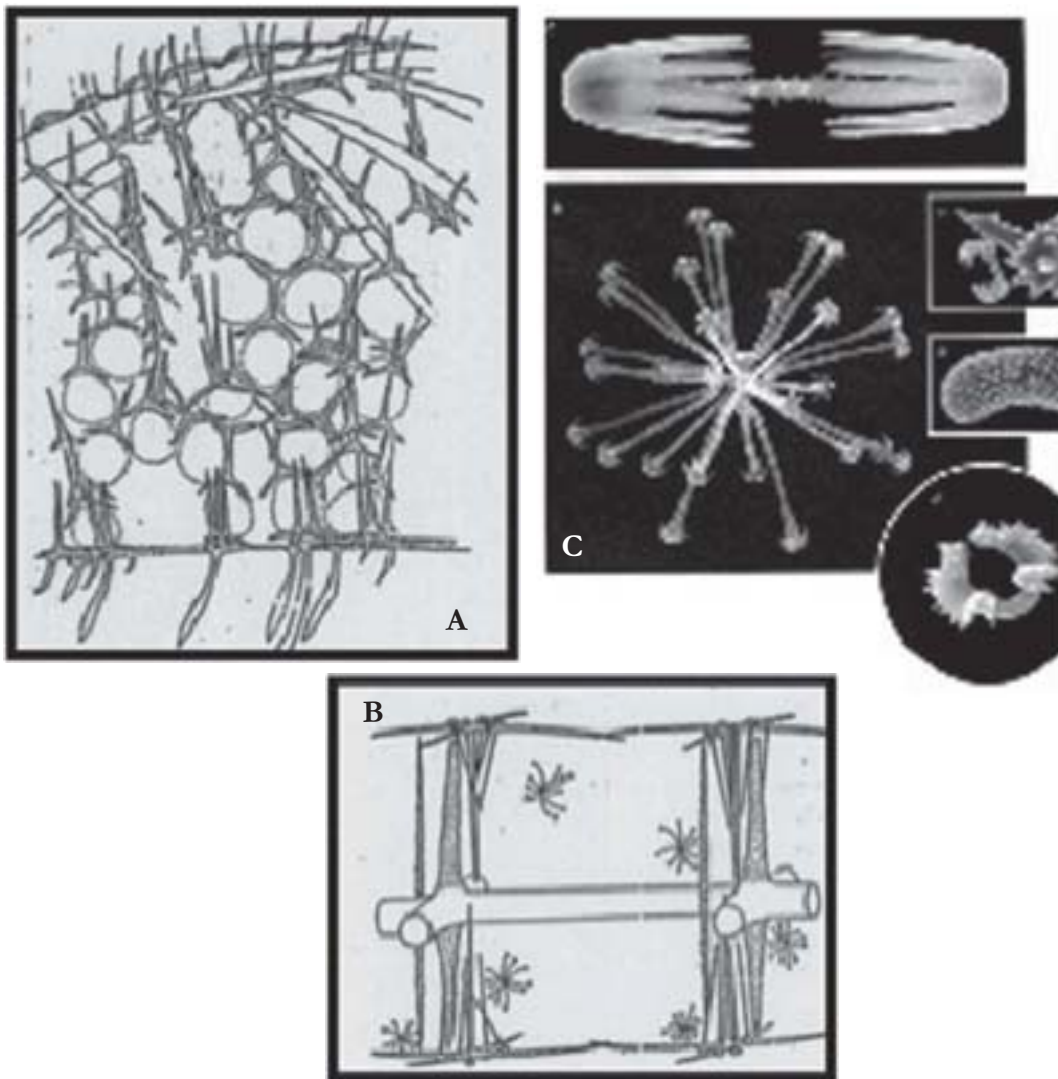
Colêncitos – células que formam uma rede conjuntiva por onde as demais células circulam;

Porócitos – células contráteis que regulam o movimento de abertura e fechamento do ósculo e poros;

Desmácitos – células fibrosas;

Estatócitos – células formadoras de gêmulas;
 Espongiócitos – células produtoras de espongina;
 Esclerócitos – células produtoras de espículas.

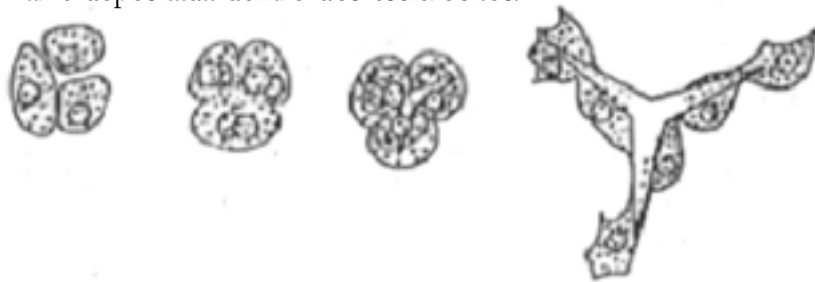
Material esquelético: o esqueleto mineral que sustenta as esponjas é composto por espículas e/ou fibras de espongina. As espículas são secretadas pelos esclerócitos, enquanto as fibras de espongina são secretada pelos espongiócitos.



A. Espículas da Classe Calcarea, B. Classe Hexactinellida; Espícula de calcita (a) – Classe Calcarea, Espícula de silício (b) - Hexactinellida, Espícula de silício (c-d-e) – Classe Demospongiae. Fonte: Ruppert et al., 2005

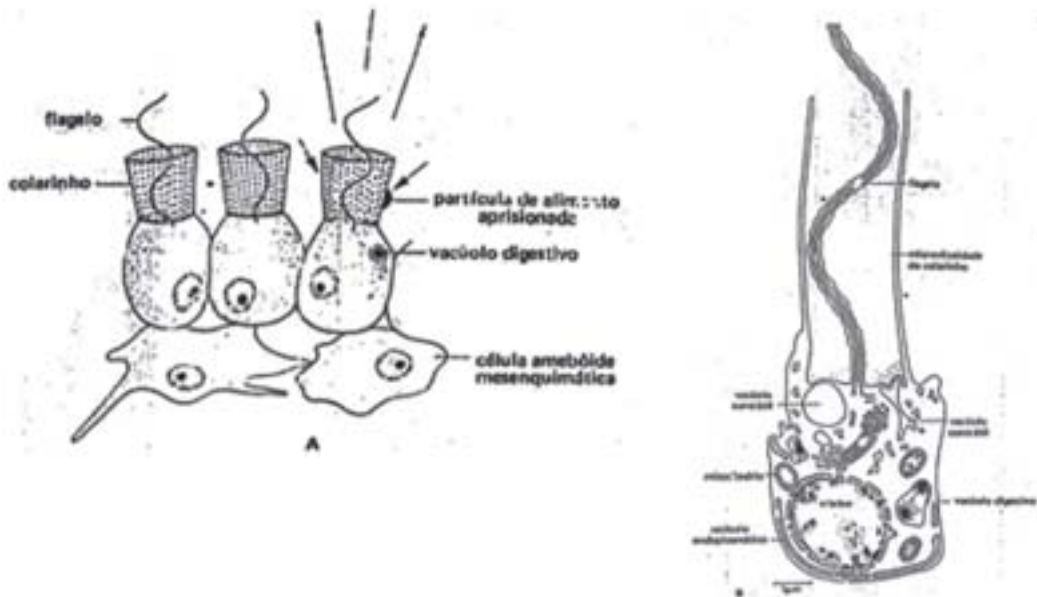
FORMAÇÃO DE ESPÍCULAS MONOAXIAIS

Durante a divisão do núcleo do esclerócito ocorre o estiramento do corpo celular originando um filamento orgânico entre os núcleos formando esboço de uma espícula. Há a deposição de carbonato de cálcio (CaCO_3) ao redor do filamento e a divisão da célula em duas. A célula fundadora se move e determina o comprimento da espícula e a célula espessadora, segue a fundadora e deposita o CaCO_3 . Espículas complexas são formadas pela cooperação de várias células. Quando a sílica (SiO_2) constitui o elemento formador da espícula também é extraída da água do mar e depositada dentro dos esclerócitos.

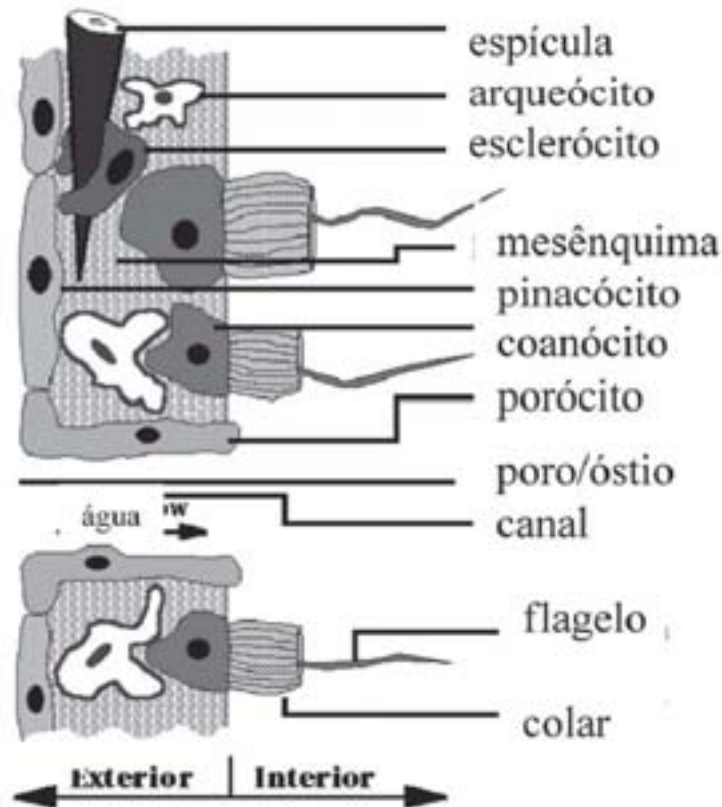


Esquema mostrando a formação de uma espícula triaxial.

Internamente nos Porifera ocorre a endoderme revestida de coanócitos – a coanoderme. Os coanócitos são células ovóides e sua extremidade voltada para o átrio apresenta um flagelo circundado por um colarinho contrátil cujos movimentos produzem um fluxo contínuo de água que entra pelos poros e sai pelo ósculo (abertura situada normalmente na porção superior por onde a água sai da esponja).



CITOLOGIA E HISTOLOGIA DOS PORIFERA

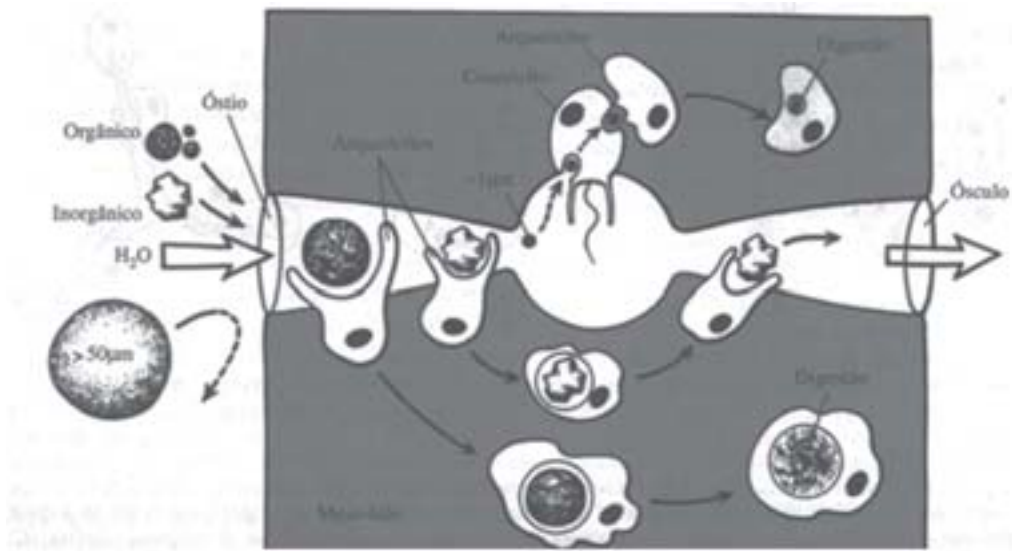


Parede do corpo nas esponjas = pinacoderme. Pinacócitos são células sem membrana basal que permite contração e distensão no tamanho da esponja; Porócitos ocorrem entre os pinacócitos e são células perfuradas que se estendem da superfície externa ao átrio. O porócito apresenta uma cavidade interna denominada poro inalante ou óstio, por onde penetra a água na esponja e que pode ser aberto ou fechado por contração.

FISIOLOGIA

Digestão e Circulação

Ambas as funções são realizadas pelos coanócitos (digestão) e tesócitos (armazenamento). Os coanócitos criam correntes de água e no colarinho o material é microfiltrado (material particulado fino, dinoflagelados e bactérias) e selecionado pelo tamanho e fagocitados. A digestão é intracelular, no próprio coanócito, em vacúolos digestivos, ou pode ser transferido aos amebócitos (ou arqueócitos) que circulam levando as substâncias para outras células.



Respiração

A respiração das esponjas é realizada por todas as células. Ocorre por difusão.

Excreção

Realizada por todas as células. Os produtos nitrogenados são liberados na corrente de água circulante.

Locomoção

As esponjas são indivíduos sésseis, mas podem apresentar um estágio livre natante na fase larvária.

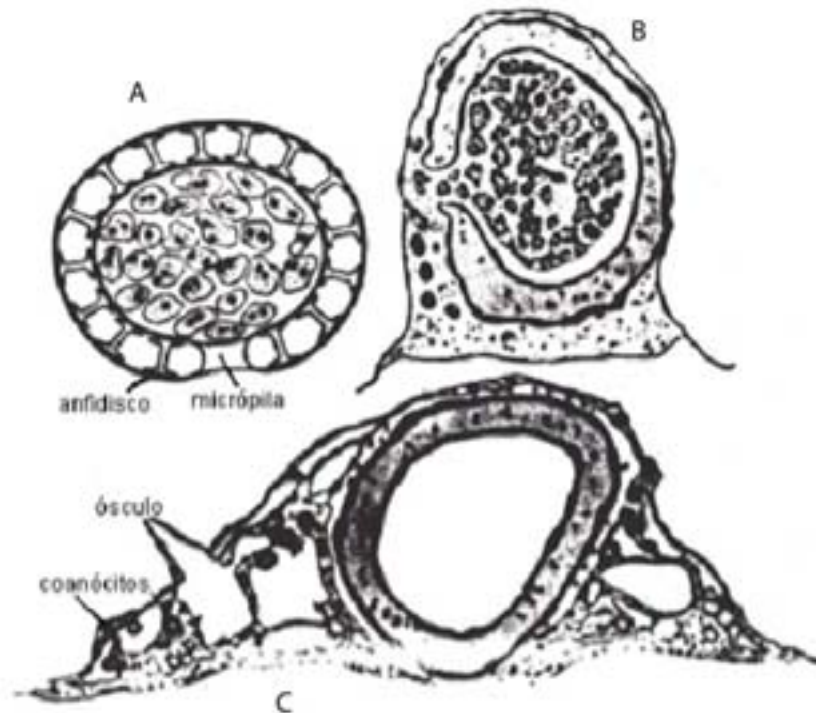
Sistema Nervoso

Não possui. Ocorrem reações celulares locais e independentes. Miócitos localizados ao redor do ósculo podem conter fibrilas de actina e miosina, que formam a base da contratilidade nos grupos animais.

Reprodução

Assexuada: É o processo mais comum. Pode ser brotamento ou gemulação. No brotamento expansões em certas áreas do corpo do animal originam brotos que podem permanecer fixos ou desprender-se da esponja-mãe. Em alguns casos é difícil distinguir este processo do processo de crescimento

Na gemulação arqueócitos enriquecidos de matéria alimentar (ou estatócitos), reúnem-se no mesênquima e são circundados por um revestimento duplo, no qual há um pequeno poro a micrópila. São resistentes e algumas vezes contém espículas. Quando o ambiente se torna desfavorável e a esponja-mãe morre, restam as gêmulas que permanecem em repouso até a melhoria das condições ambientais. Sob condições ambientais favoráveis ocorre a eclosão com as células escapando pela abertura e reorganizando-se em uma minúscula esponja.



Desenvolvimento da gêmula. A: gêmula; B: germinação da gêmula; C: esponja jovem.

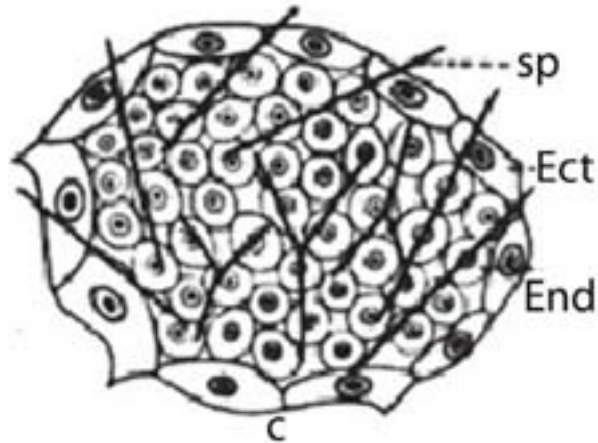
Sexuada: ocorre pela formação de óvulos e espermatozóides (a partir de arqueócitos ou coanócitos) que se encontram mergulhados no mesênquima não formando gônadas. O óvulo permanece no mesênquima onde é fecundado e o espermatozóide é produzido, atravessa o mesênquima, atinge um canal radial e é dispersado pela corrente de água. Ao penetrar em outra esponja pelos óstios, pode ser engolfado por um coanócito, o qual perde o colarinho e o flagelo. Posteriormente, migra para

As esponjas podem ser monóicas ou dióicas. Quando são hermafroditas normalmente são de natureza protândrica, isto é, produzem óvulos e espermatozóides em épocas distintas, o que dificulta a autofecundação.

A clivagem é total (holoblásticos = abrange a totalidade do ovo e ocorre nos ovos oligolécitos e heterolécitos) e igual (todos os blastômeros são do mesmo tamanho), mas também pode ser desigual (os micrômeros localizam-se no pólo superior e os macrômeros no pólo inferior) no padrão de clivagem é variável.

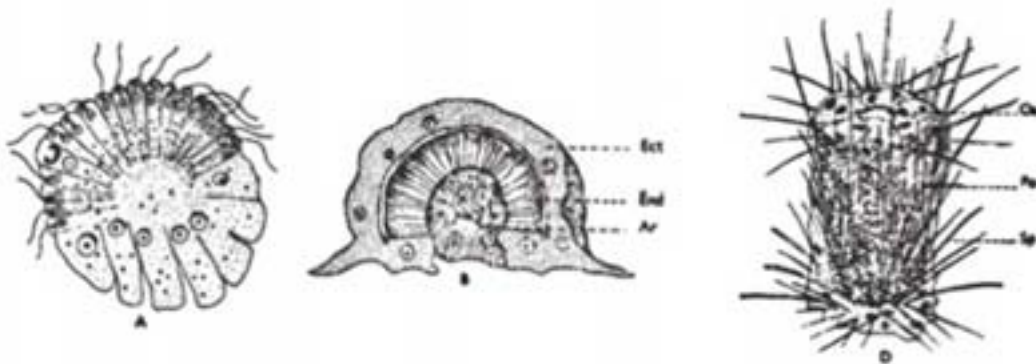
- A segmentação do ovo determina a formação de dois estágios larvais principais:

- Parenquímula ocorre na maioria das esponjas. A forma é de uma blástula sólida e quase inteiramente ciliada. Apresentam breve existência de vida livre (não mais que dois dias). Aas células flageladas externas perdem seus flagelos e se movem para o interior



- Anfibrástula ocorre nas esponjas Calcarea (gêneros *Grantia*, *Sycon* e *Leucosolenia*), na maioria das Demospongiae (gênero *Oscarella*) e Hexactinellidae: blástula oca. Apresenta dois pólos distintos, um com micrômeros flagelados e outro com macrômeros não-flagelados. A gastrulação ocorre por invaginação do pólo flagelado. O endossoma flagelado é responsável pela formação da camada gastral e o ectoderma pela camada dermal. A fixação da larva é feita pelo blastoporo.

O estágio de fixação denomina-se Rágon nas Demospongiae e Olinto nas Calcarea.

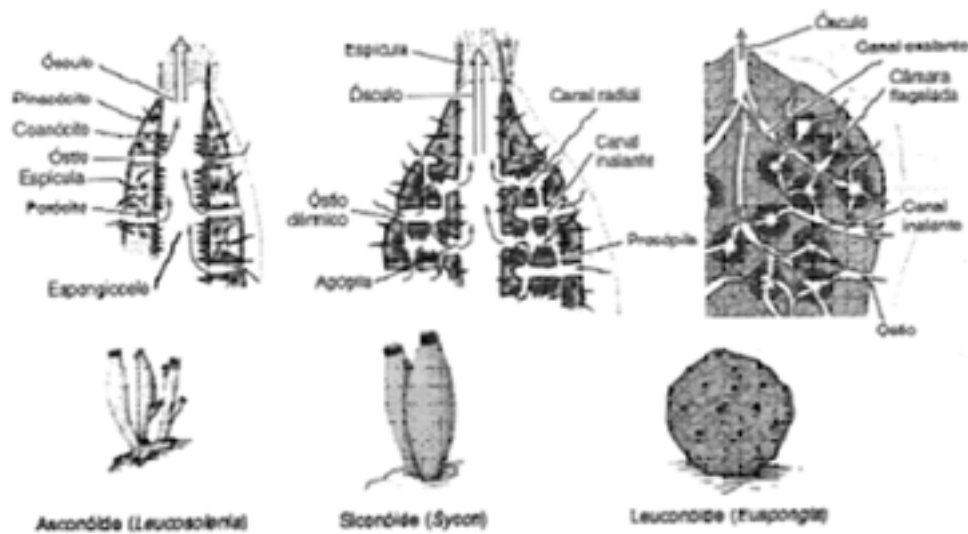


Fases do desenvolvimento da anfibrástula mostrando os pólos distintos (A), o processo de invaginação do endoderme (B) e a forma final com a esponja formada (D). Ect – ectoderme, End – endoderme, Ar – arquêntero, Sp – espícula, Po – poro, Os – ósculo

EVOLUÇÃO E IMPORTÂNCIA DA CIRCULAÇÃO DE ÁGUA

O padrão morfológico dos poríferos é baseado na construção ao redor de um sistema de canais para a circulação da água – relacionada ao caráter sésil do filo.

Existem basicamente três tipos estruturais: Asconóide, Siconóide e Leuconóide (figura: Hickman et al. 2004)



PORIFERA DO TIPO ASCON

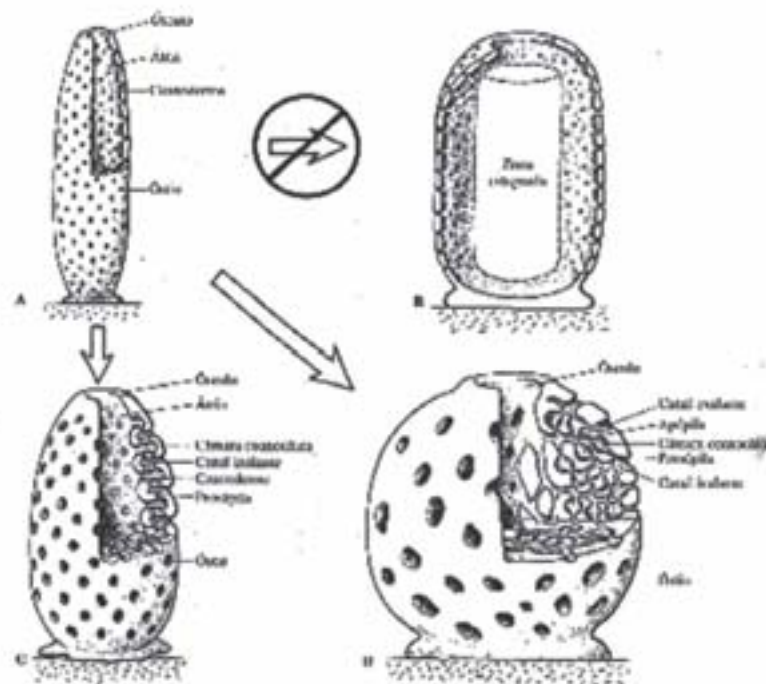
A parede do corpo é fina e perfurada por poros inalantes, por onde a água penetra. Os poros se abrem numa cavidade interior, o átrio. Este se abre para fora pelo ósculo. O fluxo de água que é constante se dá na seqüência observada abaixo:



O fluxo de água gerado pelos flagelos dos coanócitos provoca aumento na pressão interna, que se torna lenta uma vez que o átrio é grande e contém água demais para que possa ser rapidamente levada para fora pelo ósculo.

Quanto maior a esponja, mais intenso será o problema de movimentação da água. A estrutura asconóide raramente excede 10 cm de altura.

Conforme a esponja cresce o aumento no volume do átrio não é acompanhado por um aumento suficiente da camada de coanócitos. Com isso os problemas são em relação ao fluxo da água e área de superfície da esponja. As esponjas evoluíram dobramento da parede do corpo com aumento da superfície da camada de coanócitos e redução do átrio que diminuiu o volume de água que deve circular.

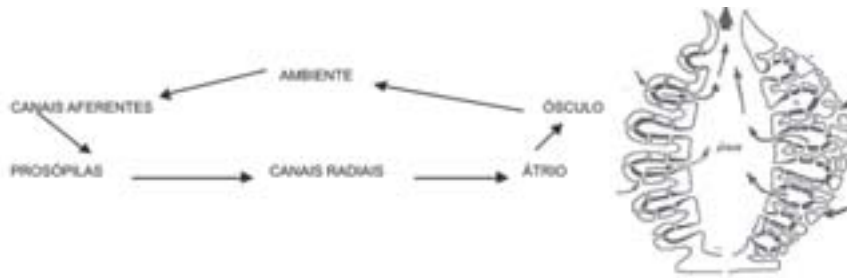


A estrutura de uma esponja asconóide não poderia ultrapassar tamanhos pequenos devido à incapacidade de gerar correntes no átrio (A e B). Desta forma, duas formas evoluíram câmaras e dobras da coanoderme que permitiu uma maior corrente de água no interior do animal com maior capacidade de filtração (C e D). Fonte Ruppert et al. 2005.

PORIFERA DO TIPO SYCON

Apresentam as primeiras dobras do corpo (protuberâncias digitiformes horizontais). As principais mudanças foram: os coanócitos não revestem o átrio, estão confinados aos canais radiais; as invaginações correspondentes são os canais aferentes revestidas por pinacócitos e os dois canais se comunicam pelas prosópilas (equivalentes aos poros do tipo Ascon).

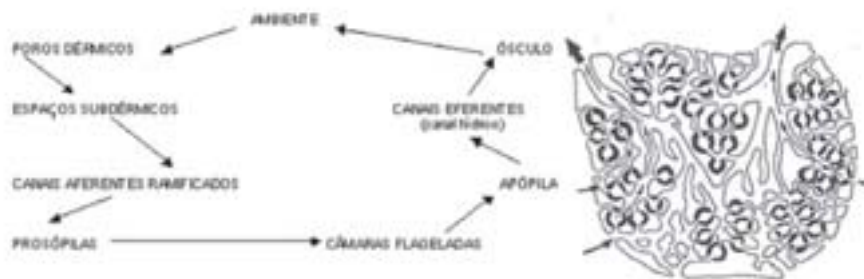
O fluxo de água, neste tipo, se dá na seguinte seqüência:



Num estágio mais especializado deste tipo de esponja desenvolve-se o fechamento das extremidades dos canais aferentes. As novas aberturas recebem o nome de poros dérmicos e permitem a entrada de água.

PORIFERA DO TIPO LEUCON

Apresenta o maior grau de dobramento das paredes do corpo. Os canais flagelados sofreram invaginações formando pequenas câmaras flageladas arredondadas. O átrio usualmente desaparece, exceto pelos canais hídricos que levam ao ósculo. O fluxo da água neste tipo se dá na seguinte seqüência:



Taxonomia (Ruppert, Fox e Barnes, 2005)

Tradicionalmente baseada em tipo e tamanho das espículas, composição das espículas, disposição das espículas no corpo do animal.

Recentemente a taxonomia é baseada em características bioquímicas, moleculares e microscopia eletrônica (morfologia).

Subfilos Symplasma

Classe Hexactinellida ou Hyalospongiae

Apresentam espículas com seis pontas (três eixos), seu esqueleto é composto por espículas silicosas (esponjas de vidro). São típicas de regiões profundas, abaixo de 200m, e apresentam estrutura ligeiramente siconóide. Apresentam estrutura sincicial e são desprovidas de pinacócitos.

Subfilo Cellularia

Classe Calcarea ou Calcispongiae

Esqueleto com espículas calcáreas de um, três ou quatro raios. Podem apresentar os três graus de estrutura (único com o tipo Ascom). A maioria tem menos de 10 cm de altura. São encontrados em todos os oceanos principalmente nas águas costeiras (menos de 100m). Exemplos: *Leucosolenia*, *Scypha* e *Grantia*.

Classe Demospongiae

Apresentam espículas silicosas ou esqueleto de esponjina, ou ainda uma combinação de ambos. Nunca apresentam espículas hexactinas. É a classe com o maior número de espécies (95%) e são as esponjas mais comuns (somente leuconóides).

CONCLUSÃO

Neste capítulo aprendemos que o Filo Porifera compreende os primeiros organismos multicelulares. Apresentam um sistema aquífero responsável que é composto por canais, poros e células especiais, os coanócitos, que possuem flagelos que produzem uma corrente de água com material em suspensão. O tamanho dos poríferos está relacionado com a complexidade estrutural dos canais internos. Quanto maior a esponja, maior o número de câmaras e capacidade de retenção das partículas de alimento pelos coanócitos.

RESUMO



Os metazoários surgiram provavelmente de um ancestral colonial que apresentava características como células flageladas e um meio interno diferenciado. Os poríferos representam o ramo mais antigo dos animais multicelulares. A presença de células flageladas, coanócitos, a digestão intracelular e ausência de sistemas complexos são características desse grupo. As esponjas apresentam espículas que dão sustentação ao corpo e são produzidas por células denominadas esclerócitos. Ascon, Sicon e Leucon são os tipos morfológicos que apresentam diversidade estrutural que evoluiu de acordo com o tamanho e demanda de água. Câmaras coanocíticas, ausência de um átrio e diversos canais compreendem o tipo mais complexo de esponja (Leucon).

ATIVIDADES

1. Pesquise sobre as espécies de esponjas que ocorrem no Brasil
2. Alguns poríferos eram utilizados economicamente na Europa. Qual era a sua utilização e qual era a Classe de esponjas que eram utilizadas?



REFERÊNCIA

- AMORIM, D. S. 2002. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. Holos Editora. Ribeirão Preto: SP. Brasil. p. 153.
- BRUSCA, R. C. & Brusca, G. J. **Invertebrados**. 2 ed. Editora Guanabara Koogan. p. 1098.
- HENNIG, W. 1966. **Phylogenetic Systematics**. University of Illinois Press. Chicago. USA. p. 263.
- HICKMAN, C. P., Roberts, L. S., Larson, A. 2004. **Princípios integrados de Zoologia**. 11 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro: p. 846
- RIBEIRO COSTA C. S. & Rocha, R. M. 2002. **Invertebrados: manual de Aulas Práticas**. Série Manuais Práticos em Biologia – 3. Holos Editora. Ribeirão Preto. p. 226.
- RUPPERT E.E., Barnes, R.D. & Fox, R. S. 2005. **Zoologia dos Invertebrados: Uma Abordagem Funcional-Evolutiva**. 7 ed. Editora Roca. Rio de Janeiro: p. 1168.