

Texto Base: Aula 14
Organismos Fotossintetizantes 2
 Autora: Suzana Ursi

I. “Algas”: diversidade e importância

Continuamos nossos estudos abordando inicialmente um grupo muito amplo de organismos fotossintetizantes: as “algas”. Focamos a seguir tanto aquelas que fazem parte de Archaeplastida, como outras. Elas não constituem um grupo monofilético, ou seja, que possui um ancestral comum e exclusivo. Portanto, não são um grupo válido para a classificação atual da biodiversidade. No entanto, por muito tempo, tal grupo foi utilizado e, atualmente, ainda aparece em diversos materiais didáticos para o Ensino Básico. “Algas ”incluiu organismos bastante distintos do ponto de vista morfológico e bioquímico, bem como bastante distantes evolutivamente. Tal distância pode ser observada na Figura 1, na qual percebemos diferentes grupos de “algas” espalhados em várias linhagens, como exemplificado a seguir (Figuras 2-5).

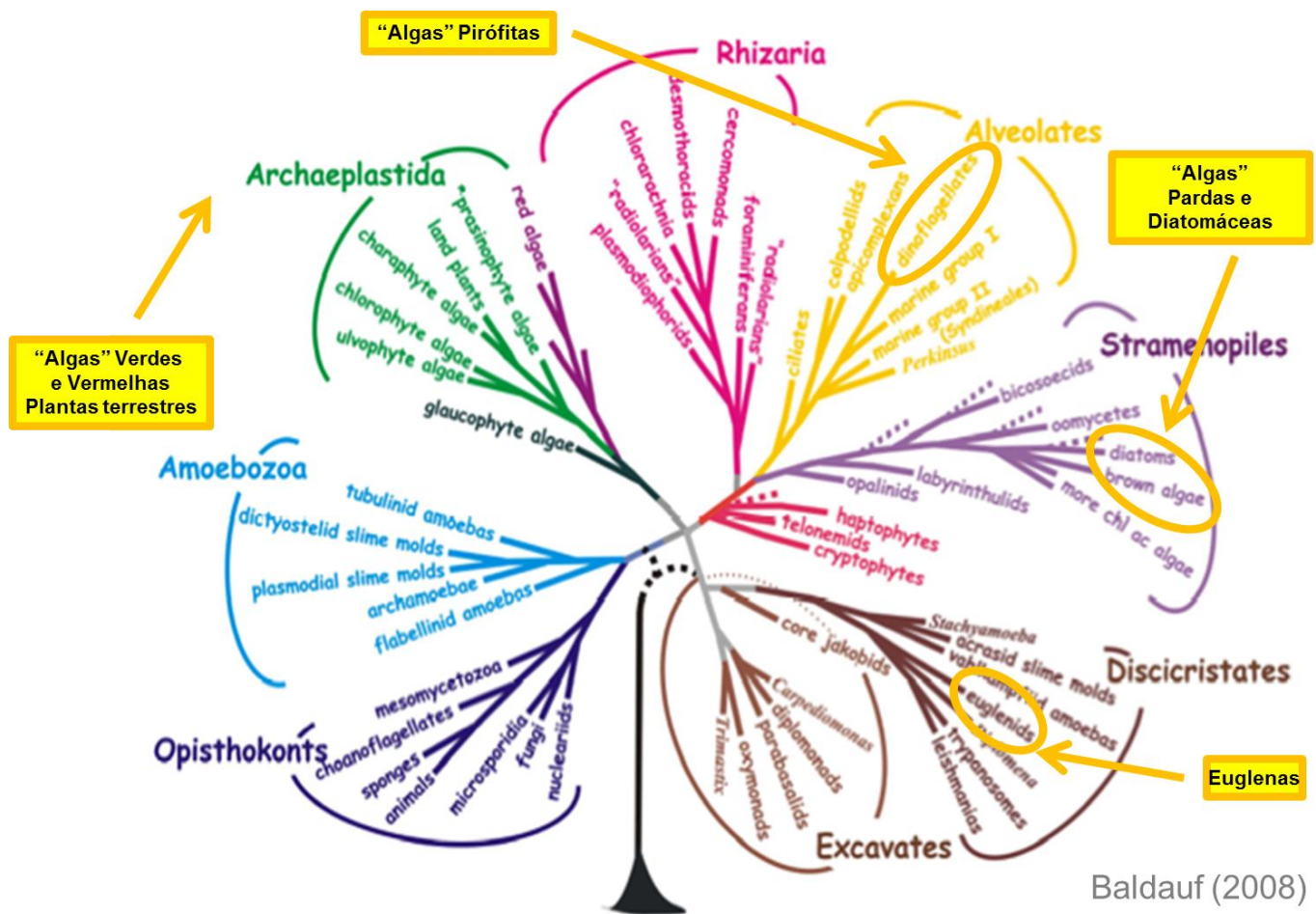


Figura 1. Representação esquemática de filogenia de consenso dos eucariontes, baseada na árvore proposta por Sandra Baldauf (2008).

Plantas (Arqueoplastidas)

“algas” verdes e “algas” vermelhas



Figura 2. Algas verde (*Ulva* sp.) e vermelha (*Pterocladia* sp. e *Porphyra spiralis*) comuns no Brasil.
 (Foto de C.E. Amancio, G.H. Pereira Filho, E.M. Plastino).

Estramenófilos

Diatomáceas e “algas” pardas



Figura 3. (1) Formação conhecida como Kelp (comum em águas frias), com algas pardas de grande porte. (2) Observe seu tamanho em comparação ao do mergulhador. (3) A espécie de alga parda mais comum no Brasil é o *Sargassum* sp. (Foto de C.E. Amancio, G.H. Pereira Filho, E.M. Plastino). (4). Diatomácea (*Pimularia novelie*) vista ao microscópio ótico.

Alveolados

Dinoflagelados (ou “algas” pirófitas)

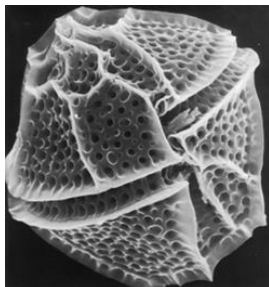


Figura 4. Microscopia de varredura de *Gonyaulax catenella* (uma das principais espécies de dinoflagelados, responsável pela ocorrência de marés vermelhas)

Discicristados

Euglenas



Figura 5. Microscopia ótica de *Euglena* sp.

As chamadas “algas” compreendem ainda as **cianobactérias** (algas azuis) que nem pertencem ao mesmo domínio dos organismos previamente citados, pois são bactérias (Domínio

Bacteria, Figura 6). As células de cianobactérias (procarióticas), possuem muita semelhança com os cloroplastos da Rhodophyta, reforçando a hipótese da endossimbiose, abordada em aulas anteriores.

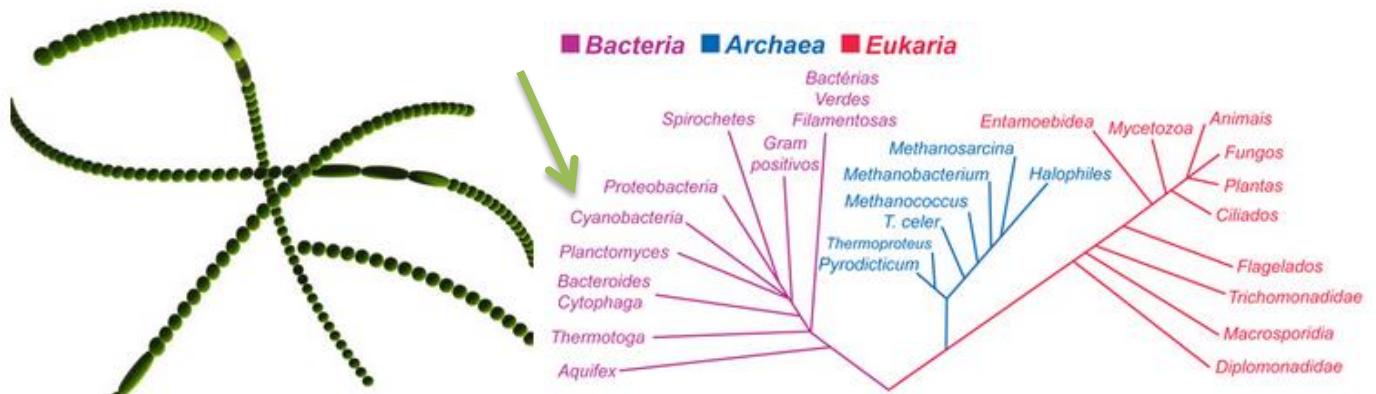


Figura 6. Representação da cianobactéria *Anabaena* sp., que pertence ao Domínio Bacteria (conforme proposto por Woese).

Podemos imaginar a visão fragmentada dos alunos ao estudarem diferentes grupos vegetais sem compreender as relações evolutivas existentes entre eles. Para compreender tais relações, o conhecimento mínimo sobre alguns grupos que compõem as chamadas “algas” é essencial, já que o provável ancestral comum de todas as plantas verdes estaria entre elas.

Se existe um consenso no meio acadêmico de que a evolução é a grande teoria unificadora da Biologia, tal consenso muitas vezes acaba não prevalecendo no Ensino Básico. A maioria dos materiais didáticos desse nível de ensino ainda adota a classificação em cinco Reinos de Whittaker (1969), trazendo as algas como pertencentes ao Reino Protista. No entanto, unir essa grande diversidade de organismos com origens tão diferentes em um único grupo e inseri-lo no Reino Protista é um agrupamento realmente muito artificial, que acaba por confundir os estudantes, dificultando a aprendizagem segundo uma perspectiva evolutiva.

Importância ecológica

A importância ecológica das “algas” é notória. Assim, conhecer bem esses organismos e os processos a eles relacionados pode subsidiar a tomada de decisões diante das questões emergentes ligadas à problemática ambiental. Por exemplo, alguns estudos indicam que determinadas algas podem ser elementos importantes na mitigação de mudanças climáticas globais, por serem reservatórios naturais de carbono. Além disso, as algas são responsáveis por grande parte da produção primária do nosso planeta, sendo as principais produtoras nos ecossistemas onde ocorrem. Erroneamente, fala-se que “a Amazônia é o pulmão do mundo”, liberando oxigênio para o planeta. Primeiramente, o pulmão libera gás carbônico e não oxigênio. Dessa forma, a frase já está equivocada. Mas, aceitando-se a expressão “pulmão do mundo” como uma figura de linguagem, mesmo assim, continuaria a existir um erro: as “algas” microscópicas seriam o “pulmão do mundo” e não a Amazônia. Acredita-se que quase todo o oxigênio produzido pelo processo fotossintético ocorrido na Amazônia seja consumido pela própria floresta. Isso não ocorre com as algas, que produzem mais oxigênio do que consomem;

portanto, liberam a quantidade excedente para o meio ambiente (Figura 6). As cianobactérias merecem especial destaque por serem responsáveis pela origem do oxigênio na atmosfera primitiva e, atualmente, serem importantes tanto por uma grande produção fotossintetizante, quanto pela fixação de nitrogênio. Outro aspecto interessante das cianobactérias refere-se ao fato de serem elas (juntamente com as clorófitas microscópicas) as principais algas que vivem em associação com os fungos formando líquens. Também não podemos esquecer das algas que liberam substâncias tóxicas, formando as chamadas “marés-vermelhas”, principalmente as pertencentes ao grupo dos dinoflagelados.

Algas no Divã



Figura 6. Tirinha (Autores: Thierry Faria Lima e Suzana Ursi).

Importância socioeconômica

A importância socioeconômica das algas pode ser utilizada como um estimulante fator de contextualização para o seu ensino. Os estudantes, normalmente, ficam muito surpresos ao saberem da presença de algas e seus derivados (ex. ágar, alginato e carragenana) em uma grande quantidade de produtos que fazem parte do seu dia a dia, como: pastas de dente, sorvetes, tintas, flans, vários tipos de bebidas, embutidos, ração para animais, entre outros. Esse tipo de descoberta aproxima o cotidiano do estudante de uma temática que, aparentemente, é muito distante, constituindo-se em forte elemento motivador. Assim, vamos estudar um pouco sobre a utilização das algas como recurso para o homem.

- **Consumo direto na alimentação humana**

Atualmente, a comida japonesa é uma moda em várias localidades do Brasil; a capital do Estado de São Paulo é um bom exemplo, onde proliferam os restaurantes dessa natureza. Certamente, a alga mais conhecida é o Nori (*Porphyra* sp., Rhodophyta), usado no sushi. Uma curiosidade é as espécies de *Porphyra* sp. que ocorrem no nosso litoral serem pouco palatáveis (Figura 2). Por isso, todo o Nori consumido no Brasil é importado. Várias outras algas são utilizadas na culinária, como, por exemplo, as algas pardas Kombu, (*Laminaria japonica*) e Wakame (*Undaria pinnatifida*), e a alga verde *Monostroma* sp.



Preparação do sushi. (A) Corte da folha preparada com algas prensadas. (B) A alga é recheada com arroz. (C) Pode-se colocar diferentes tipos de recheio. O conjunto é enrolado formando tubos. (D) Os tubos são cortados em fatias e servidos como uma iguaria da cozinha japonesa.

- **Ficocoloides**

São importantes substâncias mucilaginosas extraídas de “algas” que, em soluções aquosas, formam material viscoso ou géis semelhantes à gelatina. São classificados em três tipos principais: carragenana, ágar e alginato. Essas substâncias são constituintes de muitos produtos presentes em nosso cotidiano!

Carragenanas (extraídas de rodófitas)

Têm numerosas aplicações como na indústria farmacêutica, cosmética e de tintas; a maior aplicação, porém, está na indústria de alimento, onde são utilizadas em queijos, cremes, embutidos, flans e gelatinas. Isso ocorre devido às suas propriedades gelificantes e estabilizantes.

Ágar (extraídos de rodófitas)

Possui as mesmas aplicações das carragenanas. Além disso, também é aplicado na preparação de meios de cultura, sendo a matéria-prima básica na biologia molecular.

Alginatos (extraídos de feófitas)

Usados como agentes gelificantes, estabilizantes e emulsificantes. Têm grande importância nas indústrias de moldes dentários, sorvetes, tecidos, tintas e cerveja. Você imaginava que existem substâncias extraídas de algas na cerveja? O alginato permite a formação da espuma, por formar uma película resistente às bolhas decorrentes da agitação do líquido.

- **Outras aplicações**

São utilizadas na fabricação de ração para animais, em muitos suplementos alimentares pelas diferentes propriedades, como alto teor de proteínas (*Clorella* sp. e *Spirulina* sp.), no combate a doenças (por exemplo, *Laminaria* sp. é utilizada no combate ao bócio, devido ao seu alto teor de iodo), fertilizantes e pastas de dente (diatomáceas, como abrasivos). Comprimidos de *Spirulina* sp. utilizados como suplemento alimentar por seu alto teor de proteína. Vale ressaltar que um bife de carne bovina tem teor maior de proteínas do que um comprimido, mas ele pode ser uma alternativa para dietas pobres em carne animal.

Finalizado nosso estudo das “algas”, passamos agora a focar as plantas terrestres, ou **Embriófitas**.



Figura 7. Linha 1. *Kappaphycus alvarezii* é uma das principais algas das quais se extrai carragenana. Um fato curioso é a existência de várias linhagens que possuem cores muito distintas. A carragenana é utilizada em inúmeros produtos industriais, inclusive os flans e cremes de beleza. Linha 2. Aplicações do ágar: meio de cultura para cultivo de micro-organismos, balas, gelatinas. Linha 3. Aplicações do alginato: sorvetes, tintas, tecidos.

II. Requisitos adaptativos para a vida fora da água

Algumas características vegetativas muito importantes foram selecionadas de forma bastante gradual ao longo da evolução, permitindo que determinados grupos de plantas sobrevivessem no ambiente terrestre. As principais são citadas a seguir.

- Epiderme e Cutícula: estruturas importantes no combate ao dessecamento.
- Poros e Estômatos: estruturas facilitadoras de trocas gasosas entre o organismo e seu meio, pois, como epiderme e cutícula, tais trocas tornaram-se mais difíceis.
- Rizóides e raízes: que permitiram absorção de água e nutrientes de forma mais eficiente.
- Sistemas de transporte de água e nutrientes especializados (ex. floema e xilema): permitiram maior eficiência nesse processo.
- Lignina: substância importante para a sustentação das plantas.
- Filóides e folhas: estruturas especializadas na obtenção de energia, pois organismos de grande porte demandam mais energia para a manutenção de sua estrutura, bem como para seu metabolismo.

Quanto às características reprodutivas, os processos estão basicamente relacionados à seleção de características que permitiram, cada vez mais, proteger as células reprodutivas e minimizar a dependência em relação à água. Assim, foram selecionados esporos com paredes mais espesas, bem como estruturas como os gametângios e esporângios multicelulares (nos quais são produzidos os gametas e esporos, respectivamente). O embrião do tipo mastrotrofico também é uma característica (esporófito jovem dependente do gametófito feminino). Assim, podemos dizer que estruturas importantes fazem parte dessa tendência evolutiva, como o grão de pólen, gametas extremamente reduzidos, a semente, a flor e o fruto.

III. Diversidade das Embriófitas

O cladograma abaixo apresenta as principais linhagens de plantas terrestres, que serão abordadas em nossas aulas. Circulados em azul, estão alguns nomes populares e que são ainda bastante utilizados no Ensino Básico, mas que, assim como “algas”, não possuem valor taxonômico e, por isso, são escritos entre aspas no presente texto. A exceção é o grupo das Angiospermas (cujo nome mais atual do grupo é Anthophyta), que recentemente constitui um grupo monofilético. Em vermelho, estão destacadas as principais novidades evolutivas que delimitam grupos monofiléticos importantes: Embriófitas – presença de embrião; Traqueófitas – presença de vasos condutores; e Espermatófitas – presença de sementes (Figura 8).

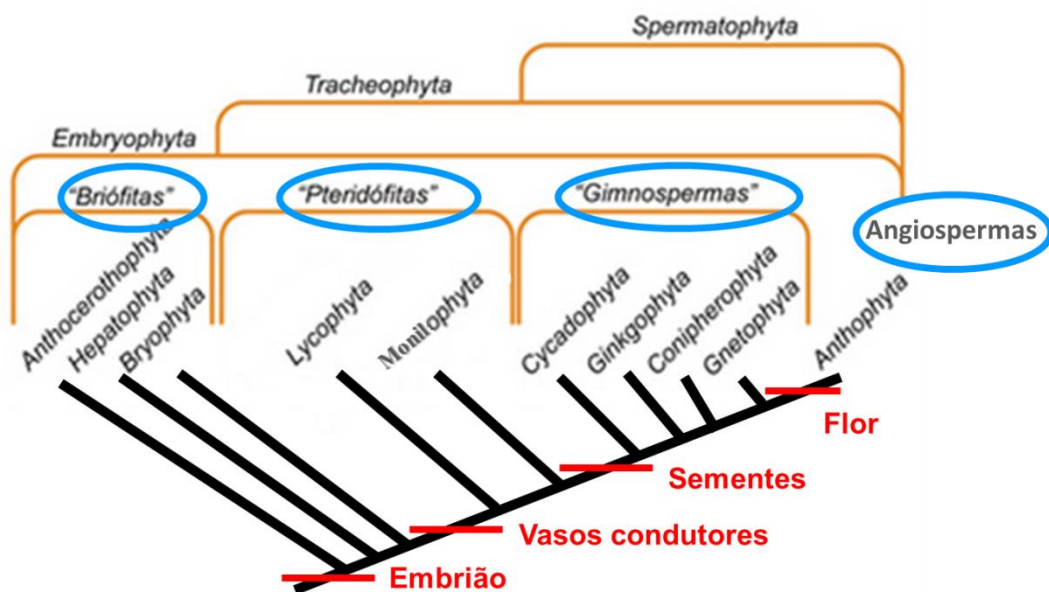


Figura 8. Cladograma simplificado das linhagens de plantas terrestres.

Plantas terrestres não traqueófitas

Para finalizar a presente aula, abordamos brevemente as três primeiras linhagens a se diferenciar ao longo da evolução apresentadas na Figura 8. São as plantas popularmente conhecidas como “briófitas”, divididas atualmente em três filis (Figura 9). Os estudos mais recentes apontam que representantes de Bryophyta seriam o grupo mais próximo das Tracheophyta. São organismos avasculares, mas, diferentemente das “algas”, possuem gametas

envolvidos por uma camada de células estéreis. Esse envoltório protege os gametas contra dessecação e representa um grande passo para a sua sobrevivência no meio terrestre, embora sobrevivam apenas em locais úmidos e pouco iluminados, e atinjam apenas poucos centímetros de comprimento. Neste grupo, o gametófito (haplóide, n) é a fase dominante e o esporófito (diplóide, $2n$) é dependente do gametófito. Briófitas não possuem sistema radicular. Assim, a absorção de água e sais minerais é feita por rizoides localizadas na porção inferior do talo. Além da ausência de vasos condutores e de mecanismos eficientes para a conservação da água absorvida, a distribuição do grupo é limitada pelo fato de os gametas masculinos se moverem por flagelo, implicando a necessidade de um meio aquoso para haver a fecundação.



Figura 9. Diversidade de plantas terrestres não traqueófitas.

Essas plantas possuem grande importância ecológica, exercendo papel de produtoras primárias em muitos ecossistemas, além de serem pioneiras na colonização de rochas, juntamente com os líquens. Constituem também um reservatório natural de carbono e podem ser bioindicadoras. As turfeiras são solos ricos derivados dessas plantas, sendo muito importantes na agricultura. O gênero *Sphagnum* sp. merece destaque por sua grande importância econômica, tanto na indústria de floricultura, quando em outros setores.

Bibliografia

SADAVA, D. et al. Vida: a ciência da biologia. v. 2: Evolução, diversidade e ecologia. 8ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, DYC; CHOW, F. Diversidade e Evolução das Plantas. In: LOPES, SGBC; VISCONTI, MA (Orgs) Licenciatura em Ciências. UNIVESP. 1ª ed. São Paulo: EDUSP, 2014.

Observação: as figuras cuja legendas não foram citadas no texto foram extraídas do Curso RedeFor-Biologia-USP (<http://redefor.usp.br/curso/biologia/>) – Disciplina Botânica/Autora: Suzana Ursi.