

meSalva!

PARTE III

BIO LO GIA



meSalva!

CURSO ENEM ONLINE

O melhor cursinho para o ENEM 2019 é o que te aprova no curso dos seus sonhos



Conte com a melhor preparação para a Prova do ENEM:



CONTEÚDO COMPLETO PARA O ENEM

+5.000 vídeos, 10.000 exercícios e aulas ao vivo todos os dias para tirar suas dúvidas



PLANO DE ESTUDOS PERSONALIZADO

Organizamos para você um cronograma de estudos de hoje até o ENEM



CORREÇÃO DE REDAÇÃO ILIMITADA

Receba notas e comentários para cada critério de avaliação do ENEM



SIMULADOS COM CORREÇÃO TRI

Simulados com correção no mesmo formato da Prova do ENEM

QUERO SER APROVADO!

PARTE III

BIOLOGIA

01

ZOOLOGIA COMPARADA

meSalva!

ZOOLOGIA COMPARADA

INTRODUÇÃO À ZOOLOGIA COMPARADA

Fala, galera do Me Salva! Não deve ser novidade para vocês que a Zoologia é a área da Biologia que se dedica ao estudo dos animais. Mas talvez vocês ainda não saibam que dentro dessa grande área existem ramos. Como assim? Bom, um zoólogo que escolhe uma determinada espécie para estudar, pode se dedicar a aspectos específicos dela, como, por exemplo, sua classificação taxonômica ou então quais os hábitos alimentares desta espécie. Geralmente são estudos bem específicos. Se, hoje em dia, sabemos o que sabemos sobre os animais e suas características é graças aos biólogos que se dedicam a isso! Um viva a eles!

Por outro lado, a Zoologia Comparada não deixa de ser o estudo dos animais, mas a diferença aqui é a sua abrangência. Como o próprio nome diz, ela se dedica a um estudo comparado entre os mais diversos grupos animais e não apenas a um determinado grupo ou espécie. É através dela que conseguimos perceber que, mesmo apresentando as mesmas necessidades básicas, os animais arranjaram formas diferentes para lidar com elas. Mas não podemos pensar nesses aspectos sem recorrer à evolução. Afinal, como já disse um senhorzinho famoso, Theodosius Dobzhansky, “Nada na Biologia faz sentido exceto à luz da evolução”.

Mas não se assustem! Essa apostila continua sendo de Zoologia Comparada! Apenas precisamos contextualizar algumas coisas para tudo ficar claro e podermos dar continuidade, certo? Então, a base da evolução é a de que todos os organismos descendem de um ancestral comum e que, ao longo do tempo, foram sofrendo modificações e seleção natural, até chegar onde estão hoje e como os conhecemos. A partir da ideia de ancestralidade comum, fica evidente que as necessidades dos animais vão ser semelhantes em diversos aspectos, como respirar e excretar, por exemplo. Entretanto, a forma como eles enfrentam esses problemas são muito variadas. Isso está relacionado com a história evolutiva de cada grupo, que inclui diferentes ambientes e pressões seletivas. Pense por exemplo em uma esponja do mar, que é um animal aquático e séssil (preso ao substrato) e em um cachorro, terrestre e todo serelepe. Eles não vão realizar suas necessidades da mesma forma, né?

Então, a evolução não se deu da mesma forma em todos os animais. A partir disso, alguns organismos desenvolveram estruturas consideradas mais complexas, enquanto outros mantiveram características consideradas mais

primitivas. E isso se aplica, então, na forma como os diferentes grupos realizam suas funções. Mas cuidado, é importante não confundir complexo com mais ou menos evoluído. Um animal com estruturas mais complexas não é mais evoluído do que um animal mais simples. Se ambos estão vivos até hoje é porque estão bem adaptados e vivendo muito bem. Além disso, um mesmo animal pode apresentar estruturas mais complexas relacionadas com uma determinada função e mais simples relacionadas a outra.

Visto isso, entendemos a relação entre evolução e zoologia comparada, e a importância dela para compreendermos as diferenças existentes hoje. Iremos aprofundar melhor cada uma dessas necessidades básicas e como elas são atendidas em cada grupo animal. Porém, é importante não esquecer que, apesar de estudarmos elas separadas, elas estão relacionadas entre si e todas precisam existir e funcionar direitinho para a sobrevivência dos organismos. Vamos lá, então?

REPRODUÇÃO

Começaremos com a reprodução. É através dela que são gerados novos descendentes e as características são passadas adiante. No caso de humanos, aposte que toda mãe adora ouvir “ela é a sua cara”, não é mesmo? E não é que seja literalmente a cara da mãe, isso significa apenas que aquelas características foram passadas para a prole e apareceram fenotipicamente. Mas e como isso ocorre? É o que veremos agora.

O primeiro tipo de reprodução que encontramos é a **assexuada**, que é aquela em que não há acasalamento e, por isso, os descendentes gerados serão idênticos ao progenitor, ou seja, clones, caso não ocorram mutações. Sendo assim, esse tipo de reprodução tem como vantagem a rapidez, já que em um curto período de tempo pode haver um aumento significativo da população, e também não há gasto de energia na procura por parceiro sexual, podendo ser investida em outras funções. Porém, como principal desvantagem, é reduzida a variabilidade genética, pois toda a prole nasce igual. É a partir da variabilidade que as espécies conseguem lidar com mudanças do ambiente e, sem ela, existe o risco de extinção se ocorrer grandes mudanças no habitat. Ocorre em muitos animais invertebrados.

Existem três principais formas de reprodução assexuada encontradas nos animais e são elas: **brotamento**, na qual a prole é gerada por crescimento ou brotamento, a partir do corpo do animal antigo. O exemplo mais clássico desse tipo é o das esponjas; **regeneração** ou **fragmentação**, que é quando o animal se

parte, espontaneamente ou por acidente e cada fragmento origina um novo ser vivo, como é o caso das estrelas-do-mar; por fim, a **partenogênese**, que é o desenvolvimento de uma prole de ovos não fecundados. Esse último tipo ocorre em artrópodes, como as abelhas, e também em alguns vertebrados, como peixes, anfíbios e répteis, e pode apresentar algum tipo de comportamento sexual.

A reprodução sexuada, por sua vez, se dá através do encontro de duas células gaméticas, que nos animais são chamadas de óvulo e espermatozoide. São células haplóides e se formam a partir da meiose. É o tipo de reprodução encontrada na maioria das espécies e isso pode ser explicado pela sua principal vantagem evolutiva: a de gerar descendentes com variabilidade genética! E como se dá essa diversidade? Bom, durante o processo de divisão celular que irá formar os organismos, podem ocorrer dois eventos: a recombinação entre os cromossomos homólogos, conforme é mostrado na Figura 1, e a distribuição independente dos cromossomos.

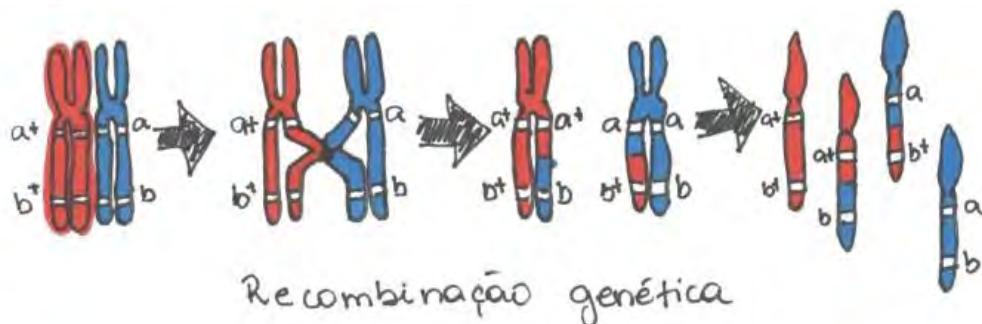


FIGURA 1: ESQUEMA DE RECOMBINAÇÃO GENÉTICA, MECANISMO QUE GARANTE A VARIABILIDADE.

Como nem tudo são flores, esse tipo de reprodução também possui desvantagem. Nesse caso, é a perda de tempo e recursos energéticos que são investidos na busca por parceiros sexuais. Mas ainda vale a pena, já que garante a diversidade genética. Ela consiste em três passos essenciais: a **gametogênese**, que é a fase inicial de produção dos gametas; o **acasalamento**, que é o momento em que os dois gametas se encontrarão, e por fim, a **fertilização**, que é o momento de fusão dessas duas células gaméticas, gerando, posteriormente, o embrião diploide. A fertilização pode ser feita de duas maneiras: externa ou internamente. A externa ocorre em ambiente aquático, já que a água facilita o encontro dos dois gametas, que são simplesmente liberados no meio. Já animais que vivem em ambiente terrestre não podem contar com esse encontro, pois não há meio líquido. Por isso, a liberação dos espermatozoides é feita diretamente no aparelho reprodutivo da fêmea.

Existem ainda espécies que são hermafroditas, ou seja, o mesmo organismo é capaz de produzir óvulos e espermatozoides. Um exemplo clássico é a minhoca, mas além dela também podemos citar vermes parasitas, como a tênia. E qual a vantagem evolutiva disso? No caso das têniás, que vivem sozinhas dentro do hospedeiro, é muito difícil encontrar parceiro sexual, e, dessa forma, ela consegue fertilizar os próprios ovos. Mas se é vantajoso, então porque todos os animais não são hermafroditas? De novo a história da variabilidade genética, a grande chave da reprodução!!

SUSTENTAÇÃO E LOCOMOÇÃO

Acabamos de ver que sem reprodução não estaríamos aqui, certo? Outra das necessidades que todos os animais possuem é a de se sustentar e se locomover. Para pensarmos sobre isso, trago um exemplo bem simples, mas bem didático. Pensem em uma boneca de pano e em vocês tentando deixá-la em pé. Não dá, né? Ela não fica parada. E isso acontece, porque ela não tem estruturas internas que lhe deem sustentação. E é a partir daí, que começamos a entender a importância e a necessidade de um esqueleto.

O esqueleto serve para dar forma e sustento ao corpo e, além disso, dá apoio aos músculos, o que torna possível o movimento e, claro, a locomoção. Mas como tudo na biologia, não é tão simples assim! Existem diferentes tipos de esqueletos dentre os grupos animais, já que eles possuem necessidades iguais, mas soluções diferentes para elas, lembram? Existem diferentes formas pelas quais os animais se deslocam no meio em que vivem: pode ser nadando, saltando, voando... Seja qual for ela, permite a realização de atividades essenciais, como a captura de alimentos e a fuga de predadores.

E quais são essas variedades de esqueletos que podemos encontrar? O primeiro tipo é o hidrostático. Esse esqueleto não apresenta estruturas ósseas e ocorre em muitos invertebrados, geralmente, de corpo mole, como: Cnidários, Nematelmintos e Anelídeos. Na cavidade corporal, o celoma, que parece estar vazio, há a presença de líquido e é justamente pela pressão exercida por ele em conjunto com os músculos que ocorre a remodelação do corpo desses animais, dando sustento. Dessa forma, também é produzido o movimento. Figura 2.

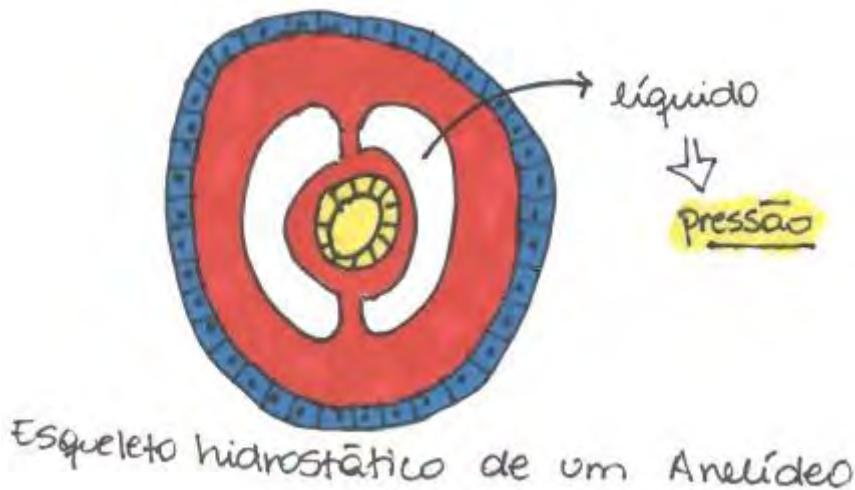


FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DE UM ESQUELETO HIDROSTÁTICO DE UM ANELÍDEO.

O segundo tipo é o **exoesqueleto**. Como o nome diz, ele é um esqueleto externo ao corpo. Podemos encontrá-lo em Artrópodes, com composição de quitina, um polissacarídeo que confere resistência e flexibilidade ao mesmo tempo. Por causa do exoesqueleto, os animais desse filo realizam a ecdise, que é o processo de muda desse esqueleto. Se vocês lembram bem das aulas de Zoologia, sabem que é um processo que ocorre de tempos em tempos e é essencial para que o animal possa aumentar seu tamanho nesse tempo em que está sem. Como eles só crescem durante o período em que estão sem o exoesqueleto, podemos concluir que ele é um fator limitante ao tamanho desse grupo e, em parte, é por isso que não conseguem atingir grandes tamanhos. Já imaginaram uma barata gigante?? Além do exoesqueleto de quitina, existem os formados por Carbonato de Cálcio (CaCO_3), que é o caso dos corais e dos moluscos. Esse último grupo ainda apresenta nácar, uma matéria orgânica, na composição do seu esqueleto. Por fim, o que talvez seja novidade para alguns, é que as tartarugas também possuem exoesqueleto. Sim! O que a gente chama de “casinha da tartaruga” é a junção da carapaça com o plastrão, um exoesqueleto.

Outro tipo de esqueleto e talvez o mais familiar para nós, é o **endoesqueleto**. É o tipo de esqueleto encontrado em nós humanos e nos outros Vertebrados. Ele fica dentro do corpo e é formado por ossos e/ou cartilagem e articulações, que são as estruturas que fazem a conexão entre um osso e outro. Mas o grupo dos Vertebrados é muito grande e diverso e, por isso, o endoesqueleto não é exatamente igual em todos esses animais. Existem adaptações para cada hábito de vida e ambiente em que eles vivem. Exemplos

disso são as adaptações que encontramos nas patas dos anfíbios para facilitação do salto. O mesmo se aplica ao esqueleto das aves, que é modificado para o voo e no das cobras, que não possuem membros e rastejam. Equinodermos também possuem um endoesqueleto formado por placas calcárias e flexíveis.

Por fim, há um meio de sustentação que não está relacionado com um esqueleto propriamente dito e é encontrado nos Platelmintos. Eles apresentam uma massa gelatinosa, a mesogléia, que preenche o espaço entre os órgãos e exerce pressão. Parecido com o mecanismo do esqueleto hidrostático, lembram? Mas nesse grupo, ainda há o importante papel realizado pelas fibras musculares, que, por serem entrelaçadas e bem desenvolvidas, dão sustento ao corpo e permitem o movimento.

DIGESTÃO

Agora já sabemos como o corpo dos animais é sustentado e de que forma realizam alguns de seus movimentos. Mas será que tudo isso seria possível se nosso corpo não tivesse mecanismos que nos dessem energia para tal? Provavelmente não faríamos tudo o que fazemos. E o mesmo se encaixa para os outros grupos animais. A energia é a base para todas as funções. E da onde ela vem? Bom, ao ingerirmos um alimento, estamos ingerindo quantidades e variedades de nutrientes. Muitos desses nutrientes não são sintetizados pelo corpo e chegam nele na forma de moléculas maiores e complexas e, por isso, precisam ser quebradas para conseguirem chegar às nossas células. E é aí que entra a digestão: é o processo da quebra dos alimentos em partes menores.

Que todos os organismos precisam se alimentar para conseguir nutrientes já sabemos, mas isso não se dá da mesma maneira em todos eles. Existem diferentes formas pelas quais ocorre a digestão. A mais simples delas é a chamada **digestão intracelular**, que como o nome diz, ocorre totalmente dentro das células. Ela ocorre pelo englobamento das partículas, por fagocitose ou pinocitose, para o interior da célula, como mostra a Figura 3. Lá dentro, elas são digeridas por enzimas liberadas pelos lisossomos. Ocorre em Protozoários (que não são animais) e Poríferos. Nesse segundo grupo, as células responsáveis por essa função são chamadas de coanócitos.



FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO DA FAGOCITOSE DE PARTÍCULAS DE ALIMENTO NO PROCESSO DE DIGESTÃO.

Um segundo tipo de digestão encontrada nos animais é a **extra e intracelular**. Sim, é isso mesmo! É um processo digestivo dividido em duas etapas: a primeira é a extracelular, na qual as partículas são parcialmente digeridas na cavidade digestiva e, em seguida, ocorre a segunda etapa, que é a intracelular, ou seja, dentro das células. É encontrada em Cnidários, Platelmintos, Nematelmintos e Moluscos.

Há ainda, a **digestão extracelular**, que como é de se imaginar, ocorre totalmente fora das células. Isso só foi possível com o surgimento de estruturas mais complexas, ou órgãos, especializados para tal função. É considerada uma vantagem evolutiva, pois possibilitou a ingestão de maiores variedades de alimentos. É encontrada em Anelídeos e em todos os Vertebrados.

Por fim, existe um tipo de digestão peculiar presente nas aranhas: a **digestão extracorpórea**. Esses animais liberam enzimas no corpo de suas presas, que vão sendo digeridas e, assim, conseguem ser sugadas. A digestão é concluída extracelularmente no tubo digestivo.

Existem animais que apresentam o tubo digestivo incompleto, ou seja, formado por apenas uma abertura. É o caso de Cnidários e Platelmintos. Já os outros grupos animais possuem o tubo digestivo composto por duas aberturas, a boca e o ânus, sendo considerado completo. Esses últimos podem, ainda, ser classificados de acordo com a origem dessas estruturas. Mas para que tanta classificação? Porque estamos falando de Biologia! Então, todos os animais passaram pelo estágio embrionário e, nele, pela fase de gastrulação. Nessa fase, há o blastóporo: uma abertura, que, posteriormente, irá originar a boca ou o ânus. Em Equinodermos e Cordados, o blastóporo origina o ânus e, por isso, são chamados de **deuterostomados**. Já nos outros grupos, o blastóporo origina a boca e são chamados de **protostomados**.

É importante compreender que mesmo entre espécies do mesmo grupo, como por exemplo, Vertebrados, existem hábitos diferentes e isso influencia na forma como esses animais realizam suas funções. Estamos falando das adaptações, lembram delas? Em mamíferos, existem animais carnívoros, como os leões, e herbívoros, como as vacas. Sendo assim, há diferenças no sistema digestivo desses grupos. Em carnívoros, que ingerem basicamente proteínas, o tubo digestivo é mais simplificado, já que são estruturas de fácil digestão. Já em herbívoros, que se alimentam de vegetais, que possuem parede celular de celulose, a digestão é um pouco mais complexa. Isso porque, a celulose é difícil de ser quebrada e esses animais não têm essa capacidade. Dessa forma, o seu tubo digestivo apresenta adaptações para que isso seja possível. Há a presença de micro-organismos que quebram celulose e, além disso, em ruminantes o estômago é composto por quatro câmaras: rúmen, retículo, omaso e abomaso. Esse foi apenas um exemplo, existem outras adaptações do sistema digestivo, mas a função é a mesma.

CIRCULAÇÃO

Outra necessidade básica que todos os animais possuem é a de circulação. Mas vocês já se perguntaram porque isso é preciso? Acabamos de ver que as células precisam receber nutrientes, resultantes do processo de digestão, para realizar suas funções. E, como todo metabolismo, esse também gera resíduos que precisam ser eliminados das células. Isso só é possível porque as células estão imersas em meio líquido e é aí que entra o Sistema Circulatório!

Sua principal função é, então, a de transporte de substâncias. E não apenas de nutrientes e resíduos, mas também de hormônios, gases respiratórios, células sanguíneas, como as hemárias, e também células do sistema imune, como os monócitos. Para que esse transporte seja possível, o sistema circulatório é formado por um órgão propulsor, o coração; um fluido extracelular, que pode ser a hemolinfa ou o sangue; e por fim, de vasos condutores.

Existem animais que não possuem esse tipo de sistema. Mas como eles vivem, já que ele é essencial? Esse transporte, de fato, é necessário, mas lembram das soluções diferentes em cada grupo? O contexto mudou, mas a ideia não. Bom, em organismos mais simples, como é o caso de alguns invertebrados marinhos, esse sistema não faz falta. Isso porque, geralmente, possuem o corpo pequeno e achatado, e esse formato faz toda a diferença, já que permite um fácil contato da superfície do corpo com o meio e, assim, ocorre a difusão desses nutrientes, resíduos e todo o resto. E, ainda por cima, conseguem manter taxas

metabólicas elevadas. Legal, né? Em outros invertebrados, que não possuem sistema circulatório, mas são maiores, essa condição impossibilita um elevado metabolismo e, por isso, existe a tendência de serem animais mais lentos e, até mesmo, fixos ao substrato, como é o caso das esponjas do mar.

Com o aumento do corpo dos animais e o surgimento de atividades mais complexas, se fez a necessidade de sistemas circulatórios diferentes. Principalmente porque os músculos consomem muita energia, ou seja, nutrientes, e com isso, também elimina muitos resíduos. Além disso, tecidos e órgãos não são capazes de sintetizar seus próprios nutrientes e, então, precisam ser abastecidos.

Como tudo, o sistema circulatório também se diferencia nos grupos animais. Existem espécies que possuem **sistema circulatório aberto**, que é o caso de Artrópodes e alguns Moluscos. Nesse tipo de circulação, o fluido extracelular é a hemolinfa, que é incolor e, pela pressão exercida pelo coração, é impulsionada para as regiões do corpo, através dos vasos. Porém, em algum momento, esse fluido vai sair dos vasos e escoar livremente pelos tecidos. Depois retorna para o coração. Devido a essa característica de ser aberta, há pouca pressão e, com isso, a hemolinfa não consegue atingir grandes distâncias, sendo uma circulação lenta e limitante no tamanho desses animais.

Já na **circulação fechada**, o fluido é o sangue e circula apenas dentro dos vasos. Há a presença de capilares, que são vasinhos finos, por onde ocorre a troca entre o fluido e os tecidos. Foi uma vantagem evolutiva que apareceu, pois permitiu animais de tamanhos maiores e com maiores taxas de metabolismo. É encontrado em Anelídeos, Vertebrados e Cefalópodes, um grupo de Moluscos. Nesse tipo de circulação, podemos encontrar ainda diferenças. A primeira é a **circulação simples**. Simples por quê? Porque passa apenas uma vez pelo coração dos animais que a possuem. Nesse caso, o coração entra em contato apenas com sangue venoso, ou seja, aquele sangue rico em gás carbônico (CO_2). É encontrada em animais que possuem brânquias, como peixes e anfíbios larvais. O sangue é bombeado para as brânquias, onde é oxigenado, e de lá é bombeado para as outras partes do corpo, retornando, por fim, ao coração.

Já na **circulação dupla**, como o nome sugere, o sangue passa duas vezes pelo coração, já que é separado em dois circuitos: a circulação pulmonar, que leva o sangue até o pulmão, e a circulação sistêmica, que leva o sangue para o restante do corpo. Dessa forma, o coração recebe sangue venoso e sangue arterial, que é o rico em oxigênio. Encontramos esse tipo de circulação em de anfíbios adultos, répteis, aves e mamíferos. Ela pode ser dividida, ainda, em **circulação incompleta**, que é caracterizada pela mistura do sangue venoso com arterial e ocorre em anfíbios e répteis, e em **circulação completa**, que ocorre nas aves e mamíferos e não há a mistura dos dois tipos de sangue, devido ao coração desses animais possuírem quatro câmaras completamente separadas umas das outras.

RESPIRAÇÃO

Agora pensemos em um animal aquático, como um peixe, e em um animal terrestre, como um cavalo. Os dois respiram, certo? Sim, mas como veremos, por mais que o objetivo seja o mesmo, a forma pela qual se dá é diferente. Então porque é necessário respirar? Para realizar troca de gases. As células animais precisam de oxigênio para produção de energia e o obtém do ambiente. Nesse processo de obtenção de energia, chamado de respiração celular, se tem como produto o gás carbônico, que por ter alguns efeitos tóxicos no organismo, precisa ser eliminado. Essa obtenção e eliminação dos gases com o meio é feita por difusão.

O meio em que o animal vive, ar ou água, influencia diretamente na maneira como vão ocorrer essas trocas. Isso porque em ambiente terrestre há maior disponibilidade de oxigênio que no ambiente aquático e, além disso, se difunde mais rápido e, com isso, requer menos gasto de energia. Fatores como temperatura e altitude influenciam na quantidade de oxigênio disponível. Águas mais quentes apresentam menores porcentagens de oxigênio, dificultando mais ainda a respiração dos animais que ali vivem. Isso porque, em geral, são animais ectotérmicos, ou seja, regulam suas taxas metabólicas de acordo com a temperatura do ambiente. Se a temperatura aumenta, o mesmo ocorre com o metabolismo e, com isso, a necessidade de respirar. Mas como respirar mais em um meio que possui menos oxigênio disponível? Complicado, né? Em ambientes mais altos a quantidade desse gás também é menor, afetando animais de respiração aérea. É por isso que, quando jogadores de futebol vão jogar em algum lugar de maior altitude, é necessário um treino adaptado, pois é mais difícil respirar nesses locais.

Agora que vimos fatores que influenciam e limitam as trocas gasosas, vamos entender as adaptações que os animais encontraram para lidar com elas. Anfíbios larvais e alguns insetos possuem **brânquias externas**, que tem como vantagem a maximização da área de superfície, facilitando a difusão. Porém, por serem expostas, são vulneráveis a lesões e ataques de predadores. Com isso, uma vantagem evolutiva foi o aparecimento de **brânquias internas**. Nesse caso, a estrutura morfológica das brânquias é o que facilita a difusão. Elas são formadas por muitos filamentos, branquiais e lamelas, que, juntos, diminuem a distância de difusão. Além disso, o fato da água fluir unidirecionalmente e haver um fluxo contra-corrente, também facilita o processo respiratório. É encontrada em todos os peixes, muitos moluscos e artrópodes.

Os insetos apresentam **respiração traqueal**, que consiste em túbulos ramificados preenchidos por ar e encontrados em todos os tecidos corporais. Esse sistema possui uma grande área superficial, o que facilita as trocas gasosas. Através dos espiráculos há conexão com o ar. Essas estruturas podem se abrir, realizando as trocas, e fechar, para evitar grandes perdas de água. Nesses animais, esse sistema está intimamente relacionado com o sistema circulatório, já que os dois são realizados pelas mesmas estruturas.

Com a conquista do ambiente terrestre, evoluíram os pulmões, que possuem grandes áreas de superfície. Isso porque são estruturas divididas e apresentam a capacidade de se inflar e desinflar, caracterizado como o processo de ventilação pulmonar. Anfíbios, répteis, aves e mamíferos apresentam **respiração pulmonar**. Mas claro que cada grupo possui adaptações específicas para seu hábito de vida. Os anfíbios também apresentam respiração cutânea quando estão em ambiente úmido, e seu pulmão é saculiforme. Já os répteis apresentam um pulmão um pouco mais desenvolvido, com dobras internas, que aumentam a capacidade respiratória. As aves possuem pulmões menores que os dos mamíferos e junto a eles uma adaptação interessante: os sacos aéreos! Eles estão conectados aos pulmões e atuam movendo o ar de acordo com a diferença de pressão. Nos mamíferos, o pulmão é grande e apresenta alvéolos, pequenas bolsas que auxiliam no processo respiratório. Até mesmo mamíferos aquáticos, como baleias, possuem pulmões e precisam ir à superfície para respirar!

Mas e vocês já ouviram falar nos peixes pulmonados? Como assim, são peixes e respiram por pulmões? Isso é possível? Eles são peixes, sim, e vivem em ambiente aquático, animais que respiram por brânquias, quando há água. Porém possuem estruturas pulmonares primitivas e as utilizam quando não há água como recurso. É uma novidade e vantagem evolutiva importante que nos ajuda a entender o processo de surgimento dos pulmões em outros grupos animais.

Por fim, existem animais mais simples, que não possuem estruturas especializadas para a realização de trocas gasosas. Eles realizam, então, essa função totalmente por difusão através das células do corpo, que estão em contato direto com o meio. É o tipo de respiração que encontramos em Poríferos e Cnidários. Já em Platelmintos, Nematelmintos e Anelídeos, onde já existe tecidos de revestimento, a respiração é chamada de **cutânea**.

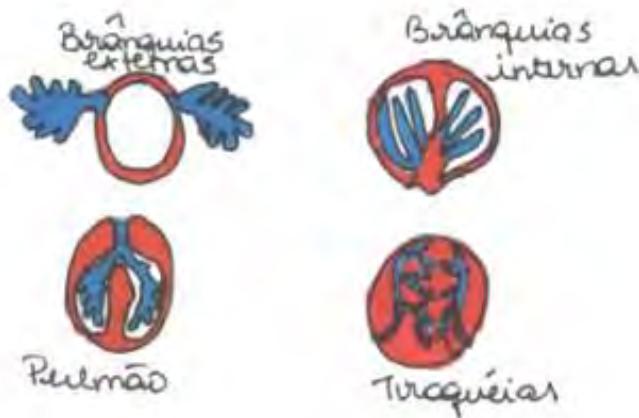


FIGURA 4: TIPOS DE APARELHOS RESPIRATÓRIOS DOS DIFERENTES GRUPOS ANIMAIS.

EXCREÇÃO

Vocês já repararam que as lágrimas e o suor possuem um gosto salgado? O sangue também. Isso tem relação com a composição dos fluídos que percorrem nosso corpo. Ela deve se manter constante, dentro de certos limites e é aí que entra o sistema excretor. Ele é necessário para manter a homeostase do corpo, ou seja, o equilíbrio interno. Além de manter os níveis de sais e água, esse sistema é responsável por eliminar resíduos e produtos do metabolismo, que não podem ficar no corpo por, muitas vezes, serem tóxicos. Esse processo pode ser mais simples ou um pouco mais complicado, dependendo do ambiente em que vive o animal.

Do metabolismo podem ser gerados diversos produtos finais. Entre eles, água e dióxido de carbono, que são de fácil eliminação. Das proteínas são gerados produtos nitrogenados, que são mais difíceis de serem excretados. Um deles é a amônia, que é super tóxica para o organismo. Por ser altamente solúvel em água, exigindo gasto de água e de fácil difusão, animais aquáticos conseguem eliminá-la facilmente. É o caso de muitos invertebrados marinhos e peixes ósseos, que são chamados de **amoniotélicos**. Já nos outros animais, como os terrestres e alguns aquáticos, a amônia é convertida, no fígado, em outros produtos. Um desses produtos é a uréia, que também é bastante solúvel em água, mas não tão tóxica. Ela ainda exige gasto de água para ser eliminada e é o produto nitrogenado excretado por animais terrestres, como alguns anfíbios e mamíferos,

que conseguiram achar mecanismos para lidar com essa perda de água, e dos peixes cartilaginosos. São os chamados **ureotélicos**. Já o outro excreta nitrogenado é o ácido úrico, que é insolúvel em água, conservando água e sendo eliminado de forma quase sólida. Aves e répteis, animais **uricotélicos**, excretam esse produto.



FIGURA 5: PRINCIPAIS EXCRETAS NITROGENADOS E EXEMPLOS DE ANIMAIS QUE OS EXCRETAM.

Animais mais simples, como Poríferos e Cnidários, não possuem um sistema especializado para isso e, dessa forma, eliminam seus resíduos por difusão. Em Platelmintos, encontramos os **protonefrídios**, uma rede de túbulos distribuídos pelo corpo e que apresentam na extremidade as células-flama. Nessas células existem cílios, que, ao baterem, empurram o fluido filtrado para o poro excretor. Nos Anelídeos temos os **metanefrídios**. Esse órgão excretor é formado por uma estrutura semelhante a de um funil, que possui uma abertura, o nefróstoma. No fim do tubo, há o nefridióporo, aberto para fora do corpo do animal, por onde ocorre a excreção. Em Artrópodes, encontramos diferentes mecanismos de excreção. Um deles são os **túbulos de malpighi**, dos insetos, que possuem conexão direta com o intestino desses animais, sendo os excretas eliminados pelo reto. Há ainda as **glândulas coxais**, que como o nome sugere, são encontradas na bases das pernas dos aracnídeos. Por fim, nesse grande grupo ainda encontramos, nos crustáceos, as **glândulas verdes ou antenais**, que se abrem para o exterior por um poro na extremidade da antena.

Nos Vertebrados, os rins são os órgãos excretores. Sua unidade funcional é o néfron e apresenta diferenças entre os grupos. Há o **pronefro**, que é o mais simples, não apresenta glomérulos e é funcional apenas nos animais

Ciclostomados. Já em peixes e anfíbios, encontramos o **mesonefro**, que já apresenta alguns glomérulos, com cápsula de Bowman, filtradores de sangue e ainda mantém contato com celoma. Por fim, o terceiro tipo é o **metanefro**, localizado na região posterior do corpo e sem mais contato com o celoma. É formado por muitos glomérulos que filtram e reabsorvem o sangue.



FIGURA 6: TIPOS DE RINS ENCONTRADOS NOS VERTEBRADOS.

PERCEPÇÃO

Quem aqui não saliva ao sentir o cheiro de um pão quentinho recém saído do forno? Ou ficou enjoado ao sentir o cheiro de algo podre? Nós e os outros animais percebemos e sentimos os estímulos químicos do ambiente através de quimiorreceptores. Eles são responsáveis pela percepção do olfato e paladar e, a partir disso, gera respostas fisiológicas e comportamentais.

Percepções mais complexas do ambiente só foram possíveis com o maior desenvolvimento e surgimento de estruturas especializadas para tal. Isso permite que nos localizemos em um determinado meio ou situação, através de um conjunto de sensações que nos permitem identificar se aquele é ou não um lugar seguro, se já estivemos ali antes, se gostamos ou não... Tudo isso depende da ação de cinco principais sentidos: visão, olfato, paladar, tato e audição.

Sentir cheiros pode ser uma experiência agradável ou não. Já sentiram um perfume e lembraram de alguém ou de alguma fase da vida? Provavelmente sim. E isso nos traz um turbilhão de sentimentos. Mas biologicamente falando, essa associação que conseguimos fazer é essencial para sobrevivência. Possibilita fugir

de situações que se reconhece o perigo, evitar comidas estragadas que fariam mal entre outras coisas. Mas até esse cheiro chegar até nosso cérebro e lá ser feita essa conexão, há um longo caminho. Ele começa nas células olfativas presentes na cavidade nasal. O estímulo seguirá pela ação dos neurônios. Há animais, como nós humanos, que têm o olfato apurado, mas se guia muito mais pela visão. Já os cachorros possuem muitos mais receptores olfativos e, assim, apresentam olfato muito mais apurado. Basicamente, quanto mais moléculas odorantes se ligarem aos receptores, maior será a percepção desse estímulo. Alguns animais, como anfíbios, répteis e muitos mamíferos, possuem o órgão vomeronasal, que, quando estimulado pelo farejo, pulsa e o fluido nasal entra em contato com os receptores, sendo identificado por um bulbo olfatório acessório. É importante para a percepção de feromônios.

Outro sentido importante é o paladar. Não tem como negar que comer e sentir alguns gostos, como o de chocolate, é uma das melhores coisas, não é mesmo? Na maioria dos Vertebrados, essa experiência é possível graças ao agrupamento de células quimiorreceptoras chamadas de botões gustativos. Em animais terrestres elas se limitam apenas à boca, mas alguns animais aquáticos, como peixes, aumentam sua sensibilidade gustativa apresentando-as externamente. Se observarmos nossa língua, podemos perceber pequenas bolinhas, as papilas gustativas. O processo de gustação ocorre nas proteínas receptoras dos botões gustativos e a resposta que se tem varia de acordo com o gosto do alimento ingerido. Todos os sentidos são conectados e podemos observar isso quando ficamos gripados e com o nariz congestionado, dificultando sentirmos o gosto das coisas.

Outra forma de sentir e perceber o ambiente ao redor é através de mecanorreceptores. A pele é um órgão cheio desses receptores, já que é o que mais está em contato com o meio e estímulos. Existe uma grande variedade de receptores táteis responsáveis por obter informações sobre os objetos que encostam ali e suas características. Esses mecanorreceptores também estão em músculos, tendões e ligamentos, regulando o controle da postura e dos movimentos.

Agora pensem na música preferida de vocês ou na voz da pessoa que vocês gostam. É um prazer ouvir esse som, certo? Percebemos esses estímulos, graças a capacidade do sistema auditivo de converter as ondas mecânicas do som. É um sentido, que além de dar prazer, é essencial para a comunicação entre os indivíduos, como por exemplo, na fuga de predadores. Para isso ser possível, esse sistema é formado por estruturas especializadas. Junto a elas, há a presença de células pilosas, que são mecanorreceptores e, além de atuar na audição, ajudam no equilíbrio. Em peixes, essas células estão presentes na linha lateral, ajudando o animal a perceber seus movimentos e os objetos ao redor,

como predadores e presas. Como na água o som se propaga por ondas de pressão, é possível dizer que esses animais “ouvem” por sua linha lateral.

Por fim, já pararam para pensar em como funciona a visão? Em animais mais simples, que não possuem estruturas especializadas para enxergar, a percepção e orientação se dá pela relação com a luz. Já em animais mais complexos, a fotossensibilidade permite informações mais detalhadas dos objetos e, assim, maior “domínio” sobre o espaço que estão ocupando. O que é interessante é que todo os animais, até os mais simples, reagem à luz e possuem uma família de pigmentos, as rodopsinas, que permitem isso. São esses pigmentos que têm a capacidade de absorver fótons de luz e, assim, gerar uma resposta. Porém, nem todos os animais possuem olhos como os nossos. Dessa forma, esse processo se dá de forma diferente. Planárias, que são Platelmintos, percebem a luz através de células fotorreceptoras presentes nos ocelos, como mostra a figura 7.



FIGURA 7: REPRESENTAÇÃO DE UMA PLANÁRIA COM OS OCELOS, ESTRUTURAS FOTORRECEPTORAS.

Já nos Artrópodes, encontramos olhos compostos, que são capazes de fornecer informações sobre a luminosidade e sobre o ambiente. Se observarmos mais de perto um olho de uma mosca, por exemplo, conseguimos perceber esse olho composto. A grande diferença entre um olho de inseto e vertebrado, é que nesse primeiro grupo o olho é formado por uma grande quantidade de unidades ópticas, os omatídeos, que funcionam como lentes, enquanto que no segundo grupo os olhos são compostos por uma única unidade óptica. Olhos com alta capacidade de formação de imagens são encontrados em Vertebrados e Cefalópodes e evoluíram de forma independentes nesses dois grupos. É um tipo de olho formado por estruturas complexas e que atuam como câmeras fotográficas, formando as imagens em uma superfície interna e sensível à luz.

Depois de ler essa apostila, vocês não chegaram à conclusão de que Biologia é demais?! É incrível como existem tantas formas de vida, tão diferentes entre si, mas ao mesmo tempo tão ligadas e semelhantes em suas funções. Das

mais simples às mais complexas, todas estão aí até hoje nos mostrando que para todo problema, existe uma solução. :)

PARTE III

BIOLOGIA

02

ZOOLOGIA DOS PORÍFEROS AOS VERTEBRADOS

meSalva!

ZOOLOGIA: DOS PORÍFEROS AOS VERTÉBRADOS

INTRODUÇÃO À ZOOLOGIA

E aí, galera do Me Salva! Quem aí gostava de assistir o filme “Vida de Inseto” quando criança? Ou o “Rei Leão”? “Procurando Nemo”? Ou até mesmo “Mogli” e “Tarzan”? Filmes que retratavam um pouco (e também fantasiavam, porque nem tudo nessa vida tem que ser sério) sobre esses seres que habitam o planeta junto com a gente: os animais. Esse grupo incrível e muito diverso é estudado por um ramo da Biologia chamado Zoologia, que abrange tudo o que envolve os bichos, desde o nascimento até como o seu organismo funciona. Essa área é responsável por estudar do menor dos animais, como os ácaros (aqueles que dão coceira no nariz - a famosa alergia) até um animal muito grande e pesado, como a baleia-azul. Prontos para entrar no universo da Zoologia? Então, vamos lá!

A ORIGEM DOS ANIMAIS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Acredita-se que animais e fungos tenham derivado de microrganismos eucariontes unicelulares, que formavam colônias, e que viviam em ambiente aquático. Além disso, esse ancestral comum era heterotrófico e apresentava flagelos em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida. Com o passar do tempo, a colônia passou a possuir células interdependentes, constituindo um ser multicelular. Todos os animais são multicelulares e podemos caracterizá-los de acordo com a presença/ausência de tecidos, tipo de sistema digestório e como se reproduzem.

Os parazoários não apresentam tecidos verdadeiros (células especializadas que desempenham determinada função em conjunto), como é o caso das esponjas. Os eumetazoários, por sua vez, apresentam células organizadas em tecidos e representam os demais grupos animais.

A alimentação de todos os grupos animais é por ingestão. Aqueles que possuem sistema digestório incompleto apresentam apenas boca e cavidade digestória, são eles os cnidários e platelmintos. Os que possuem sistema digestório completo apresentam: boca, tubo digestório e ânus. São eles os nematelmintos, anelídeos, moluscos, artrópodes, equinodermos e cordados.

Quanto à reprodução, pode ser assexuada ou sexuada. A reprodução sexuada possui meiose gamética. A morfologia do espermatozoide é geralmente relacionada ao deslocamento e os óvulos são células grandes e imóveis com reserva de nutrientes para o desenvolvimento do embrião (vitelo).

Em animais hermafroditas pode ocorrer a autofecundação (fecundação do óvulo pelo espermatozoide do mesmo indivíduo); ou, se houver mecanismos que impedem este processo, pode ocorrer o fenômeno conhecido como fecundação cruzada (óvulos de um indivíduo são fecundados por espermatozoides de outro indivíduo da mesma espécie). Quando a fecundação acontece no ambiente ela é denominada externa. Esse processo tem um alto custo energético para produção de gametas, pois muitos gametas têm de ser liberados no meio externo para que, ao acaso, haja fecundação. Quando a fecundação ocorre dentro do corpo do indivíduo que produz óvulos, ela é chamada fecundação interna – cujo custo energético de produção gamética é menor, pois menos células são produzidas.

O custo energético com o desenvolvimento do embrião depende de o animal ser **ovíparo** (aqueles que botam ovos e cujo desenvolvimento embrionário ocorre fora do corpo materno, dependendo do vitelo para que seja viável. Ex.: aves), **ovovivíparo** (animais que retém os ovos dentro do corpo materno até a eclosão, e os embriões também se alimentam das reservas nutritivas contidas no ovo. Ex.: lebistes, que são peixes de água doce) ou **vivíparos** (animais cujo desenvolvimento embrionário completa-se dentro do corpo materno e o embrião depende diretamente da mãe para nutrição, o que ocorre por trocas fisiológicas. Ex.: espécie humana).

Em relação ao desenvolvimento, ele pode ser considerado **direto** (quando não há passagem por um estágio de larva no ciclo de vida) ou **indireto** (quando há uma ou mais fases larvais. Ex.: anfíbios). As larvas são morfologicamente diferentes dos adultos (por possuírem hábitos diversos) e não possuem gônadas diferenciadas. Ainda durante o desenvolvimento embrionário dos animais, ocorrem fases específicas que determinam como esse animal vai ser. Na fase em que se delimita quais órgãos serão formados a partir dos folhetos embrionários (organogênese), na maior parte dos animais que possuem os três folhetos, são formadas as cavidades corporais. Essas cavidades são chamadas de **celoma** e são cheias de um líquido que atua como amortecedor mecânico entre as paredes do corpo e tubo digestório. Ela é delimitada por células derivadas da mesoderme. Os animais **celomados** são aqueles que possuem essa cavidade. Os

pseudocelomados apresentam essa cavidade formada a partir da blastocele. Já os acelomados não possuem celoma.

Os animais também são classificados pela simetria corporal que apresentam. Essa simetria é a divisão imaginária do corpo de organismo em metades especulares (em que uma é o espelho da frente). Eles podem apresentar simetria **radial** (radiada) e **bilateral** (animais diblásticos têm simetria primária – do embrião ou da larva – bilateral). Se o animal não puder ser dividido em metades especulares, ele é chamado **assimétrico**. A organização interna do corpo pode dar origem, em animais bilaterais, a estruturas que se repetem ao longo do eixo antero-posterior. Assim, o corpo fica organizado em metâmeros ou segmentos. São algumas vantagens proporcionadas pela metameria a formação de estruturas repetidas que podem se especializar em outra função e formação de blocos musculares que podem se contrair independentemente de outro segmento, proporcionando amplitude de movimentos.

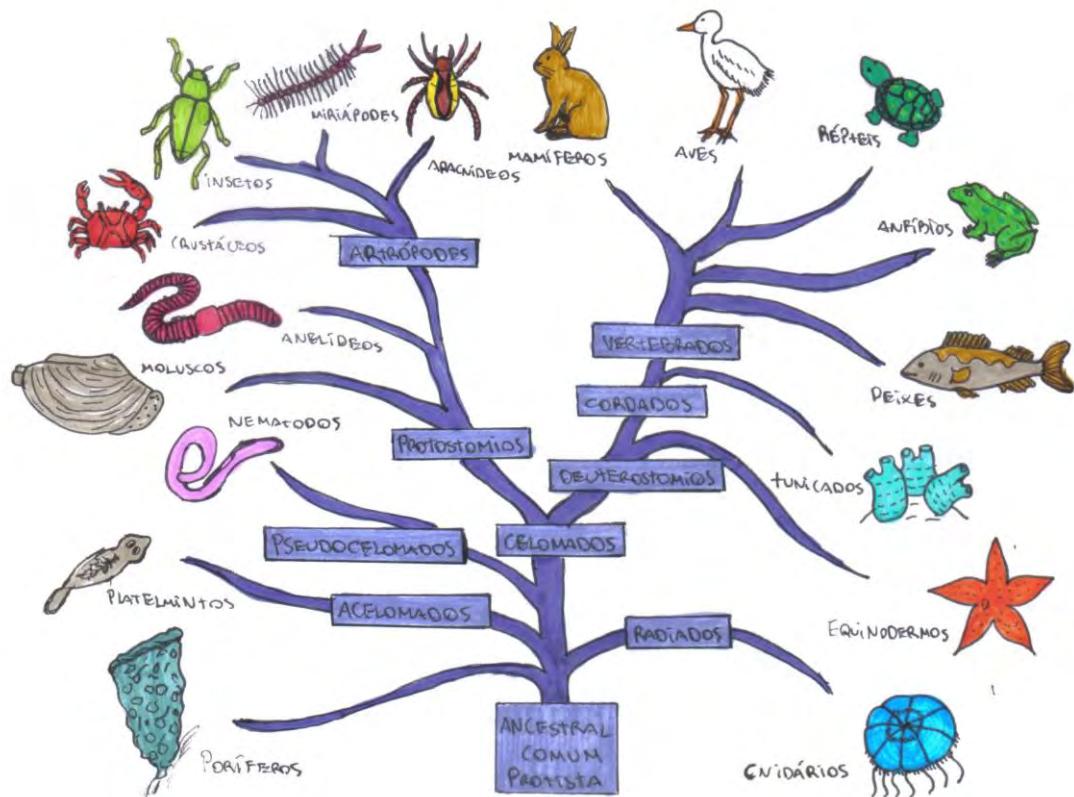


FIGURA 1: CLASSIFICAÇÃO DOS ANIMAIS DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS.

INVERTEBRADOS

Vamos começar com o grupo de animais que não apresentam vértebras: os invertebrados. Esses animais somam 97% das espécies que existem em todo mundo, ou seja, quase todos os animais que existem no planeta são invertebrados, num total de 1,5 milhão de espécies. Esses animais são caracterizados pela ausência do crânio e da coluna dorsal. São eles os poríferos, cnidários e ctenóforos, platelmintos, nematódeos, anelídeos, moluscos, equinodermos e artrópodes.

FILO PORIFERA

São as famosas esponjas e apresentam representantes marinhos (a maioria), e de água doce. Os poríferos se desenvolvem somente até a blástula, portanto não formam folhetos embrionários, não possuem tecidos verdadeiros (parazoários) e são acelomados, sem sistema circulatório. São heterótrofos filtradores, apresentam fecundação interna e desenvolvimento indireto com larva anfiblástula.

ANATOMIA E FISIOLOGIA DAS ESPONJAS

Existe uma grande variedade de formas, mas todas as esponjas possuem as seguintes estruturas: ósculo (abertura no topo do corpo), corpo fechado na base, revestimento externo por células chamadas pinacócitos, entre as quais se distribuem espaços irregulares e células chamadas porócitos (apresentam um poro que atravessa o citoplasma de lado a lado, por onde a água penetra continuamente no corpo do animal). Além disso, em esponjas mais simples, existe uma grande cavidade interna, a espongiocele (ou o átrio), onde a água que entra pelos porócitos em

direção a espongiocele, e sai pelo ósculo. Esponjas complexas possuem câmaras internas para a passagem da água até a espongiocele.

Espongioceles e câmaras internas podem apresentar coanócitos: células flageladas cujo batimento cria um fluxo contínuo de água através do corpo da esponja, de maneira a proporcionar oxigênio, nutrientes, remoção de excretas nitrogenadas e de gás carbônico ao animal. Os coanócitos também possuem capacidade de pinocitose e digestão intracelular de partículas alimentares. A digestão intracelular da matéria pelos coanócitos resulta em substâncias que são captadas por células móveis chamadas amebócitos, que irão distribuir os nutrientes às demais células do corpo. Estas células podem, em algumas espécies, fabricar estruturas constituídas de carbonato de cálcio (CaCO_3) ou de sílica ($\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_7$), denominadas espículas. Estas se distribuem por entre as células para promover sustentação à esponja. Espécies de esponjas utilizadas para limpeza corporal não possuem espículas, mas um conjunto de fibras ramificadas e flexíveis.

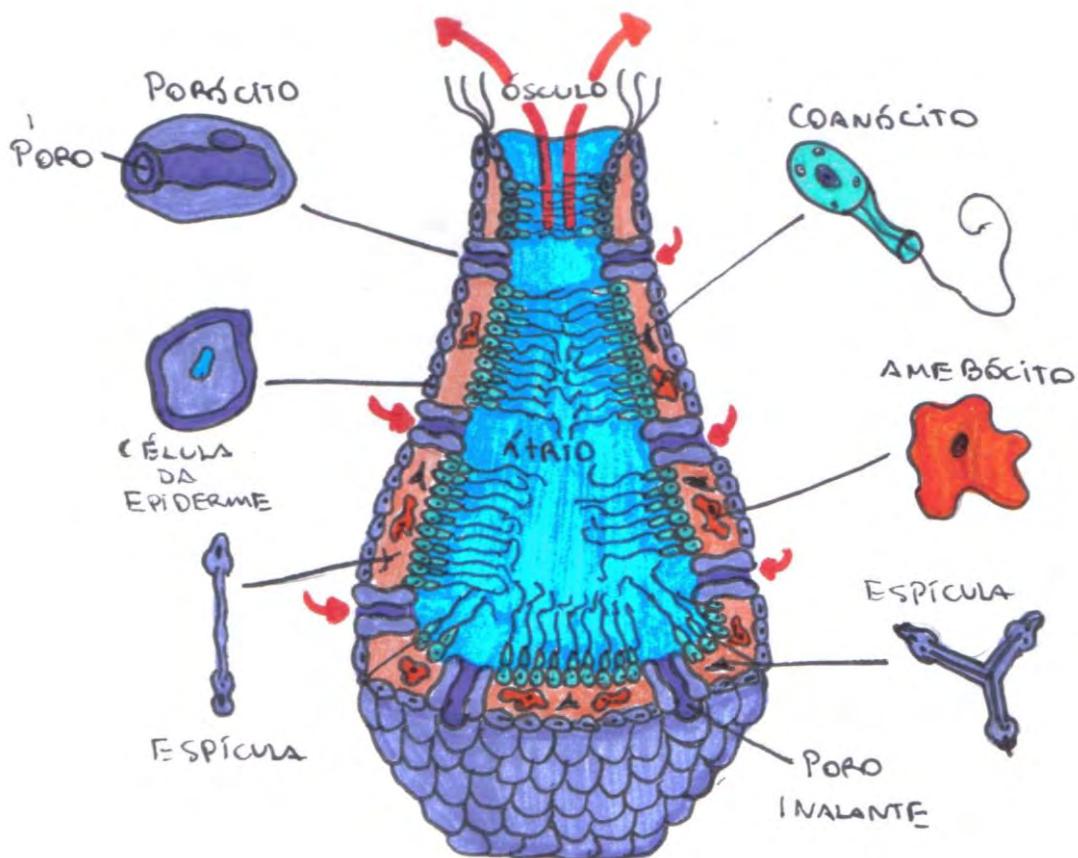


FIGURA 2: ORGANIZAÇÃO CELULAR DE UMA ESPONJA SIMPLES, MOSTRANDO OS PRINCIPAIS TIPOS DE CÉLULAS. ESPÍCULAS SÃO ESTRUTURAS MINERAIS PRODUZIDAS POR CÉLULAS ESPECIAIS.

REPRODUÇÃO

A reprodução assexuada pode acontecer por brotamento, quando se formam expansões no corpo do animal (os brotos) que crescem e se separam da esponja genitor, constituindo novos indivíduos. Se os brotos não se desprenderem (permanecem conectados ao genitor por ligação anatômica), forma-se uma colônia. Ainda, estes animais apresentam uma grande capacidade de regeneração: qualquer pedaço que se desprenda pode gerar um animal completo (este tipo de reprodução assexuada se chama fragmentação). Em condições inadequadas, esponjas de água doce podem formar estruturas de resistência denominadas gêmulas. Estas são constituídas por células indiferenciadas (arqueócitos) envoltas por membranas com espículas, e um pequeno poro por onde os amebócitos podem sair e gerar uma nova esponja, quando em condições favoráveis.

A reprodução sexuada ocorre em animais monóicos (hermafroditas) e dióicos, quando arqueócitos formam óvulos e espermatozoides. As células masculinas são liberadas na água, enquanto as femininas geralmente permanecem presas à esponja, onde são fecundadas. O zigoto desenvolve-se somente até a blástula, que possui células flageladas (anfiblástula). A anfiblástula nada para fora do corpo do genitor através do ósculo, e se fixa em algum substrato para originar uma nova esponja.

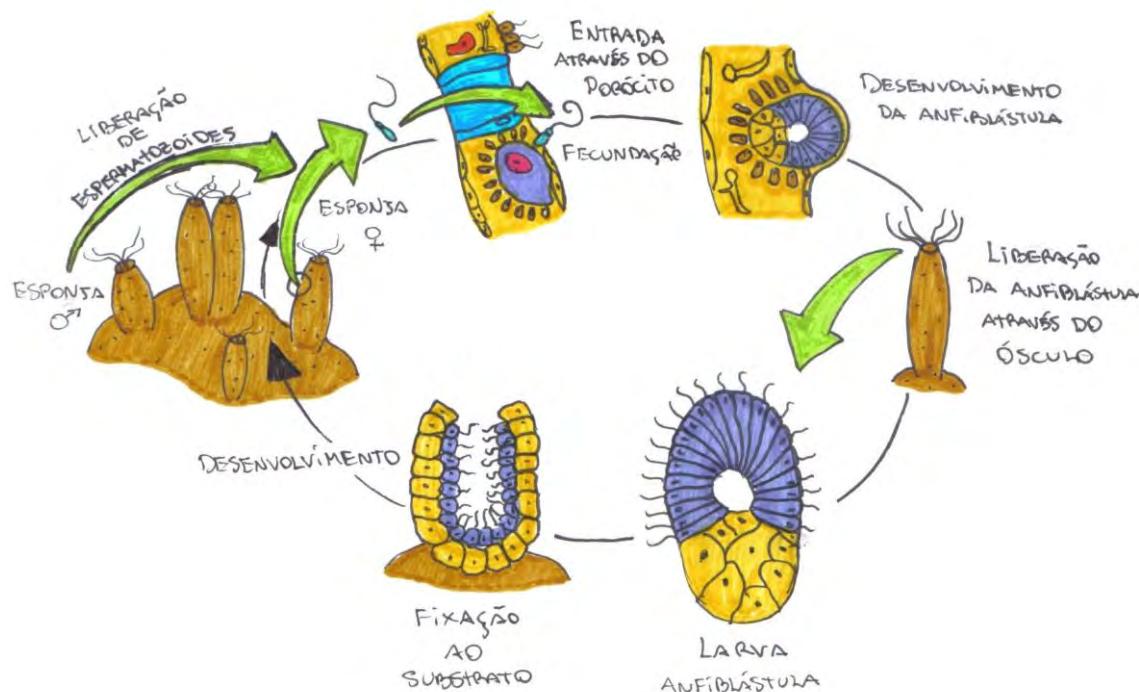


FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO CICLO DE VIDA SEXUADO DE UMA ESPONJA, CUJA FECUNDAÇÃO OCORRE NA PAREDE DO CORPO DA ESPONJA-MÃE.

FILO CNIDARIA

Os cnidários são seres aquáticos de corpo mole e gelatinoso, diblásticos, com simetria radial e protostômios, não possuindo sistema circulatório. Já percebeu de quem estamos falando? Do grupo das popularmente conhecidas água-vivas, isso mesmo, aquelas que nos queimam no mar e arde horrores. Eles também são chamados de celenterados, termo que se refere ao fato de estes animais possuírem o corpo oco, com uma cavidade digestória (gastrovascular). Possuem como representante as águas vivas, anêmonas-do-mar e os corais.

Nas regiões aquáticas podem fazer parte da zona bentônica (anêmonas e corais, com comportamento séssil), nectônica (águas-vivas) e planctônica (larvas). Se alimentam de crustáceos, peixes e larvas de diversas espécies, e possuem sistema digestório incompleto (ausência do ânus) com digestão extra e intracelular. Não apresentam sistemas

circulatório, respiratório ou excretor: estas funções são realizadas por difusão célula a célula. Apresentam sistema nervoso difuso.

ORGANIZAÇÃO CORPORAL DOS CNIDÁRIOS E ESTÁGIOS DO CICLO DE VIDA

Estes animais possuem uma grande cavidade interna, a gastrovascular onde ocorre a digestão e distribuição dos nutrientes para o resto do corpo do animal. Esta cavidade se comunica com o exterior por uma única abertura, a boca. Ao redor dela existem tentáculos especializados para a defesa e para a captura de alimentos. Ainda, entre epiderme e a gastroderme há uma massa gelatinosa chamada mesogleia.

Esses animais apresentam três estágios no ciclo de vida: o pólipos, que vive fixo ao substrato e em sua extremidade livre se situa a boca e os tentáculos (algumas espécies podem deslizar lentamente sobre o substrato); a medusa, que lembra um guarda-chuva, com a boca situada na posição correspondente à do cabo; e os corais, que representam, geralmente, cnidários coloniais, cujos pólipos lembram pequenas anêmonas e produzem um esqueleto de carbonato de cálcio, que resiste após a morte do animal. Novos pólipos crescem sobre os esqueletos dos antigos, originando grandes estruturas rochosas: recifes coralíneos ou recifes de corais. São animais carnívoros, mas podem ter associação com algas fotossintetizantes em uma associação mutualística.

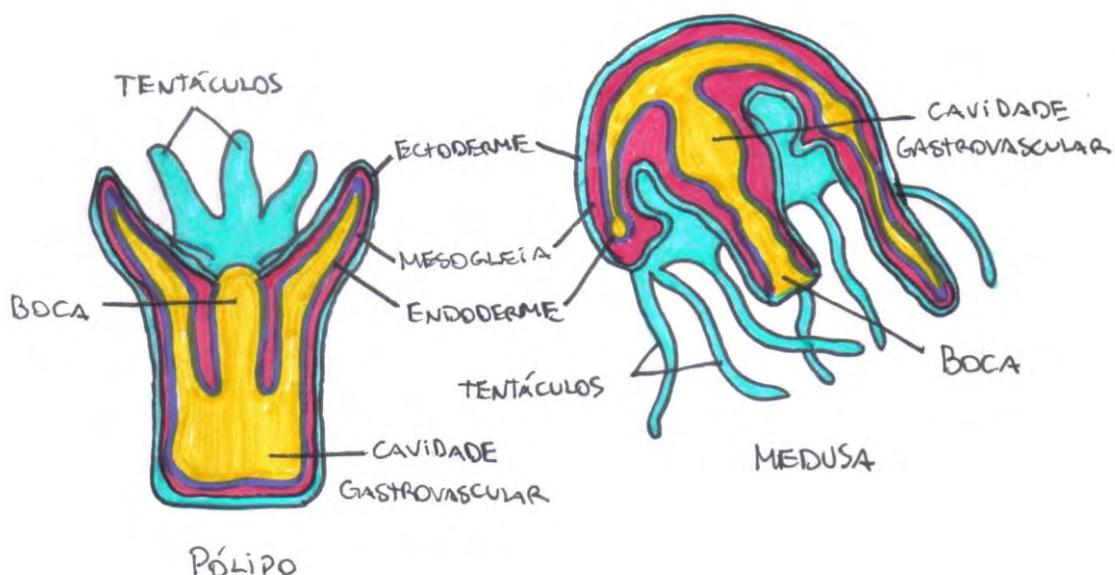


FIGURA 4: ESTÁGIOS DE VIDA DOS CNIDÁRIOS.

TECIDOS E TIPOS CELULARES

Cnidários se movimentam, pois possuem células mioepiteliais (revestimento e contração) ligadas às células epidérmicas e gastrodérmicas. Elas são controladas por uma rede nervosa difusa: neste tipo de arranjo nervoso, numerosos neurônios se ligam uns aos outros, formando uma rede. É comum em animais com simetria radial. Animais com este tipo de organização nervosa podem fazer frente aos estímulos ambientais vindos indistintamente de qualquer direção. Além disso, algumas células espalhadas pelo corpo do animal são indiferenciadas e podem originar quaisquer outros tipos celulares, sendo responsáveis pelo crescimento e regeneração dos cnidários.

Células glandulares na epiderme secretam substâncias de lubrificação do corpo, ou enzimas responsáveis pela digestão parcial dos alimentos na cavidade gastrovascular. Os produtos desta digestão têm sua digestão completada intracelularmente. Cnidários possuem, portanto, digestão extra e intracelular. Por difusão, os nutrientes se distribuem para todas as células do corpo, bem como o oxigênio e a água absorvidos pela epiderme.

Os cnidários possuem um tipo de célula exclusiva desse grupo: os cnidoblastos, células localizadas principalmente nos tentáculos ao redor na boca, responsáveis por causar dores e irritações em quem as tocam, podendo levar até a morte dependendo do animal. Internamente, cnidoblastos possuem uma bolsa, o nematocisto, que guarda um filamento longo, por vezes espinhoso, enrolado sobre si mesmo. Quando a célula é tocada, ela libera este filamento que fere a presa/predador e libera substâncias tóxicas contidas em seu interior. Atuam de modo a proteger o cnidário e para caçar.

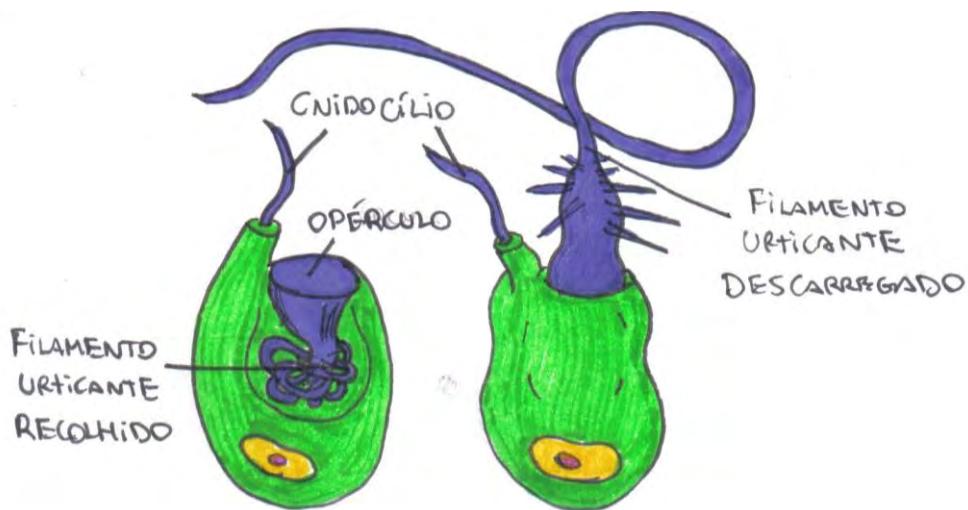


FIGURA 5: CNIDOBLASTOS, CÉLULAS URTICANTES TÍPICA DOS CNIDÁRIOS, CUJAS FUNÇÕES SÃO A DEFESA E O ATAQUE.

REPRODUÇÃO

Apresentam reprodução sexuada e assexuada. A assexuada ocorre por brotamento na superfície dos pólipos e é comum em hidras de água doce e certas anêmonas marinhas. Corais podem se formar por brotamentos onde os indivíduos permanecem ligados aos genitores. Na sexuada celenterados monoicos ou dioicos geram gametas a partir de células intersticiais (que ficam entre tecidos) que se agrupam e geram uma espécie de gônada. A fecundação é, em geral, externa: óvulos e espermatozoides são liberados na água, onde se encontram e formam zigotos. No entanto, há espécies em que os ovos ficam retidos na cavidade gastrovascular, onde são fecundados pelos espermatozoides que entram pela boca.

O desenvolvimento pode ser direto, quando o embrião se desenvolve diretamente em um indivíduo semelhante aos pais ou indireto, quando o embrião se desenvolve em uma larva (plânula) que nada durante algum tempo até se fixar a um substrato e, gradativamente, se transformar em um organismo semelhante aos pais.

Ainda, algumas espécies podem apresentar alternância de gerações (metagênese), quando alternam gerações de pólipo e de medusa. A forma dominante do ciclo de vida varia entre as espécies. Esta metagênese é diferente da que ocorre em plantas: em celenterados, ambas as gerações são diploides, enquanto nas plantas um dos ciclos é haploide. Além disto, a meiose de cnidários é gamética e a das plantas é espórica.

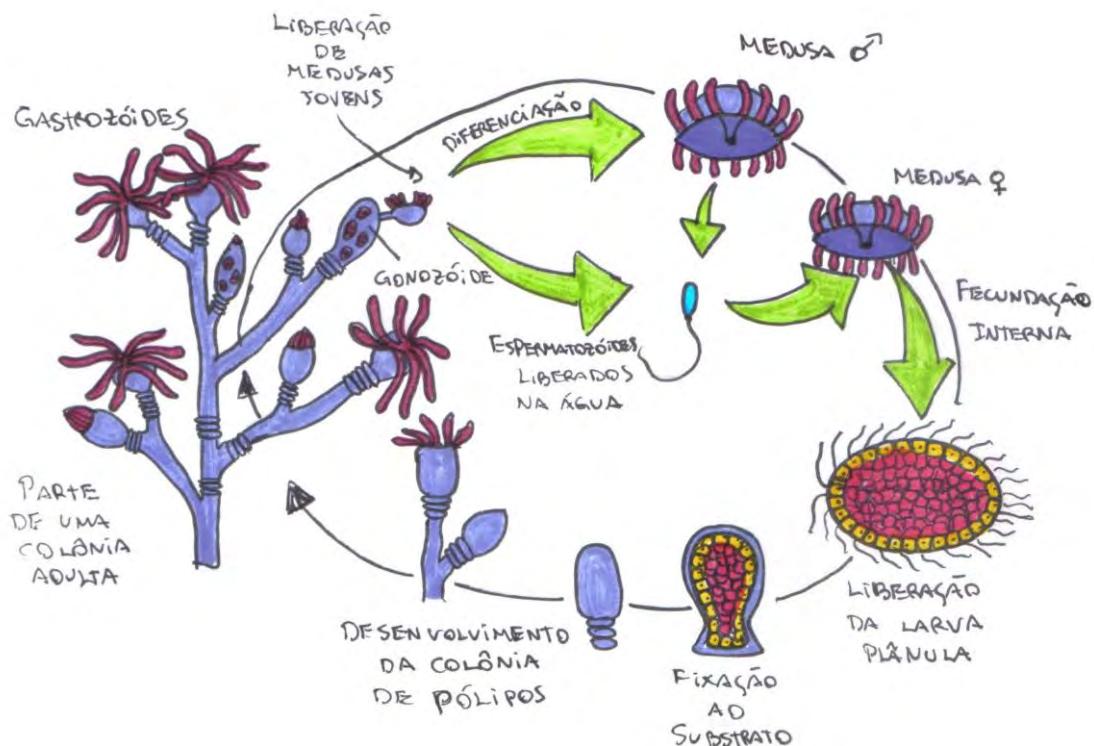


FIGURA 6: ALTERNÂNCIA DE GERAÇÕES COM DESENVOLVIMENTO INDIRETO E FECUNDAÇÃO INTERNA.

FILO PLATYHELMINTHES

Os platelmintos são os popularmente conhecidos (e não muito apreciados por nós humanos) como os vermes. Esse grupo apresenta o corpo achatado dorso-ventralmente. Seus representantes são as planárias, os esquistossomos e as tênias. Apresentam simetria bilateral, sistema digestório incompleto, respiração cutânea, são trilásticos, acelomados e não possuem sistema circulatório.

São divididos em três classes:

1. **Turbellaria (turbelários):** são de vida livre. Marinhos, terrestres ou de água doce. Ex.: planárias;
2. **Trematoda (trematódeos):** são ectoparasitas ou endoparasitas. Possuem ventosas para fixarem-se ao hospedeiro. Ex: esquistossomo;

3. Cestoda (cestoides): são endoparasitas de vertebrados. Não possuem cavidade digestória e se alimentam dos nutrientes absorvidos do hospedeiro. Ex.: Têniias.

ANATOMIA E FISIOLOGIA DAS PLANÁRIAS

O corpo das planárias é recoberto por células ciliadas. Entre elas algumas glândulas lubrificantes desembocam e ajudam na locomoção do animal, que consiste basicamente em deslizamento e batimento ciliar.

Entre a epiderme e a gastroderme há um tecido frouxo, o mesênquima, onde ficam mergulhados diversos feixes musculares, dispostos em diversas direções. A boca é situada na região ventral e mediana do corpo, e é por onde o animal estende sua faringe musculara, capaz de sugar pequenos animais ou restos de animais mortos. Na cavidade gastrovascular o alimento é parcialmente digerido e os restos inaproveitáveis são eliminados pela faringe. Esta cavidade é tão ramificada que praticamente todas as partes do corpo ficam próximas dela. O alimento é, portanto, transmitido por difusão.

SISTEMA EXCRETOR

Protonefrídeos são as estruturas responsáveis pelo controle da quantidade de água e de excretas nitrogenadas no corpo dos platelmintos. Trata-se de tubos interligados com células especializadas em absorção de água e de excreções celulares dos espaços entre os tecidos corporais. Estas células estão localizadas nas extremidades dos tubos: são as células-flama ou os solenócitos. Importante: a maior parte da excreção é realizada por difusão através da superfície corporal. Por não apresentarem sistema respiratório, a difusão dos gases oxigênio e carbônico acontece diretamente pela epiderme: este processo é denominado respiração cutânea.

SISTEMA NERVOSO/SENSORIAL

Algumas espécies de planárias apresentam uma “cabeça” primitiva que concentra células nervosas, que formam dois gânglios cerebrais e também células sensoriais. Os gânglios estão conectados a dois cordões nervosos que se estendem longitudinalmente pelo corpo do animal. A partir destes cordões, extensões nervosas (nervos) se ramificam para cobrir uma área maior. Este tecido nervoso é responsável por receber estímulos captados por células sensoriais e também pelas contrações musculares.

Um exemplo de célula sensorial presente em alguns platelmintos são os receptores de luminosidade (fotorreceptores) que se organizam em órgãos visuais rudimentares: os ocelos. Estas estruturas podem informar ao sistema nervoso a intensidade e a direção da luz, mas não formam imagens.

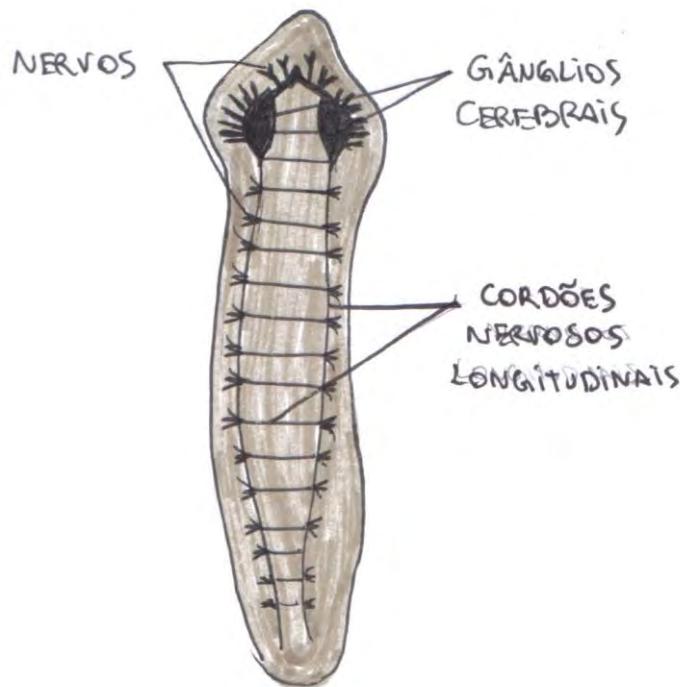


FIGURA 7: SISTEMA NERVOso DA PLANÁRIA.

REPRODUÇÃO

Pode ser assexuada, por fragmentação do corpo. As planárias possuem grande capacidade de regeneração de tecidos. Um décimo de fragmento do animal pode gerar uma planária completa. Formas larvais de esquistossomos também podem se reproduzir assexuadamente, gerando dezenas de outras larvas. Esta, no entanto, não é sua principal forma de

reprodução. A principal é a sexuada, existindo espécies monoicas (planárias e têniás) e dioicas (esquistossomos). Em planárias, o sistema reprodutor feminino é composto por um par de órgãos produtores de gametas femininos (ovários) ligados a dutos (ovidutos), por onde saem ovos maduros. Nos ovidutos, glândulas liberam substâncias vitelínicas que irão alimentar os embriões. Estes dutos se unem ao final do corpo do animal para formar a vagina, que se comunica com uma bolsa que é comum aos dois sexos: o átrio genital. Algumas espécies podem apresentar útero, uma bolas especializada que guarda os ovos maduros, até que sejam eliminados. O sistema reprodutor masculino destes animais, por sua vez, constitui-se por diversos testículos, de onde partem tubos por onde os espermatozoides atingem os canais deferentes, que os levam até o pênis, situado no átrio genital comum.

FILO NEMATODA

Os nematelmintos também são vermes, apresentando corpo cilíndrico e afilado nas pontas, que pode variar de 1mm a 1 m de comprimento, sendo conhecidos como nematódeos. Podem ser de vida livre ou endoparasitas, como as lombrigas. **Triblásticos, pseudocelomados, com simetria bilateral; Sistema digestório completo; Respiração cutânea; Não têm sistema circulatório.**

Sistema excretor: o pseudoceloma recebe as excretas das células. Duas células tubulares gigantes percorrem todo o corpo do animal longitudinalmente e retiram do pseudoceloma as excretas celulares. Estas células (renetes – forma de "H") possuem um duto excretor central que se unem à região anterior do corpo onde desembocam em um poro excretor.

SISTEMA MUSCULAR E NERVOSO

As fibras musculares dos nematódeos são dispostas apenas longitudinalmente, o que permite poucas e simples flexões corporais. Estas células musculares estão conectadas a dois cordões nervosos (localizados no dorso e no ventre do animal, unidos na região anterior por um anel nervoso que circunda a faringe).

REPRODUÇÃO

A maioria das espécies é dioica: fêmeas possuem dois ovários conectados a ovidutos que terminam em porções dilatadas (úteros), onde os ovos são armazenados até serem eliminados. Os dois úteros se unem à vagina, que se comunica com o exterior pelo poro genital feminino, situado na região ventral. Os machos, por sua vez, possuem um testículo que é conectado a um tubo (canal deferente) que desemboca em uma bolsa chamada vesícula seminal, onde são armazenados os espermatozoides. A vesícula se liga à cloaca, uma câmara onde também desemboca o intestino, que se abre no ânus.

Machos de lombriga possuem dois pequenos espinhos na cloaca, que servem para manter a fêmea presa durante a cópula. A fecundação é interna, nos ovidutos da fêmea.

Os ovos formam uma casca resistente e ficam armazenados no útero até serem eliminados pelo poro genital. 20.000 ovos podem ser liberados por dia.

FILO MOLLUSCA

Esse grupo possui representantes muito diversos, desde as lesmas até as lulas. São animais triblásticos, celomados, com simetria bilateral, que possuem sistema. Apresentam corpo mole, geralmente protegido por concha calcária e seu corpo é constituído por cabeça (órgãos dos sentidos), pé (estrutura musculosa para locomoção, escavação, fixação, etc.) e saco visceral (bolsa de parede fina que guarda os órgãos internos). É o segundo maior grupo em número de espécies conhecidas e habitam uma grande diversidade de ambientes, sendo a maioria marinha. Apesar de se tratar de um grupo muito diversificado, há poucas espécies parasitas. Estas possuem larvas que se desenvolvem em brânquias de peixes de água doce. As glândulas presentes na sua epiderme secretam a concha, cuja funções são a proteção e a sustentação. A concha se forma sobre uma dobra do saco visceral: o manto ou a prega palial.

Sua faringe pode apresentar rádula, estrutura que serve para a raspagem dos alimentos (polvos e lulas podem possuir mandíbulas quitinosas curvas). Apresentam hepatopâncreas que lançam secreção enzimática no estômago, promovendo a digestão parcial do alimento, que

se completa no interior das células da parede intestinal (digestão extra e intracelular).

Têm como representantes a ostra, o mexilhão, o caramujo, a lesma, as lulas, os polvos, entre outros. São divididos em 6 classes:

- ✓ **Monoplacóforos ou Monoplacophora:** apenas uma concha, em forma de capuz, que cobre toda a massa visceral e o pé. Exclusivamente marinhas filtradoras. Ex.: Neopilina.
- ✓ **Amphineura ou Polyplacophora:** uma concha formada por oito placas articuladas com cinturão carnoso ao redor. Marinhas, sésseis, alimentam-se por raspagem de rochas para obtenção de algas. Ex.: Chiton.
- ✓ **Scaphopoda:** Concha única e cônica, aberta em ambas extremidades. O pé é afilado, próprio para a escavação. Exclusivamente marinhos, vivem enterrados na areia ou no lodo. Possuem tentáculos finos e delicados, que utilizam para capturar o alimento. Ex.: Dentalium.
- ✓ **Pelecypoda ou Bivalvia:** Concha formada por duas valvas articuladas, pé afilado, próprio para escavação. Podem ser marinhos ou de água doce, vivendo enterrados ou fixados em substratos submersos. Animais filtradores. Ex.: Mytilus (mexilhão), Ostrea (ostra) e Pecten (vieira).
- ✓ **Gastropoda:** Concha única e espiralada (caramujos e caracóis) ou ausente (lesmas). Pé desenvolvido para locomoção (deslizamento). Marinhos, dulcícolas (caramujos) e terrestres (caracóis -Helix- e lesmas). Alimentação por raspagem de substrato.
- ✓ **Cephalopoda:** A concha se apresenta internamente (em lulas e sépias), externamente (náutilos) ou é ausente (polvos). O pé é desenvolvido e modificado em tentáculos dotados de ventosas. Apresentam glândula de tinta para confundir seus predadores. Exclusivamente marinhos. Podem caminhar sobre a superfície submersa (polvos) ou nadar (lulas e sépias). Maioria carnívora. Ex.: Loligo (lulas), Octopus (polvos), Sepia (sépias) e Nautilus (náutilo).

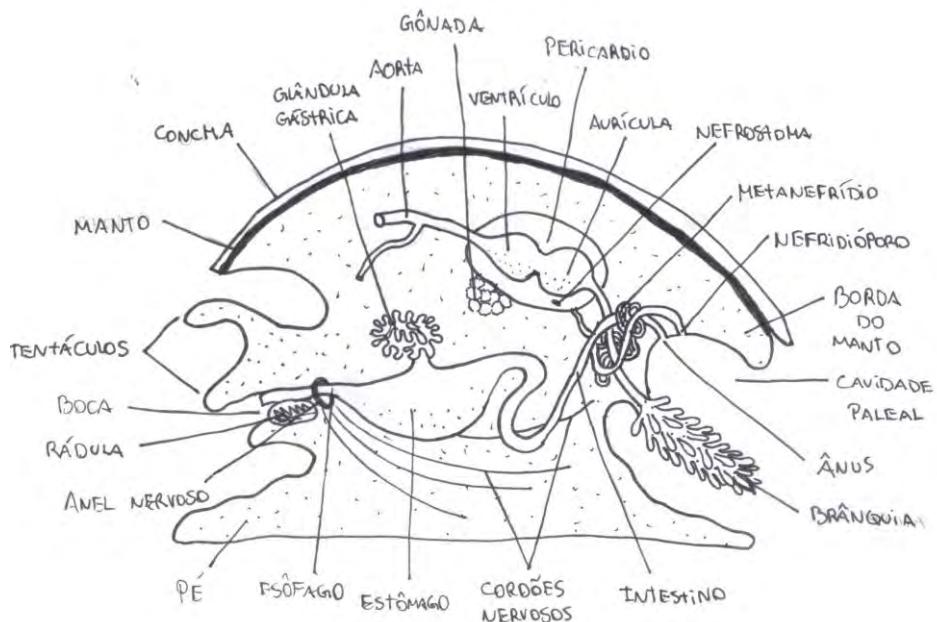


FIGURA 8: ESQUEMA DE UM MOLUSCO HIPOTÉTICO MOSTRANDO ALGUMAS DAS ESTRUTURAS INTERNAS E EXTERNAS IMPORTANTES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO FILO.

SISTEMA CIRCULATÓRIO

Moluscos apresentam sistema circulatório composto por um coração responsável por bombear o sangue para vasos sanguíneos (artérias e veias). O sangue conduz nutrientes e gás oxigênio para as células do corpo e retira delas gás carbônico e excreções celulares.

Na maioria dos grupos, a circulação é aberta (lacunar): o sangue arterial desemboca em hemoceles. Apenas moluscos pertencentes à classe Cephalopoda (lulas, polvos) possuem sistema circulatório fechado, no qual o sangue circula exclusivamente dentro de vasos sanguíneos.

SISTEMA RESPIRATÓRIO

Moluscos aquáticos respiram por meio de brânquias (projeções da superfície corporal) vascularizadas. Os terrestres, por sua vez, possuem pulmões (dobras internas vascularizadas).

SISTEMA EXCRETOR

Um par de órgãos constituem o sistema excretor destes animais: os metanefrídios. Tratam-se de estruturas especiais, capazes de retirar do corpo do animal os produtos tóxicos do metabolismo celular. Os metanefrídios apresentam-se como um longo e dobrado funil, que retira excreções tanto da cavidade pericárdica (bolsa celômica com sangue que envolve o coração), quanto os vasos sanguíneos das proximidades.

As excretas são expelidas por um poro dos metanefrídios, localizado abaixo do manto.

SISTEMA NERVOSO E SISTEMA SENSORIAL

O sistema nervoso dos moluscos é centralizado e formado por três ou quatro pares de gânglios nervosos unidos entre si por cordões nervosos. São também ligados a nervos que trazem informações provenientes de órgãos dos sentidos (olhos, antenas, órgãos de equilíbrio, etc.) e levam ordens aos músculos. Polvos possuem o gânglio cerebral muito desenvolvido e olhos comparáveis aos de vertebrados.

REPRODUÇÃO

O filo inclui espécies dioicas e monoicas e a fecundação pode ser interna ou externa. O desenvolvimento pode ser direto ou indireto, com uma ou mais fases larvais. A maioria dos bivalves e gastrópodes primitivos são dioicos e liberam os gametas na água (fecundação externa), com a formação de uma larva trocófora, capaz de nadar e se desenvolver. Outras espécies podem apresentar uma segunda fase larval, a véliger, onde há o início da formação do pé e da concha.

Gastrópodes como os caracóis-de-jardim são monoicos, com uma gônada hermafrodita: a ovoteste. A transmissão dos espermatozoides se dá pelo contato dos poros genitais e introdução dos pênis. Os espermatozoides ficam armazenados em um receptáculo seminal, até que os óvulos amadurecem (a fecundação é interna). O amadurecimento dos óvulos acontece quando eles recebem reservas de alimento da glândula

albuminosa. Após a fecundação, os ovos são envoltos por uma casca gelatinosa, e são eliminados pelo poro genital. Não há estágio larval, sendo o desenvolvimento direto.

FILO ANNELIDA

Nesse filo estão presentes as famosas minhocas! Os anelídeos são trilásticos, celomados, possuem simetria bilateral e apresentam o corpo segmentado, dividido em metâmeros muito semelhantes entre si (exceto o primeiro da região anterior que pode conter olhos, antenas e outros órgãos sensoriais). Cada metâmero tem sua musculatura, par de gânglios nervosos, par de órgãos excretores, e um par de bolsas celômicas cheias de líquido, servindo como apoio para contração muscular (esqueleto hidrostático).

Anelídeos possuem três classes:

- ✓ **Polychaeta (poliquetas):** anelídeos aquáticos marinhos, cujas espécies podem caminhar no litoral ("errantes") ou ser sésseis, vivendo em tubos construídos por elas mesmas ("tubícolas"). Possuem muitas cerdas corporais implantados em expansões laterais do corpo (os parápodes), ambas estruturas auxiliam na locomoção do animal ou na fixação do tubo.
- ✓ **Oligochaetas (oligoquetas):** possuem poucas cerdas corporais. Pertencem ao grupo as minhocas de jardim, cujas cerdas (invisíveis a olho nu) podem ser percebidas quando passamos os dedos da região posterior para a anterior do seu corpo. Oligoquetas podem ser terrestres ou de água doce, com poucas espécies marinhas. Minhoca auxiliam no processo de decomposição da matéria orgânica e na fertilização do solo, pois produzem o húmus.
- ✓ **Hirudínea (hirudíneos):** desprovidos de cerdas, popularmente conhecidos como sanguessugas. Podem viver na água doce ou em ambientes úmidos, como brejos e pântanos. Alimentam-se sugando fluidos corporais de vertebrados ou de corpo mole. Para tanto, apresentam ventosas nas regiões posterior e anterior do corpo (fixação).

SISTEMA DIGESTÓRIO

Apresentam sistema completo. Em algumas espécies, a boca pode conter modificações que auxiliam no processo de escavação do solo. Depois da boca, existe a faringe, que difere entre os animais: em minhocas ela pode ser sugadora (musculosa), e em sanguessugas pode ser provida de estruturas semelhantes a pequenos dentes, responsáveis por perfurar a pele das presas.

Em seguida à faringe, há uma região dilatada, provida de paredes musculosas que trituram o alimento, facilitando a digestão: a moela. No intestino são secretadas enzimas digestivas (a digestão é exclusivamente extracelular) e as células da parede do intestino absorvem os nutrientes já digeridos e os transferem para os vasos sanguíneos. Os resíduos são eliminados pelo ânus.

SISTEMA CIRCULATÓRIO E PIGMENTOS RESPIRATÓRIOS

Exclusivamente fechado, o sistema sanguíneo de anelídeos é composto por um grande vaso dorsal que conduz o sangue à região anterior e a um ou dois vasos ventrais, que fazem o sentido inverso. Cada metâmero possui vasos laterais ramificados, que conectam vasos ventrais ao dorsal. Na região anterior do corpo da minhoca há vasos laterais musculosos, que constituem os corações laterais, responsáveis por bombear o sangue para todo o corpo do anelídeo. Anelídeos podem apresentar pigmentos respiratórios (substâncias coloridas que transportam o oxigênio), como a hemoglobina, que se encontra dissolvida no líquido sanguíneo.

SISTEMA RESPIRATÓRIO

Os anelídeos marinhos respiram através de brânquias, estrutura respiratória formada por fileiras de filamentos vascularizados, encontradas na maioria dos animais aquáticos. Enquanto os anelídeos terrestres, como as sanguessugas e minhocas apresentam respiração cutânea, característica de animais que não apresentam estruturas especializadas para realizar trocas gasosas, respirando através da difusão realizada pelas células superficiais da pele.

SISTEMA EXCRETOR

A excreção dos anelídeos ocorre através de metanefrídios. Esses metanefrídios estão presentes aos pares em todos os metâmeros e atuam removendo as excretas do sangue que circula nos capilares e nas bolsas celômicas. As excretas são eliminadas através dos nefridióporos situados ao longo das laterais do corpo.

SISTEMA NERVOSO E SISTEMA SENSORIAL

Existe um par de gânglios cerebrais, localizados no segmento anterior em posição dorsal sobre o tubo digestório. O sistema nervoso é composto também por uma cadeia ganglionar ventral que percorre longitudinalmente o corpo do anelídeo, com um par de gânglios por metâmero.

Espécies marinhas, em especial, podem apresentar órgãos sensoriais desenvolvidos, como tentáculos, olhos e células sensoriais espalhadas pelo corpo.

REPRODUÇÃO

A reprodução pode ser sexuada ou assexuada. Poliquetas marinhos são dioicos, com fecundação externa e desenvolvimento indireto: zigotos se desenvolvem em larva trocófora, capaz de progressivamente tornar-se adulta. Oligoquetas e hirudíneos são monoicos, com reprodução por fecundação cruzada mútua.

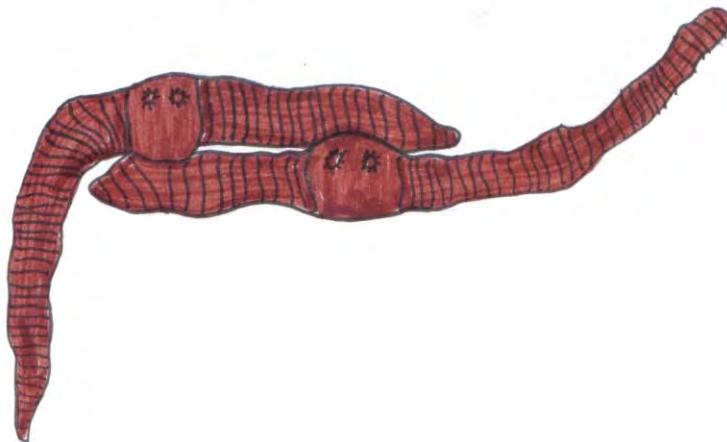


FIGURA 9: EM OLIGOQUETAS, POROS GENITAIS MASCULINOS ENTRAM EM CONTATO COM AS ABERTURAS DOS RECEPTÁCULOS SEMINAIS DO OUTRO, HAVENDO TROCA DE ESPERMATOZÓIDES E SEPARAÇÃO. NA REGIÃO ANTERIOR DO CORPO, HÁ UMA ESTRUTURA DENOMINADA CLITELO, RESPONSÁVEL POR SECRETAR UM CASULO PARA LANÇAMENTO DOS ÓVULOS NÃO FECUNDADOS. O CORPO SE CONTRAI, O QUE FAZ COM QUE O CASULO DESLIZE EM DIREÇÃO AOS RECEPTÁCULOS SEMINAIS, QUE LANÇAM OS ESPERMATOZOIDES ARMAZENADOS SOBRE OS ÓVULOS. AO SE SOLTAR DA MINHOCA, O CASULO SE FECHA NAS EXTREMIDADES E, EM SEU INTERIOR, OS OVOS DESENVOLVEM-SE EM PEQUENAS MINHOCAS (DESENVOLVIMENTO DIRETO).

FILO ARTRÓPODA

Esse grupo é o mais biodiverso dos animais e nele podemos encontrar as aranhas, os caranguejos e os mosquitos. Esta alta biodiversidade é atribuída principalmente à presença de um exoesqueleto protetor que fornece pontos de apoio aos músculos, permitindo movimentos rápidos e eficientes. Estas características permitiram aos artrópodes um grande sucesso nos mais diversos ambientes do planeta, o que explica a enorme diversidade do filo. São seres trilásticos, celomados, com simetria bilateral e corpo segmentado, apresentando sistema digestório completo, com a cabeça possuindo apêndices articulados para auxílio na alimentação. A digestão é extracelular, exclusivamente, realizada por enzimas secretadas pela parede do tubo digestório (hepatopâncreas e cecos gástricos). Nutrientes absorvidos pelas células intestinais são distribuídas pelo corpo com auxílio da hemolinfa (sistema circulatório aberto). Restos não digeridos são liberados pelo ânus;

Apresentam sistema muscular bem desenvolvido, músculos antagônicos (se prendem ao exoesqueleto e atuam de forma antagônica: enquanto um distende, outro contrai) conferem grande eficiência e variedade de movimentos.

Artrópodes aquáticos possuem respiração branquial, enquanto os terrestres possuem respiração traqueal, aranhas e escorpiões podem apresentar pulmões foliáceos.

O sistema circulatório apresenta um coração tubular dorsal, que impulsiona a hemolinfa até as hemoceles. Podem existir corações acessórios, além do principal, que auxiliam no bombeamento. Importante: a hemolinfa transporta nutrientes e excretas celulares. Em crustáceos, há pigmentos respiratórios para transporte de oxigênio, em unirrâmios, com raras exceções, não há transporte de gases (ocorre por meio de traquéias). Unirrâmios e quelicerados podem apresentar eliminação de excretas na cavidade intestinal graças aos Túbulos de Malpighi, que filtram a hemolinfa. Aranhas excretam por glândulas coxais, que se abrem nas pernas, e crustáceos por glândulas antenais, que se abrem na base das antenas. Um par de gânglios cerebrais se conecta a um anel nervoso que circunda o tubo digestório. Este mesmo anel se liga ao cordão nervoso ventral, de onde partem nervos para diversos órgãos.

Seus principais subfilos são:

- ✓ **Crustacea:** corpo dividido em céfalo-tórax e abdome, dois pares de antenas, geralmente cinco pares de pernas céfalotorácicas, além de vários apêndices abdominais. Apresenta exoesqueleto quitinoso impregnado com substâncias calcárias muito rígido. Exemplos: camarões, lagostas, caranguejos, cracas, etc.
- ✓ **Chelicerata:** corpo dividido em céfalo-tórax e abdome, antenas ausentes, quatro pares de pernas. Possuem um par de queliceras, estruturas afiadas resultantes da modificação do primeiro par de apêndices bucais, que participam na captura de alimentos, muitas vezes injetando veneno na presa. Exemplos: aranhas, escorpiões, carrapatos e ácaros.
- ✓ **Uniramia:** corpo dividido em cabeça, tórax e abdome. Tem um par de antenas, geralmente três pares de pernas. Exemplos: insetos, quilópodes (piolhos de cobra) e diplópodes (lacraias e centopéias). Estes dois últimos grupos apresentam o corpo vermiforme e muitas pernas, sendo genericamente denominados miríápodes.

EXOESQUELETO E MUDA

As células da epiderme secretam o polissacarídeo quitina para formar o exoesqueleto. Esta estrutura pode ser relativamente flexível em artrópodes, enquanto em crustáceos (caranguejos, siris, lagostas, etc.) há impregnação do exoesqueleto com carbonato de cálcio, o que o faz mais rígido.

O exoesqueleto impossibilita o crescimento e, por isso, os artrópodes precisam trocá-lo periodicamente, em um processo conhecido como muda ou ecdise. Durante este processo, a epiderme produz um novo exoesqueleto embaixo do antigo, que se rompe dorsalmente e é abandonado pelo artrópode. O exoesqueleto recém-formado é flexível e distende à medida que o corpo do animal cresce, logo após a muda. Depois de algum tempo, ele endurece e o crescimento cessa.

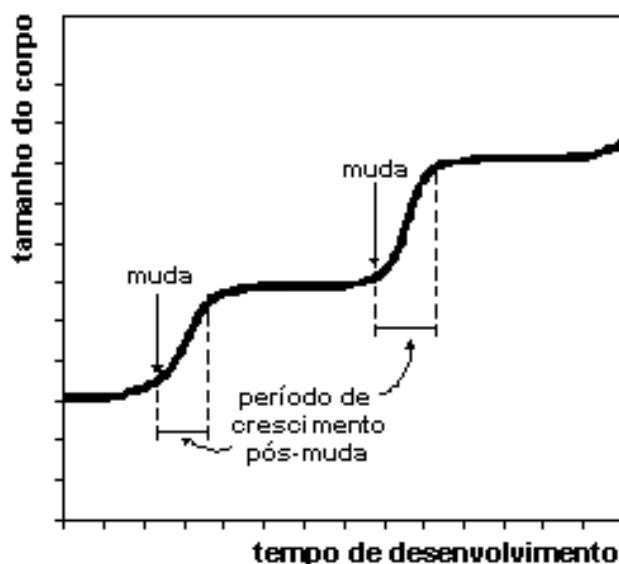


FIGURA 10: GRÁFICO QUE DEMONSTRA O CRESCIMENTO DE ARTRÓPODES.

METAMERIA

O corpo dos artrópodes é metamerizado (não tão evidente quanto nos anelídeos). Durante o desenvolvimento, alguns metâmeros se fundem e formam certas partes do corpo, como a cabeça, o tórax e o abdome. Os

segmentos anteriores e intermediários se fundem em crustáceos, originando o céfalo-torax. Apenas no abdome os metâmeros continuam separados e evidentes.

APÊNDICES ARTICULADOS

A presença de apêndices articulados (com alta movimentação) deu nome ao filo. São eles: peças bucais, antenas, pernas ou nadadeiras. É possível que o ancestral dos artrópodes atuais apresentasse um par de apêndices por metâmero, usados para nadar e respirar. Progressivamente houve perda de alguns apêndices e especialização para determinadas funções.

REPRODUÇÃO

A reprodução dos crustáceos é, em sua maioria, dioica. Machos possuem apêndices para transferência de espermatozoides para os receptáculos seminais da fêmea, onde permanecem armazenados. Os óvulos são eliminados e aderem ao abdome da fêmea, onde os espermatozoides armazenados os fecundam (fecundação externa). Seu desenvolvimento pode ser direto ou indireto. Os aracnídeos são todos dioicos. O macho fabrica um saquinho de seda onde elimina seus espermatozoides e, ao encontrar a fêmea, ele introduz o saquinho no poro genital feminino, com auxílio de seus pedipalpos. Apresentam fecundação interna. Ovos são colocados em um casulo de seda tecido pela fêmea, o ovissaco, que pode ser carregado junto à fêmea, ficar preso à teia, ou em ramos de árvores. Seu desenvolvimento é direto, ocorrendo sucessivas mudas durante a vida. Os insetos também são dioicos. Durante a cópula, o macho introduz o órgão genital na fêmea, onde elimina os espermatozoides. A fêmea possui uma espermateca (receptáculo seminal, estrutura de armazenamento de espermatozoides). Os ovos produzidos nos ovários seguem pelos ovidutos, passam pela espermateca e são fecundados. A porção terminal do abdome da fêmea pode formar uma projeção chamada ovípositor, que perfura o solo, frutas, ou mesmo outros animais para postura dos ovos. Seu desenvolvimento pode ser direto (ametábolos) ou indireto (hemimetábolos ou holometábolos).

METAMORFOSE COMPLETA E INCOMPLETA

Os insetos podem apresentar metamorfose completa ou incompleta. Insetos hemimetábolos são aqueles cujas formas larvais possuem semelhanças em relação ao indivíduo adulto e, a cada muda, tornam-se maiores. O nome desse processo é metamorfose incompleta ou gradual. As fases larvais hemimetábolas são denominadas ninfas.

Holometábolos, por sua vez, são caracterizados por apresentarem uma forma larval cujo corpo é veriforme, segmentado, sem olhos ou asas, podendo ou não apresentar pernas. Gradualmente, esta larva sofre mudas sucessivas até se cristalizar, transformando-se em pupa ou crisálida (fase onde os tecidos larvais são destruídos e formam-se novos tecidos, característicos do adulto). A transformação de larva em adulto é denominada metamorfose completa.

FILO EQUINODERMA

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Equinodermos são animais marinhos, como os ouriços-do-mar, os pepinos-do-mar (holotúrias), as estrelas-do-mar, os lírios-do-mar, entre outros. São os invertebrados evolutivamente mais próximos aos cordados. São deuterostômios, trilásticos celomados, com esqueleto interno de origem mesodérmica: sua formação difere entre as classes de equinodermos, simetria bilateral nas fases larvais e radial quando adultos; não apresentam sistema circulatório.

Apresentam um sistema ambulacral (ou hidrovascular) que consiste em um conjunto de bolsas e tubos cheios de água do mar, que se comunica com apêndices externos, os pés ambulacrais (formações musculares flexíveis em forma de tubos).

A água penetra neste sistema por meio de uma placa perfurada presente no corpo do animal, denominada madreporito (assemelha-se ao crivo de um chuveiro). Esta placa, por sua vez, se comunica com um tubo circular de onde partem geralmente cinco dutos, que percorrem o corpo internamente e apresentam centenas de pequenas ampolas musculosas, ligadas aos pés ambulacrais, que se projetam para fora do corpo do animal. As ampolas atuam como bombas hidráulicas pressionando a água para dentro de cada pé ambulacial. Estes se distendem e podem grudar em objetos, por meio de uma ventosa presente em suas extremidades. Quando a musculatura do pé ambulacial se contrai, a água é forçada a voltar para a ampola e ele se torna flácido, soltando a ventosa. Este mecanismo permite que os pés ambulacrais estendam-se e contraiam-se harmoniosamente, sob controle do sistema nervoso, permitindo a locomoção e a fixação em diferentes objetos, além da captura de alimento.

Os equinodermos são divididos em 5 classes:

- ✓ **Astroidea:** estrelas-do-mar. Apresentam endoesqueleto formado por placas articuladas;
- ✓ **Echinoidea:** ouriços-do-mar e bolachas-do-mar. Apresentam endoesqueleto formado por placas soldadas entre si;
- ✓ **Ophiuroidea:** serpentes-do-mar;
- ✓ **Crinoidea:** lírios-do-mar;
- ✓ **Holothuroidea:** pepinos-do-mar. Apresentam endoesqueleto na forma de ossículos espalhados entre a musculatura da parede do corpo.

Muitos equinodermos apresentam, conectados ao endoesqueleto, espinhos articulados e recobertos por fina epiderme. Pedicelárias são estruturas móveis, com pinças nas extremidades, especializadas em remoção de detritos e pequenos animais que aderem ao corpo, mantendo-o sempre limpo.

SISTEMA DIGESTÓRIO

Estes animais possuem boca, esôfago, estômago, intestino e ânus. A digestão é exclusivamente extracelular. A distribuição dos nutrientes é realizada pelo líquido celômico. A boca se localiza na região ventral do animal, ao centro. Ela é dotada de cinco dentes calcários ligados à lanterna de Aristóteles (estrutura esquelética constituída por ossículos e músculos).

RESPIRAÇÃO E EXCREÇÃO

A respiração é branquial e os gases respiratórios difundem-se no líquido celômico para chegar a todos os tecidos do corpo. As brânquias também atuam junto à eliminação de excretas: há dez brânquias situadas ao redor da boca em ouriços-do-mar; há centenas de papilas respiratórias situadas entre os espinhos nas estrelas-do-mar. Há um conjunto de brânquias internas em holotúrias; ramificadas, formam a árvore respiratória, estrutura responsável pela excreção e respiração.

SISTEMA NERVOSO E SENSORIAL

Equinodermos apresentam um anel nervoso em torno da boca, de onde partem nervos radiais que se ramificam para todo o corpo. O sistema sensorial é reduzido, com poucos receptores químicos e táteis situados ao redor da boca e nos pés ambulacrais.

REPRODUÇÃO

São animais dioicos, com gônadas localizadas na cavidade celômica. Os óvulos e espermatozoides são eliminados na água do mar, onde se encontram, caracterizando uma fecundação externa. Seu desenvolvimento é indireto: há formação de uma forma larval, livre-natante e com simetria bilateral chamada de plúteo. Estrelas-do-mar apresentam duas formas larvais: a bipinária e a braquiolária. Apresentam alta capacidade de regeneração – estrelas-do-mar podem regenerar braços perdidos, e ouriços-do-mar podem regenerar espinhos e pedicelárias.

VERTEBRADOS

Agora vamos falar dos animais que possuem vértebras: os vertebrados! Existem três características exclusivas dos cordados que surgem durante o desenvolvimento embrionário: a cauda pós-anal, a notocorda e o sistema nervoso dorsal. A **cauda pós-anal** é um prolongamento do corpo posterior ao ânus, primitivamente musculosa, que participa da locomoção por ondulação lateral. A **notocorda** é uma estrutura que deriva da mesoderme do embrião e que corresponde a um bastonete macio, flexível, situado dorsalmente ao corpo. O **sistema nervoso dorsal** forma um tubo oco no dorso do embrião e é originado da ectoderme.

Antigamente, classificavam-se alguns animais marinhos como pertencentes ao grupo hemicordados, como os animais do gênero *Balanoglossus*. Hoje em dia, sabemos que estes animais não possuem notocorda, mas fendas faringianas laterais.

Urocordados e céfalocordados não apresentam crânio nem vértebras, sendo coletivamente denominados cordados invertebrados. Craniados possuem crânio e a maioria possui vértebras (vertebrados). Sua notocorda desaparece parcialmente durante o desenvolvimento embrionário e é substituída pela coluna vertebral. As vértebras se organizam de modo a proteger o tubo neural; e restos de notocorda persistem nos discos intervertebrais.

O crânio surgiu evolutivamente antes das vértebras e protege a extremidade anterior do tubo neural, que se desenvolve muito em vertebrados, originando o encéfalo. A ele estão associados os órgãos do sentido (cavidades nasais, olhos e orelhas).

UROCHORDATA

Esse grupo possui a notocorda na região caudal das larvas. A estrutura pode persistir ou não nos adultos. Todos os urocordados são marinhos. Exemplo: ascídias (sem notocorda na fase adulta). Podem ser chamados de tunicados, por possuírem uma túnica revestindo o corpo (formada pelo carboidrato tunicina, semelhante à celulose). São animais filtradores, fazendo a água circular por meio de cílios presentes nas fendas faringianas. Elas se abrem em uma cavidade denominada átrio, que se comunica com o exterior pelo sifão bucal, por onde a água entra, e pelo sifão atrial, por onde a água sai. As trocas gasosas ocorrem na região da faringe.

Seu sistema circulatório é composto por um coração que reverte o sentido no qual o sangue é impulsionado.

Geralmente são hermafroditas, apresentando mecanismos que dificultam a autofecundação. A fecundação é externa, com desenvolvimento indireto: a larva livre-natante reúne todas as características dos cordados. Após uma vida planctônica, ela se fixa no substrato, sofre metamorfose e dá origem ao adulto. Em ascídias adultas desaparecem a cauda e a notocorda.

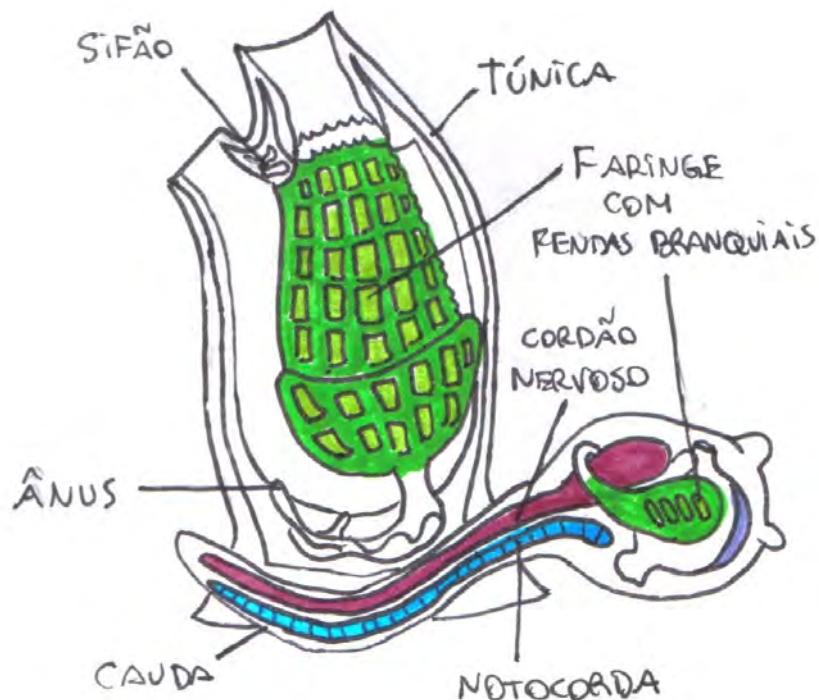


FIGURA 11: ESQUEMA DA METAMORFOSE EM ASCÍDIA, E ESTRUTURA INTERNA DA LARVA E DO ADULTO. A LARVA MEDE CERCA DE 4MM DE COMPRIMENTO E A ASCÍDIA ADULTA MEDE CERCA DE 10CM DE COMPRIMENTO.

CEPHALOCHORDATA

Esse grupo é representado pelos anfioxos, todos marinhos. Apresentam locomoção idêntica aos peixes, resultante da contração alternada dos miótomas: blocos musculares arranjados serialmente ao longo do corpo. Apresentam dobras de pele com reforços de tecido conjuntivo semelhantes a nadadeiras. Fendas faringianas também ficam no átrio e são bem desenvolvidas, indicando o hábito filtrador. A água entra

pela boca e sai pelo atríoporo. Seu sistema circulatório é com vasos contráteis e não contráteis. Não apresentam coração típico, mas um seio venoso e aorta ventral com parede contrátil. Seu sistema nervoso é formado por um cordão nervoso dorsal, oco, com dilatação na extremidade anterior (vesícula cerebral), onde mantém uma pigmentação responsável pela percepção de luz. Deste tubo nervoso partem nervos para diferentes regiões do corpo.

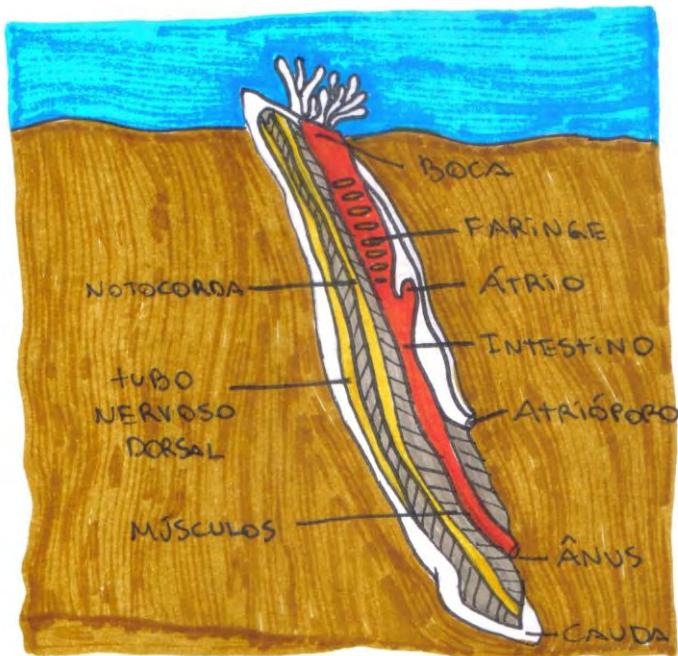


FIGURA 12: ANFIOXO – ESTRUTURA INTERNA.

CRANIATA E VERTEBRATA: CARACTERÍSTICAS GERAIS

Craniata possui representantes marinhos, dulcícolas, terrestres e aéreos. Possuem epiderme multiestratificada (várias camadas de células) como característica exclusiva. Além disso, sua pele é formada por duas camadas: a derme (vascularizada e com estruturas sensoriais) e a epiderme (mais externa).

Vertebrata possui representantes com endoesqueleto cartilaginoso ou ósseo, que dos condrictes até os mamíferos passa a ser composto basicamente por duas partes: esqueleto axial (formado por crânio e coluna vertebral), e esqueleto apendicular (formado pelas cinturas escapular e pélvica, além do esqueleto das nadadeiras ou dos membros). Vertebrados

também possuem outras características exclusivas que surgem durante o seu desenvolvimento embrionário: basicamente, a fase denominada organogênese é a em que ocorre a diferenciação dos folhetos em órgãos. Ela se inicia, nos cordados, com a neurulação, que consiste na formação do tubo neural a partir da ectoderme (conforme estudado anteriormente). Notocorda e celoma também são formados, sendo esse último delimitado pela mesoderme. Em vertebrados, a partir do ectoderma, forma-se a crista neural. Esta é responsável pela formação de alguns tipos celulares, como os pigmentares, e neurônios sensoriais do sistema nervoso periférico.

Algumas células embrionárias diferenciam-se juntamente com a formação do tubo neural, a partir da ectoderme do embrião. Elas ficam dispostas junto ao tubo neural, mas posteriores à região do encéfalo. Considera-se hoje que o passo definitivo na origem dos vertebrados tenha sido a evolução das células da crista neural, pois elas não existem em nenhum outro animal. Atualmente se tem proposto que a crista neural poderia representar um quarto folheto germinativo; os vertebrados seriam, assim, os únicos animais tríblásticos. Outra característica exclusiva de vertebrados é a presença de membranas extraembrionárias, que derivam dos folhetos germinativos, mas não fazem parte do corpo do embrião. São elas:

- ✓ **Vesícula vitelínica:** bolsa que abriga o vitelo e que participa do processo de nutrição do embrião. Ela se liga ao intestino e é bem desenvolvida em peixes, répteis, aves, e mamíferos ovíparos. Em anfíbios, embora os ovos sejam ricos em vitelo, falta a vesícula típica – eles possuem macrómeros, grandes células que abrigam o vitelo;
- ✓ **Âminio:** membrana extraembrionária que envolve o embrião. Contém o líquido amniótico que protege o embrião contra a dessecação e choques mecânicos;
- ✓ **Cório ou serosa:** membrana que envolve o embrião e as outras membranas extraembrionárias. Em répteis e aves, essa membrana fica sob a casca, onde o cório atua juntamente ao alantoide nos processos de trocas gasosas entre embrião e meio externo;
- ✓ **Alantoide:** membrana que deriva da porção posterior do intestino do embrião, cuja função em répteis ovíparos e aves é armazenar excreta nitrogenada e participar das trocas gasosas.

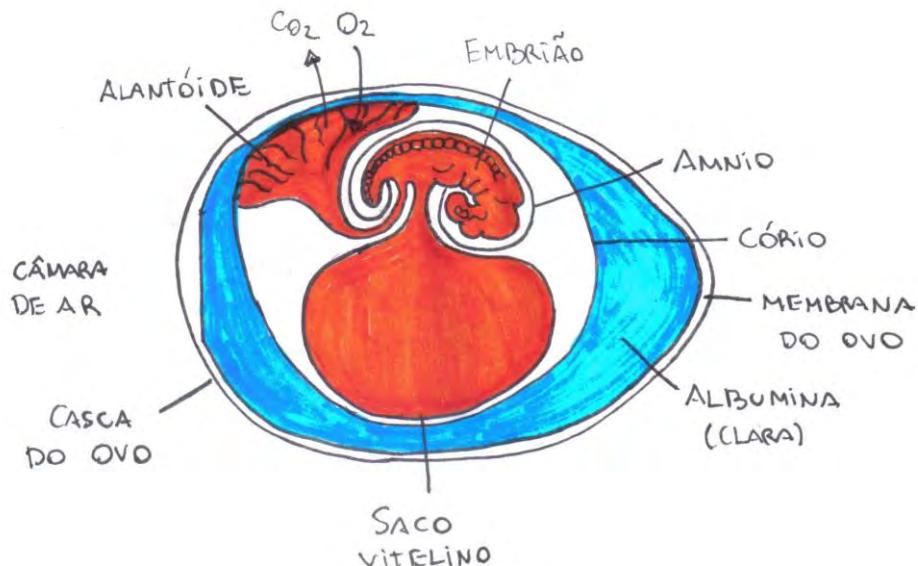


FIGURA 13: ANEXOS EMBRIONÁRIOS EM UM OVO DE AVE.

Nem todos os chamados “craniados” possuem vértebras, mas todos possuem crânio, sendo esse o motivo pelo qual se tem dado preferência ao termo “Craniata” para todo o conjunto que era tratado como “Vertebrata”. Em seguida temos a classificação dos Craniata em grupos.

AGNATHA OU CYCLOSTOMATA

Os animais pertencentes a este grupo não são provenientes de um único ancestral comum (monofiléticos). Não possuem maxila e possuem a boca circular. Todos os demais craniados possuem maxila, por isso são chamados de gnatostomados. São filtradores, ectoparasitas, ou se alimentam de pequenos animais. Possuem nadadeiras pouco desenvolvidas, encéfalo simples e endoesqueleto cartilaginoso, com crânio rudimentar. Representados atualmente por poucos animais, como as feiticeiras e as lampreias. Não se sabe como ocorre a fecundação em feiticeiras; elas são hermafroditas, mas geralmente só uma das gônadas é funcional. Possuem desenvolvimento direto. Lampreias são ectoparasitas de peixes, golfinhos e baleias, podendo medir 1m de comprimento. Possuem vértebras rudimentares, boca ampla, com muitos dentes (usados para fixação). Geralmente não matam seus hospedeiros. São dioicos com

fecundação externa. Após a eliminação dos gametas, os adultos morrem. Desenvolvimento indireto: larva amocete.

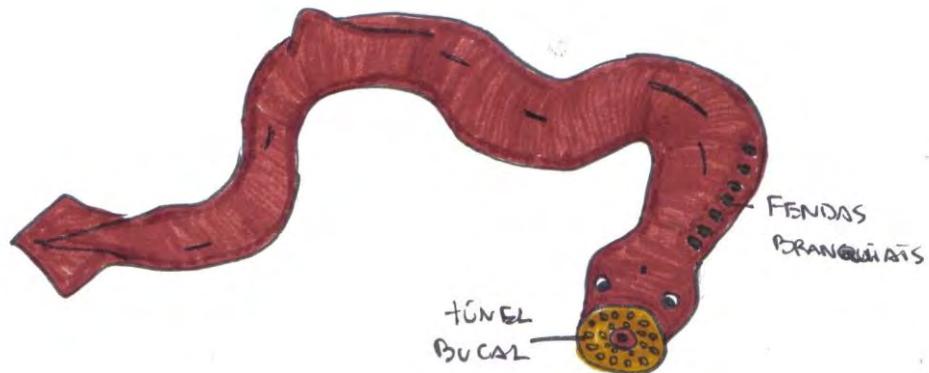


FIGURA 14: REPRESENTAÇÃO DE UMA LAMPREIA.

CHONDRICHTHYES

Condri = cartilagem; ictio = peixe. Apresentam algumas inovações evolutivas, como o surgimento da maxila e das nadadeiras pares. As maxilas possibilitam nova fonte de alimentação, proporcionando mais eficiência ao arrancar pedaços de presas. O crânio, as vértebras e o restante do esqueleto são bem desenvolvidos.

Condrichtes são divididos nos grupos listados abaixo:

- ✓ **Elasmobranchii:** Possuem fendas branquiais sem opérculos (membranas de proteção), e corpo coberto por escamas placoides. Exemplos: tubarões e arraias;
- ✓ **Holocephali (holocéfalos):** Possuem brânquias protegidas por opérculo membranoso; não possuem escamas. A cauda é longa e flexível. Seus olhos são muito grandes. Exemplo: quimeras.

Escamas de condrichtes são diferentes das que ocorrem em peixes ósseos, pois são de origem dérmica, com estrutura semelhante ao dente:

elas possuem polpa, dentina e esmalte. Cada uma das escamas é formada por um espinho voltado para a região posterior do corpo e por uma placa basal situada na derme. Esta forma e disposição das escamas potencializa a eficiência do nado, por reduzir a turbulência da água ao redor do animal.

A boca de elasmobrânquios é transversal, posicionada ventralmente, e sua cabeça é alongada. A maxila está frouxamente ligada ao crânio, o que possibilita ao animal conferir mordidas eficazes. Seus dentes são pontiagudos e ocorrem em fileiras que se movem de modo gradual para a parte frontal da boca à medida que os dentes da frente vão sendo perdidos.

O tubo digestório é mais curto que em outros vertebrados, pois existe uma prega no intestino (válvula espiral) cuja função é aumentar a área de absorção dos nutrientes, por alongar o tempo que o alimento permanece no local. Em peixes ósseos, esse aumento da área se deve aos cecos pilíricos, projeções em fundo cego do intestino, e às microvilosidades.

O olfato de tubarões é muito desenvolvido, pois apresentam estruturas quimiorreceptoras nas narinas (sem função respiratória, pois não se comunicam com a faringe). Na respiração, a água entra pela boca e passa pela faringe, banha as brâquias e sai pelas fendas branquiais. Outro sentido importante é a percepção de vibrações na água por meio de mecanorreceptores localizados ao longo da linha lateral (também presente em agnatos). Esta é constituída por uma série de poros e tubos que se comunicam com a água e com células especiais, transmitindo as informações para células nervosas.

Alguns peixes também possuem eletrorreceptores na cabeça (em condrictes são chamados ampolas de Lorenzini), capazes de detectar a fraca corrente elétrica gerada pela atividade muscular da presa. Condrictes apresentam altos teores de óleo no fígado, de modo a torná-los pouco densos em relação ao meio líquido e ajudá-los na flutuabilidade.

Elasmobrânquios são dioicos, com dimorfismo sexual (machos possuem órgão copulador denominado clásper, que é uma modificação das nadadeiras pélvicas). A fecundação é interna e o desenvolvimento é direto. Existem animais ovíparos, vivíparos e oovivíparos.

OSTEICHTHYES (PEIXES ÓSSEOS)

Apresentam endoesqueleto ósseo e um opérculo ósseo protegendo as brânquias. Possuem boca anterior e bexiga natatória que controla a flutuabilidade em actinopterígeos. Ao ajustar o volume de gás na bexiga natatória, os peixes podem afundar ou flutuar na coluna de água. O coração tem duas câmaras: o átrio e o ventrículo. A cada volta completa pelo corpo, o sangue passa uma única vez pelo coração; por isso dizemos que a circulação dos peixes é simples. Pelas cavidades do coração circula apenas sangue venoso e, como não ocorre mistura com sangue arterial, dizemos que a circulação destes animais é completa. Seu corpo é coberto por escamas de origem dérmica. Osteíctes podem não apresentar escamas. Os osteíctes são classificados em dois grupos, listados abaixo:

- ✓ **Actinopterígeos:** Possuem nadadeiras sustentadas por raios. São principalmente ovíparos, embora existam vivíparos. Exemplos: sardinha, salmão, baiacu, peixe-frade, enguia, linguado, bagres e pintados.
- ✓ **Sarcopterígeos:** Possuem nadadeiras carnosas, sustentadas por ossos semelhantes aos dos membros dos tetrápodes. Por isso, acredita-se que os anfíbios tenham surgido de um grupo de sarcopterígeos. Atualmente são representados apenas por dois gêneros: Actinistias (celacanto) e Dipnoi (peixes pulmonados, como as piramboias amazônicas). As narinas dos dipinoicos possuem ligação com a faringe, condição que estava presente no sarcopiterígeo que deu origem aos tetrápodes. Peixes pulmonados são ovíparos.

Peixes cuja bexiga natatória mantém conexão com a faringe são chamados fisóstomos. Eles também podem secretar gases do sangue para dentro da bexiga natatória por meio de uma glândula de gás. A conexão com a faringe foi perdida em peixes fisóclistas; a regulação de gás dentro da bexiga natatória é mantida apenas pela glândula de gás.

AMPHIBIA

Os anfíbios foram o primeiro grupo de vertebrados a ocupar o ambiente terrestre. As nadadeiras dos sarcopterígeos ancestrais evoluíram em membros: estruturas muito eficazes para locomoção em ambiente

terrestre. A presença de pulmões permitiu o abandono da água e a exploração de um ambiente sem competidores ou predadores.

Anfíbios (anfi= duas; bio= vida) receberam este nome porque retornam à água em época de reprodução, ocorrendo fecundação externa. Os ovos são viáveis apenas em ambientes aquáticos. Ovos podem se desenvolver em larva (girino), que respira por brânquias externas. A larva sofre metamorfose, dando origem ao anfíbio adulto, terrestre, que respira por pulmões e através da pele. Existem espécies em que a fecundação é interna.

A pele dos anfíbios é delgada e não possui estruturas para evitar a dessecação, o que restringe o seu habitat a ambientes úmidos ou aquáticos. A pele contém glândulas mucosas, que a mantêm úmida e permeável às trocas gasosas. Pulmões com poucas divisões internas. O ar chega aos pulmões por mecanismo de bombeamento e pressão: a cavidade oral se expande, o ar penetra pelas narinas, depois eles engolem o ar, que passa para os pulmões. Répteis, aves e mamíferos usam músculos do tronco para auxiliar na inspiração.

Apresentam dupla circulação: o sangue passa duas vezes pelo coração em uma volta completa pelo corpo, havendo a circulação pulmonar (pequena circulação, onde o sangue sai venoso do coração pelas artérias pulmonares, vai para os pulmões, onde é oxigenado, e retorna ao coração pelas veias pulmonares) e a circulação sistêmica (grande circulação, em que o sangue sai do coração pela artéria aorta e é distribuído para todo o corpo, retornando ao coração pelas veias cava). Sua circulação é incompleta: há mistura do sangue venoso com o arterial. Anfíbios e a maioria dos répteis tem um só ventrículo no coração e dois átrios.

Anfíbios possuem glândulas de veneno na pele, que liberam substâncias tóxicas quando comprimidas; possuem sabor desagradável e efeito tóxico ao predador. Alguns sapos e salamandras possuem glândulas de veneno concentradas em glândulas parotoides.

São classificados em 3 grupos: anuros, urodelos e gymnophiona:

Os **anuros** possuem corpo adaptado ao salto, com membros posteriores mais alongados que os anteriores, compacto, com coluna vertebral curta e rígida, de modo a restringir movimentos laterais. Machos possuem sacos vocais.

Os **urodelos** apresentam corpo alongado e possuem quatro membros e cauda. Os adultos apresentam características larvais (neotenia). Denomina-se pedogênese a ocorrência de partenogênese na fase larvária,

produzindo outras larvas. São exemplos de urodelos as salamandas, a axolote e o necturo.

Os **gymnophiona** (ápodos) são os anfíbios sem pernas. Vivem enterrados ou em ambientes aquáticos e apresentam fecundação interna. São ovíparos ou vivíparos, com desenvolvimento indiretos.

RÉPTEIS, AVES E MAMÍFEROS

Aqui começa a conquista do ambiente terrestre. Há também diversidade dos animais um pouco maiores, que vão ganhando espaço. Vamos falar dos répteis, das aves e dos mamíferos.

RÉPTEIS

Os répteis surgiram a partir de um anfíbio que não possui representante na fauna atual. Apresentam diversas características que lhes permitiram conquistar o ambiente terrestre, sem depender da água para respiração ou reprodução, sendo o primeiro grupo de vertebrados tipicamente terrestres. Seus representantes são lagartos, crocodilos, tartarugas e cobras, entre outros.

Apresentam pele seca, sem glândulas mucosas. As camadas externas da epiderme dos répteis são endurecidas e possuem tanto origem dérmica quanto epidérmica. As de origem dérmica formam os chamados “**ossos dérmicos**”, encontrados no dorso dos jacarés e na carapaça das tartarugas e cágados. As de origem epidérmica tanto originam as pequenas escamas imbricadas nos lagartos e cobras quanto formam placas córneas, como as dos jacarés e tartarugas (córneo = da natureza ou rijeza do corno). Com estas características, a pele passou a ser impermeável, conferindo resistência à dessecção, o que permitiu a conquista de ambientes áridos.

A respiração passou a ser exclusivamente pulmonar (o pulmão é mais complexo que o dos anfíbios). São animais ágeis, com dentes desenvolvidos e são reprodutivamente independentes da água, pois seus ovos passaram a ser protegidos por uma casca (calcária ou pergamínacea) que impede a dessecção. Além disso, ela é porosa para permitir a

respiração do embrião (entrada de O₂ e saída de CO₂). O isolamento do embrião em um ovo calcário foi possível porque surgiram os anexos embrionários – ou membranas extraembrionárias.

Excretam geralmente ácido úrico, que não necessita de água para ser eliminado e pode ser armazenado no interior do ovo, pois não é tóxico. A circulação é fechada e os répteis não crocodilianos apresentam coração com dois átrios e um ventrículo parcialmente dividido, mas praticamente não há mistura de sangue arterial com venoso, pois existem pregas especiais.

Crocodilianos, por sua vez, possuem dois ventrículos individualizados e não há nenhuma mistura de sangue arterial com venoso. Ainda, esses animais possuem uma região de comunicação entre vasos – que conduzem sangue venoso e arterial – denominada forame de Panizza. Neste local, quando o animal está em repouso, não há passagem de sangue de um vaso para outro, mas, quando o crocodiliano se desloca ativamente, há passagem de sangue arterial para o vaso que conduz sangue venoso (que passa a transportar sangue arterial). Lembre-se: vasos que chegam ao coração se chamam veias; vasos que partem dele são denominados artérias.

A maioria dos répteis apresenta desenvolvimento direto e são ovíparos (alguns lagartos e cobras peçonhentas podem ser ovovivíparos ou vivíparos). Para manter a temperatura do corpo, os répteis empregaram a ectotermia, mecanismo pelo qual o animal se expõe a altas temperaturas para aquecer o corpo (exposição à luz ou rochas quentes). Quando a temperatura do corpo varia em função da temperatura do meio, chamamos de pecilotermia; ocorre em peixes, anfíbios e répteis.

A Era Mesozóica ficou conhecida como a Era dos Répteis, pois foi o momento em que as adaptações mais vantajosas ao ambiente terrestre (em relação aos anfíbios) levaram os primeiros amniotas a dominar o planeta durante 180 milhões de anos.

São classificados nos seguintes grupos:

- ✓ **Testudina (Chelonia):** tartarugas, cágados e jabutis. Apresentam placas ósseas dérmicas que se fundem e originam uma carapaça dorsal e um plastrão ventral rígidos; vértebras e costelas se fundem a estas estruturas. Placas ósseas da carapaça são recobertas por escudos cárneos de origem epidérmica. Não possuem dentes, mas apenas lâminas cárneas usadas para arrancar pedaços de alimento. Todos são ovíparos;

- ✓ **Lepidosauria** (inclui Sphenodontia ou Rhynchocephalia e Squamata): possuem escamas epidérmicas recobrindo o corpo e sofrem mudas: a parte externa da epiderme é trocada. As cascavéis mantêm a estrutura na ponta da cauda, formando o guizo típico dessas serpentes. São classificados em dois grupos: Sphenodontia, representado por tuataras (animais restritos à Nova Zelândia, que medem 60cm de comprimento e são ovíparos); Squamata, representados por lagartos, serpentes, e anfisbaenas. É o grupo de répteis com maior número de representantes, separado em três subgrupos – lacertílios (lagartos, camaleões, iguanas, lagartixas: apresentam a autotomia como mecanismo de fuga, que consiste no abandono de parte da cauda), anfisbaenas (animais sem pernas, como as “cobras-de-duas-cabeças”) e serpentes (sem pernas e dotadas de características anatômicas particulares, como a capacidade de abrir a boca em quase 180°, ausência da fusão das maxilas, grande capacidade de dilatação do corpo, entre outros). Algumas serpentes podem ter glândulas de veneno – peçonhentas.
- ✓ **Crocodilia:** apresentam escamas e placas cárneas epidérmicas, além de placas ósseas dérmicas. São semiaquáticos e podem ser encontrados em água doce e no mar. São todos ovíparos. Classificados em três grupos: crocodilos, que vivem em água doce, salgada e salobra; seu focinho é estreito e dentes superiores e inferiores à vista, mesmo com a boca fechada, com destaque para o quarto dente inferior de cada lado da maxila; Jacarés, que vivem em água doce; focinho mais largo que de crocodilos; deixam perceber principalmente os dentes superiores, nunca o quarto dente inferior. No Brasil, só existem jacarés. Gaviais são restritos aos rios da Índia, com focinho muito estreito e longo.

AVES

As aves surgiram na Era dos Répteis, a partir de um grupo de dinossauros bípedes, predadores, que se deslocavam rapidamente sobre o solo utilizando as pernas traseiras, e não surgiram a partir de répteis voadores do Mesozóico (como os pterossauros, por exemplo). Apresentam penas como inovação evolutiva (derivadas das escamas dos répteis) que atuam como isolante térmico, o que contribui para o surgimento da endotermia em aves (dependem da produção de calor pelo metabolismo

para aumentar a temperatura do corpo e mantê-la estável). Possuem membros anteriores transformados em asas e esqueleto formado por ossos ocos (pneumáticos), delicados e pouco densos. Também há redução e fusão de ossos, para tornar o corpo leve e compacto, próprio ao voo. A cauda é reduzida e as cinturas pélvica e escapular são fundidas à coluna vertebral. O osso esterno possui uma projeção anterior denominada quilha ou carena, que serve para que se prendam os potentes músculos peitorais, responsáveis pelo batimento das asas.

O bico das aves é desprovido de dentes, possuindo inglúvio (ou papo, dilatação do esôfago, onde o alimento é armazenado e amolecido) e moela (modificação do estômago, dividido em compartimento químico – onde há produção e liberação de enzimas digestivas – e mecânico, ou seja, a moela propriamente dita, onde há músculos que fragmentam alimentos duros). Na moela podem ser encontradas pedras ingeridas pelo animal, que contribuem para a Trituração do alimento.

Os pulmões são compactos, não alveolares, e se expandem em bolsas de ar (sacos aéreos), as quais preenchem várias partes do corpo, inclusive os ossos pneumáticos, que contribuem para redução de densidade das aves (adaptação ao voo) e para reserva de ar.

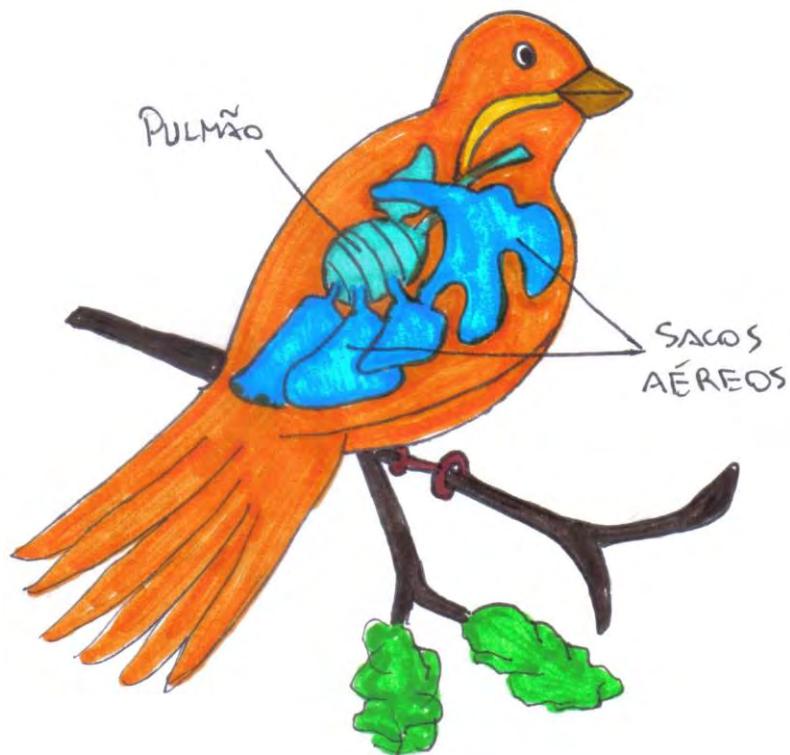


FIGURA 15: SACOS AÉREOS DAS AVES.

Apresentam fluxo de ar unidirecional, em que são necessários dois ciclos de respiração para movimentar uma só massa de ar: pequenos movimentos da musculatura associada às costelas promovem a expansão do corpo e dos sacos aéreos (os pulmões não aumentam ou diminuem o volume, pois não são elásticos). O ar que entra através da traqueia vai para os sacos aéreos posteriores, agora expandidos; os sacos anteriores também se expandem, possibilitando a saída do ar que estava no pulmão para dentro de si. Depois, a mesma musculatura ligada às costelas se contrai, diminuindo o volume dos sacos aéreos, fazendo com que o ar dos sacos aéreos posteriores seja empurrado para os pulmões. Ocorrem as trocas gasosas; dos sacos aéreos anteriores, o ar vai para fora do corpo pelos brônquios e pela traqueia.

O coração possui quatro câmaras: dois átrios e dois ventrículos. A artéria aorta possui a curvatura crossa dirigida para a direita (em mamíferos é para a esquerda). Todas as aves são ovíparas e excretam ácido úrico. Apresentam visão e audição bem desenvolvidas. Apresentam

siringe, uma estrutura da traqueia responsável pela emissão de sons. Possuem pele seca, sem glândulas, a não ser na região caudal, onde há a glândula uropigiana, que produz óleo. O animal espalha esse óleo com o bico sobre as penas para mantê-las flexíveis e impermeáveis.

MAMÍFEROS

Os mamíferos surgiram a partir da diversificação dos répteis. Desenvolveram a endotermia para explorar hábitos noturnos e consumir insetos. Isso lhes permite alimentar-se quando os répteis (predadores) diminuíram sua atividade metabólica. A diversificação dos mamíferos ocorreu após a extinção dos dinossauros. A maioria é terrestre, mas existem aquáticos, como golfinhos e baleias, e voadores, como os morcegos. Apresentam glândulas mamárias como inovações evolutivas derivadas da epiderme, presentes em machos e fêmeas (nas quais as glândulas são desenvolvidas e funcionais); pelos (camada protetora contra perda de calor); glândulas sebáceas (associadas à base dos pelos, para lubrificar pelos e pele); glândulas sudoríparas (que produzem o suor, importante para regulação térmica do organismo); glândulas odoríferas (alguns animais eliminam líquido nauseante secretado por uma glândula anal); panículo adiposo sob a pele, tecido rico em células adiposas, responsáveis pelo isolamento térmico e reserva de energia.

A dentição é relacionada ao hábito alimentar (onívoros, herbívoros ou carnívoros) e o sistema digestório pode sofrer adaptações: em herbívoros pode ser 28 vezes mais comprido que o corpo, pois os alimentos vegetais requerem maior tempo de permanência no intestino para que sejam digeridos. Além disso, eles possuem bactérias mutualísticas que degradam a celulose; já os carnívoros possuem o intestino apenas de três a quatro vezes maior que o comprimento do corpo, pois a carne é mais facilmente digerida; os onívoros, por sua vez, possuem um intestino de tamanho intermediário. Mamíferos ruminantes, como bois e cabritos, possuem bactérias no estômago, que é grande e subdividido em quatro compartimentos: rúmen ou pança; retículo ou barrete, omaso ou folhoso; e abomaso ou coagulador.

Sistema respiratório é composto por narinas, cavidades nasais, laringe, traqueia, brônquio, bronquíolos e pulmões alveolados. Todos os mamíferos possuem diafragma (músculo que separa o tórax do abdome, responsável por auxiliar nos processos de inspiração e expiração, junto à musculatura intercostal).

São classificados nos seguintes grupos: **Prototheria** ou **Monotremata**, **Metatheria** e **Eutheria** ou **Placentários**. Os **Monotremata** são os mamíferos que botam ovos semelhantes aos dos répteis e aves. Os filhotes mamam leite que escorre das glândulas mamárias. Temos como exemplos desse grupo o ornitorrinco e a equidna. O grupo **Metatheria** inclui mamíferos vivíparos cujos embriões passam por curto período de desenvolvimento no útero. Eles nascem sem estar completamente formados e entram no marsúpio materno, onde se alimentam do leite e completam seu desenvolvimento. Possuem placenta pouco desenvolvida ou inexistente. São exemplos o canguru, o gambá e a cuíca. Os **Placentários** são o grupo mais diversificado dos mamíferos. Agrupa mamíferos vivíparos cuja gestação é longa o suficiente para que os filhotes nasçam completos. Apresentam placenta bem desenvolvida cuja função é a troca de substâncias entre mãe e filhote por difusão entre os vasos sanguíneos embrionários e maternos, que estão próximos. A placenta também pode ocorrer em certos peixes e répteis vivíparos. A placenta pode ser formada por diferentes tipos de membranas extraembrionárias (é formada por mucosa uterina, cório e alantoide na maioria dos mamíferos vivíparos). Reconheceu alguma coisa nessa história? Sim, nós humanos somos placentários. Nutrimos nossos filhos através de uma placenta que nos mantém conectados.

PARTE III

BIOLOGIA

03

BOTÂNICA

meSalva!

BOTÂNICA

INTRODUÇÃO À BOTÂNICA

E aí, galera do Me Salva! Nesta apostila, vamos falar sobre as plantas. Plantas, plantas e mais plantas! Esses seres vivos estão aqui desde muito antes de nós, seres humanos, e possuem uma variedade incrível de espécies, muitas adaptações ao meio em que vivem e, de quebra, ainda podemos nos alimentar de grande parte deles. São muito incríveis mesmo, né? Ao longo desta apostila, vamos estudar, inicialmente, sobre os grupos das plantas e sua evolução, como elas se reproduzem e seus ciclos de vida. Além disso, também iremos entender como elas se desenvolvem, crescem e como seu organismo funciona para elas sobreviverem.

Elas são seres eucarióticos, multicelulares, autótrofos fotossintetizantes e apresentam alternância de gerações diploide e haploide em seu ciclo de vida, o que significa que elas têm um fase de esporófito ($2n$) e outra de gametófito (n). As plantas possuem camadas de células estéreis envolvendo os gametângios, anterídios e arquegônios (órgãos de reprodução), e diferem das algas multicelulares por formarem embriões que recebem alimento diretamente do corpo da planta-mãe por algum tempo durante seu desenvolvimento, já que ficam retidos no arquegônio. Por essa característica de reterem os embriões em seus corpos, as plantas são chamadas de embriofitas. Em contra-partida, assemelham-se às algas verdes e vermelhas por possuírem cloroplastos derivados de endossimbiose primária. As plantas possivelmente surgiram de um grupo ancestral de algas verdes.

As plantas também podem se reproduzir de forma assexuada. Esse tipo de reprodução pode ser através de: propágulos, fragmentação, propagação vegetativa, estaquia, mergulhia, alporquia e enxertia. A reprodução através de **propágulos**, ocorre em musgos e hepáticas (briófitas), plantas capazes de formar estruturas ricas em células meristemáticas, capazes de produzir uma nova planta. Estes propágulos ficam protegidos por conceptáculos. A **fragmentação** é o principal meio de reprodução assexuada em briófitas e consiste na capacidade de certas partes do corpo da planta originar outras plantas. A **propagação vegetativa** é mais comum em plantas vasculares e ocorre a partir de botões vegetativos ou gemas (formados por tecidos indiferenciados que podem originar

raízes e toda uma nova planta). Já a estaqueia, a mergulhia, a alporquia e a enxertia são formas de reprodução assexuada das plantas em que há a interferência do ser humano. Na **estaqueia** ocorre o cultivo de caules cortados, contendo as gemas e a gema apical (da ponta) deve ser removida para que não iniba o desenvolvimento das gemas laterais. No método de **mergulhia**, parte do ramo da planta é mantido enterrado até que surjam raízes. A **alporquia** consiste em fazer um pequeno corte em um ramo e se coloca, preso a ele, terra úmida envolta por um saco. A **enxertia** é o transplante de uma muda (cavaleiro ou enxerto) para uma outra planta provida de raízes (cavalo ou porta-enxerto), as plantas devem ser da mesma espécie ou de espécies próximas, pois o câmbio do cavalo deve entrar em contato com o câmbio do cavaleiro.

As plantas são divididas em **criptógamas** e **fanerógamas**, de acordo com as suas estruturas reprodutoras. As criptógamas, representadas pelas briófitas e pteridófitas, apresentam estruturas reprodutoras pouco visíveis. Já as fanerógamas/espermatoíticas, representadas pelas gimnospermas e angiospermas, possuem estruturas reprodutoras evidentes. Vamos estudar cada um desses grupos a seguir.

BRIÓFITAS

As Briófitas são popularmente conhecidas como musgos (Filo Bryophyta). Estas plantas não possuem tecidos especializados para condução de seiva, por isso são chamadas avasculares. Sua fase dominante é haploide (n), que corresponde à fase gametofítica. Elas se fixam em superfícies diversas por meio de rizoides (estruturas semelhantes a raízes, cuja principal função é a de fixação ao substrato).

Suas estruturas equivalentes ao caule e às folhas são chamadas de cauloíde e filoides, por não terem vasos condutores. Essas estruturas não têm defesa contra a transpiração intensa que pode ser provocada pela exposição ao sol. Além disso, as briófitas dependem de água para sua reprodução sexuada. Por todos esses motivos, elas apresentam características específicas: ocorrem preferencialmente em ambientes úmidos, abrigados de luz direta; a epiderme é revestida por uma fina cutícula de cera; os gametas masculinos (anterozoides) são flagelados; são sensíveis à poluição; são plantas de pequeno porte (por terem transporte de seiva limitado); a absorção e a condução da seiva bruta é feita de célula para célula, por osmose e difusão; os rizoides possuem simbiose com fungos e bactérias que potencializam a absorção; entre o gametófito e o esporófito podem existir células especializadas para transporte de água e sais

minerais; possuem turfas, amplos depósitos de matéria vegetal parcialmente decomposta, formada por musgos que crescem rapidamente e comprimem o que está em camadas mais profundas (estes musgos também produzem compostos que impedem a ação de decompõtores); são poiquilohídricas, isto é, possuem a capacidade de secar muito e, ainda assim, voltarem ao aspecto viçoso na presença de água.

Seu ciclo de vida é por alternância de gerações. Os gametófitos (n) possuem os gametângios em seu ápice. Quando há água suficiente sobre os gametângios, os anterozoides produzidos pelos anterídios conseguem nadar até os arquegônios, fecundando a oosfera. O zigoto se desenvolve em esporófito ($2n$) no ápice do gametófito. Por meiose, os esporófitos formam esporos que germinam, originando novos gametófitos.

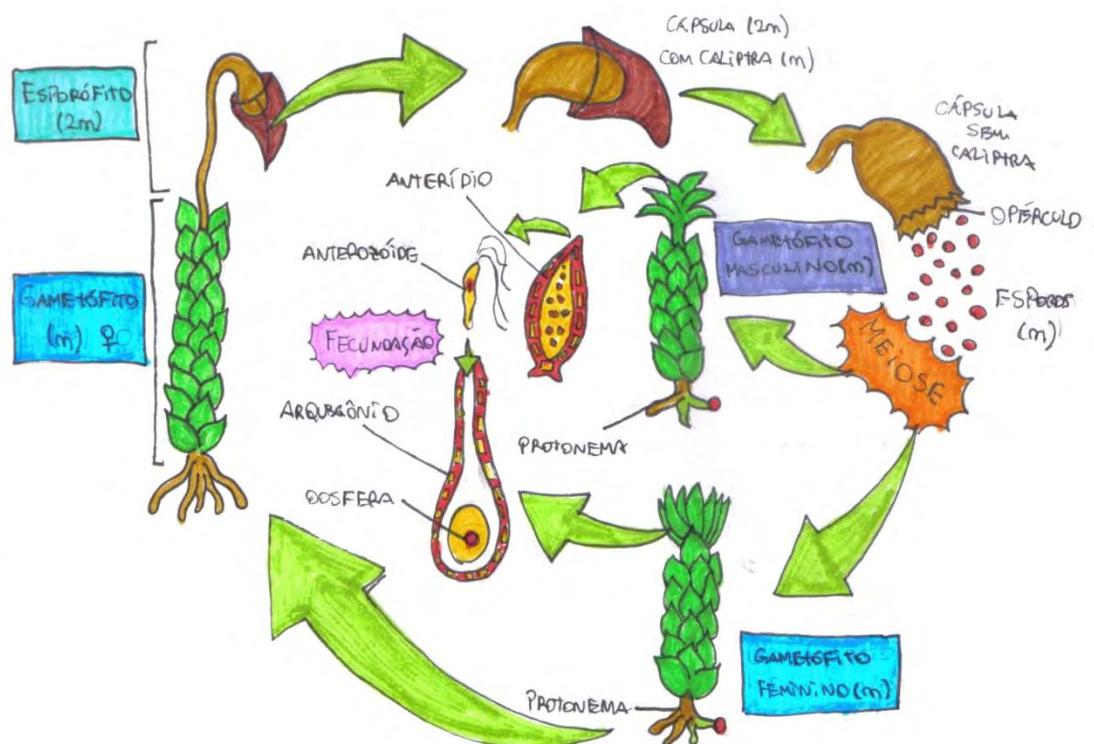


FIGURA 1: CICLO DE VIDA DE UMA BRIÓFITA.

Estas plantas, não monofiléticas, são classificadas em três grupos distintos:



- ✓ Filo Hepatophyta – Hepáticas (6 mil espécies): Gametófito com corpo achatado que cresce junto ao solo, formam gametóforos (onde estão os esporângios). Esporófito muito reduzido, algumas retornaram secundariamente ao ambiente aquático;
- ✓ Filo Anthocerophyta – Antóceros (100 espécies): Gametófito com corpo multilobado que cresce horizontalmente, esporófito alongado;
- ✓ Filo Bryophyta – Musgos (9.500 espécies): Gametófito cresce verticalmente e pode chegar a 50cm, esporófito com seta (haste) bem desenvolvido.

PTERIDÓFITAS

As pteridófitas são plantas traqueófitas, pois possuem traqueídes (células do xilema que conduzem seiva bruta em vasculares verdadeiras – exceto angiospermas). É nesse grupo que surge o floema e a seiva elaborada, que permite um maior crescimento às plantas. Não possuem sementes e o esporófito é a fase dominante do ciclo de vida. Os esporângios ficam reunidos em estruturas chamadas soros (na face inferior da folha) ou em estróbilos (cones), que correspondem a um ramo curto com folhas férteis com esporângios em suas bases.

Em pteridófitas, existem dois ciclos de vida distintos: o homospórico e o heterospórico. Os esporos formados pelo esporófito são iguais no ciclo de vida homospórico, originando um único tipo de gametófito que desenvolverá gametângios masculinos e femininos. No ciclo de vida heterospórico, porém, os esporófitos produzem dois tipos diferentes de esporos: megásporos e micrósporos, que irão originar gametófitos femininos e masculinos, respectivamente.

Importante! Em plantas heterosporadas, o desenvolvimento do gametófito ocorre dentro do próprio esporo, ficando protegido por sua parede (desenvolvimento endospórico). Este tipo de desenvolvimento do gametófito se manteve em gimnospermas e angiospermas.

As samambaias, por exemplo, possuem ciclo de vida homospórico. Ao atingirem a maturidade sexual, essas plantas formam os soros, onde estão organizados os esporângios, nos quais há células que passam por meiose e formam esporos haploides. Ao germinarem, os esporos originam o prótalo (gametófito haploide hermafrodita), que produz anterídios e arquegônios, responsáveis pela produção de anterozoides (células masculinas) e oosferas (células femininas). Com o auxílio da umidade, os anterozoides fecundam as oosferas, formando zigotos diploides que se desenvolvem no interior do arquegônio, originando o esporófito.

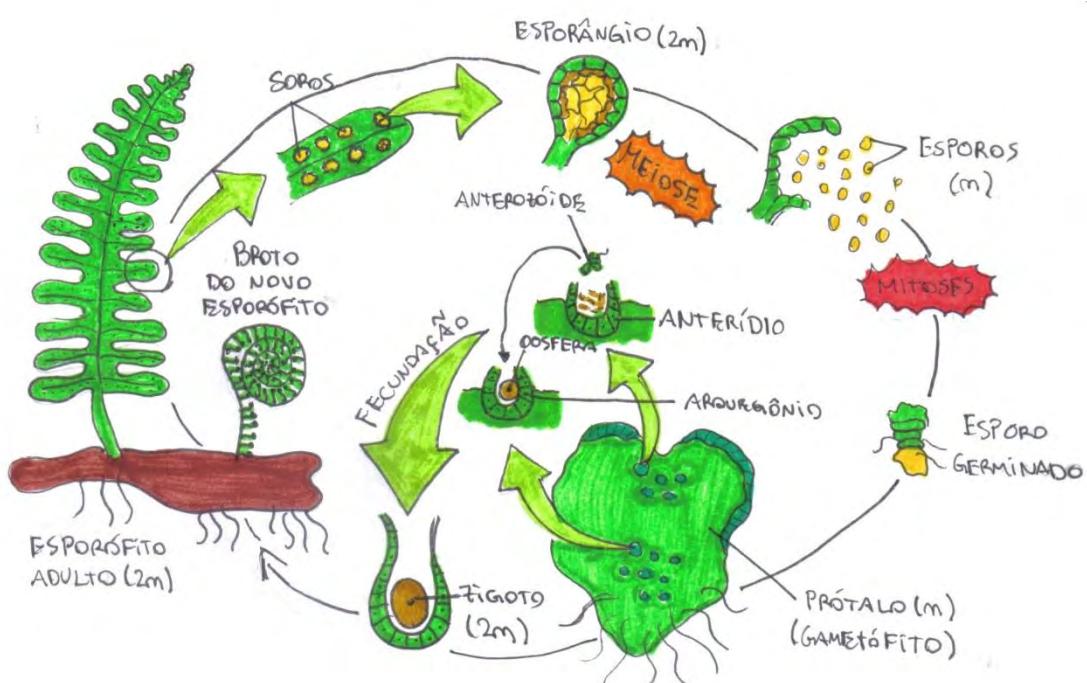


FIGURA 2: CICLO DE VIDA DE UMA PTERIDÓFITA.

Existem dois grandes grupos de pteridófitas:

- ✓ **Filo Pterophyta ou Pteridophyta:** Agrupa as samambaias e as avencas (filicíneas). As folhas jovens das filicíneas formam báculos, esporângios organizados em soros. Samambaias arborescentes –xaxim– podem apresentar raízes adventícias, ou seja, que partem do caule. Dois grupos: Psilófitas: esporófito verde ramificado, sem folhas, com esporófito nas pontas de ramos laterais curtos; Cavalinhos: esporófito possui corpo ereto e com gomos, onde estão folhas pequenas em forma de escamas, possuem esporângios localizados nas pontas dos caules nos estróbilos;
- ✓ **Filo Lycopodiophyta ou Lycophyta:** Apenas dois gêneros: *Lycopodium*: Encontrados desde regiões árticas até tropicais. *Selaginella*: Encontrados em matas tropicais e regiões áridas, como a caatinga. Esporângios ficam reunidos em estróbilos, plantas de *Selaginella* são chamadas de revivescentes, pois conseguem entrar em um estado latente em regiões áridas até que o tempo melhore e elas possam se reproduzir. Licopódios possuem espécies homospóricas e heterospóricas. Os demais grupos são homospóricos, com poucas exceções.

GIMNOSPERMAS

Com estas plantas traqueófitas acontece a conquista definitiva do ambiente terrestre, pois elas não dependem de água para a fecundação. As estruturas reprodutoras da maioria são os estróbilos, onde os esporângios se desenvolvem. São as primeiras plantas a apresentarem óvulos e megasporângios envolvidos por camadas de tecido (tegumento) que deixam uma abertura no ápice – micrópila. Após o desenvolvimento do óvulo, o tegumento ($2n$) origina o tecido nutritivo da semente (n). O tegumento do óvulo (ovulífera) se desenvolve e endurece para proteger o embrião e seu tecido nutritivo (proteção contra dessecação e outros fatores). O megasporângio é composto por tecido nutritivo (núcleo) e pelo megáspero funcional (que originará o megagametófito feminino). No megagametófito há diferenciação de gametângios femininos em oosferas (mitose).

São as primeiras a apresentarem grão de pólen e tubo polínico, estrutura que facilita o contato entre células masculinas e femininas, de forma que a água não é necessária. Gametófitos masculinos não formam anterídios e os gametas masculinos se chamam células espermáticas. Na araucária, por exemplo, a semente é o pinhão e o estróbilo feminino é a pinha. A polinização é feita pelo vento.

A araucária é uma espécie dioica, ou seja, órgãos masculinos e femininos ocorrem em plantas diferentes, portanto os estróbilos microsporangiados e megasporangiados (ovulados) estão em plantas diferentes. Cada microsporangio produz micrósporos que se desenvolvem em gametófitos masculinos, ainda protegidos pela parede do esporo. Esta estrutura é o grão de pólen. No megasporângio feminino, a meiosse formará quatro megásporos e apenas um será funcional. Neste megáspero, que fica no megasporângio, se desenvolverá o gametófito feminino com dois ou três arquegônios – cada arquegônio forma uma oosfera (gameta feminino). Quando chega à micrópila do óvulo, o grão de pólen forma o tubo polínico, que conduz os gametas masculinos (dois) até o gametófito feminino, onde apenas um gameta masculino é liberado. Após a fecundação, o óvulo se desenvolve em semente, que pode germinar e formar um novo esporófito.

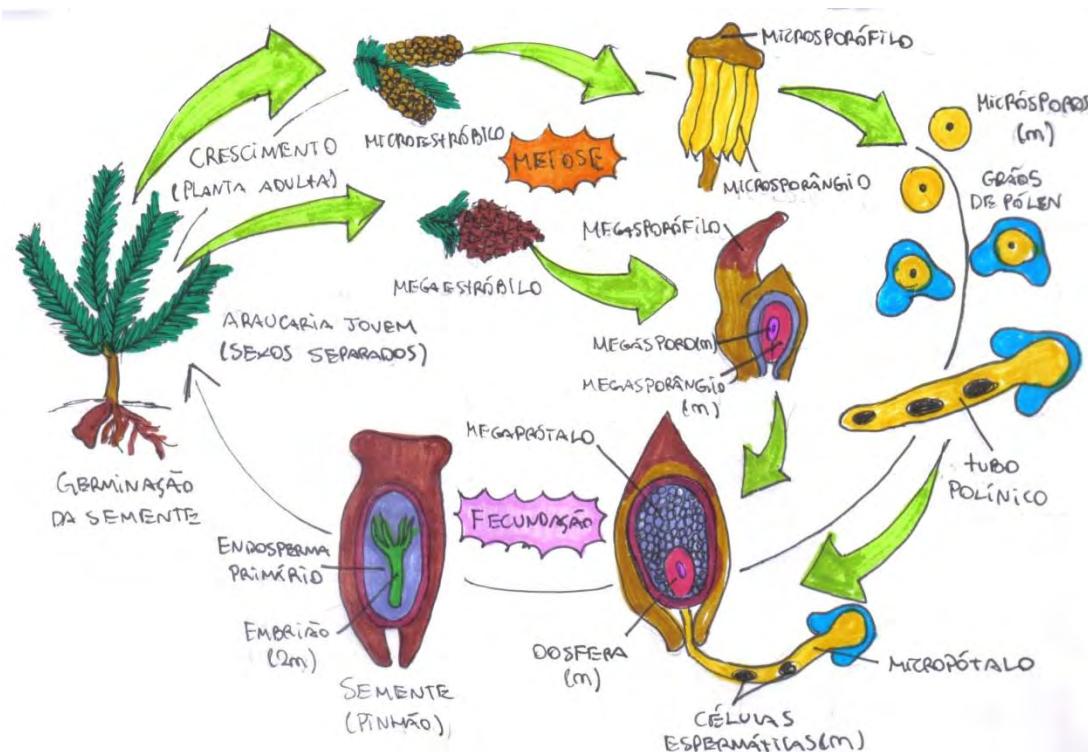


FIGURA 3: CICLO DE VIDA DE UMA GIMNOSPERMA.

Os principais grupos de gimnospermas são:

- ✓ **Filo Cycadophyta:** Grupo das cicas – segundo maior grupo de gimnospermas. Características: Troncos volumosos, folhas parecidas com as de palmeiras (angiospermas) e Resistentes à poluição;
- ✓ **Filo Ginkgophyta:** Apenas uma espécie vivente: *Ginkgobiloba*. Árvore que chega aos 30m de altura que tem folhas em forma de leque. É empregada como planta ornamental;
- ✓ **Filo Gnetales:** Três gêneros atuais:
 - ◆ *Ephedra* – regiões áridas do mundo todo;
 - ◆ *Welwitschia* – apenas uma espécie exclusiva da África. Seu caule é subterrâneo e suas longas folhas (as maiores conhecidas) ficam na superfície;
 - ◆ *Gnetum* – regiões tropicais, África e Ásia;
- ✓ **Filo Coniferophyta:** Maior filo de Gimnospermas em número de espécies. Grupo dos pinheiros; comuns em regiões temperadas; árvores grandes e longevas. No Brasil: *Araucaria angustifolia* – pinheiro do Paraná – forma a mata de araucárias.

ANGIOSPERMAS

O que diferencia esse grupo do restante das plantas é que elas possuem flores e frutos. Então, sabe aquela maçã saborosa que a gente come? Aquela banana no café da manhã? O suco de laranja do almoço? São todos angiospermas! E todas as angiospermas estão classificadas no Filo Anthophyta, sendo 90% de todas as espécies de plantas, existindo aproximadamente 250 mil espécies no mundo.

Uma flor de angiosperma completa possui as seguintes estruturas:

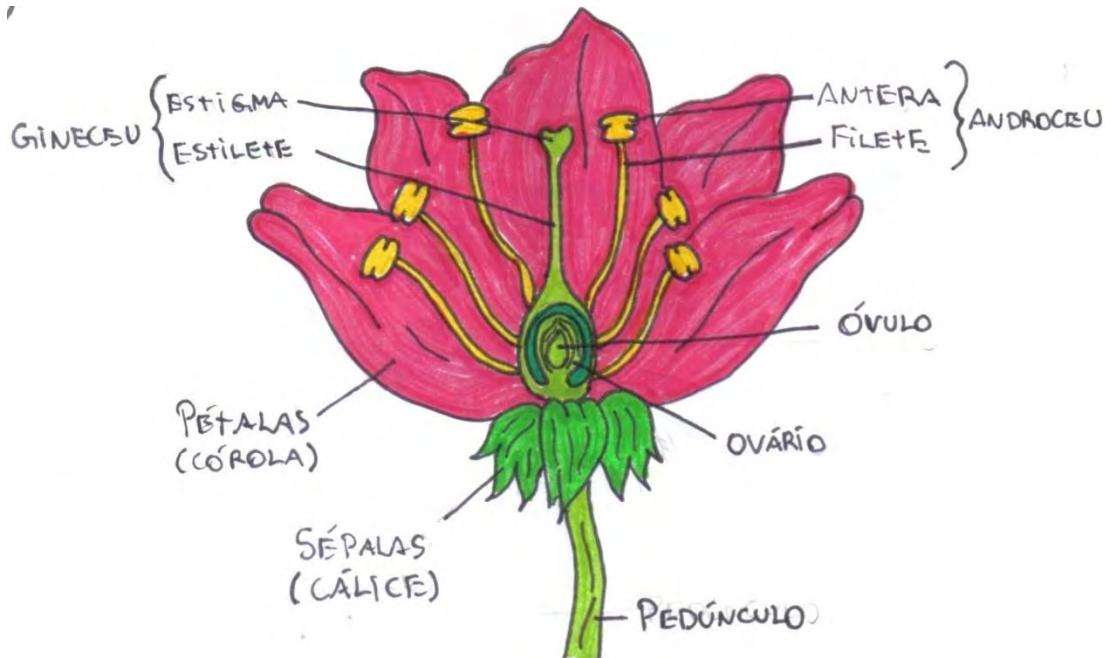


FIGURA 4: CORTE TRANSVERSAL DE UMA FLOR.

O perianto é composto por cálice (conjunto de sépalas) e corola (conjunto de pétalas). Pétalas e sépalas são consideradas acessórias, pois não participam diretamente da reprodução. Quando não é possível distinguir as pétalas das sépalas, chamamos de tépalas; o conjunto de tépalas é o perigônio.

Existem dois verticilos florais: o estame e o pistilo. Sempre há pelo menos um deles em uma flor. Há mecanismos que impedem a autofecundação quando os dois estão presentes na mesma flor. Flores que apresentam apenas estames são estaminadas. Flores que apresentam apenas pistilos são pistiladas. Plantas com flores estaminadas e pistiladas são monoicas. As flores podem estar agrupadas em agregados chamados inflorescências.

Para que o pistilo se forme, algumas folhas modificadas se fundem (carpelos). Na base dilatada do pistilo está o ovário (que contém o óvulo) e na extremidade de sua porção alongada (estilete/estilo) podemos observar uma pequena abertura, o estigma. Nesta estrutura serão depositados os grãos de pólen.

Estames são folhas modificadas que possuem um pedúnculo chamado filete. Este filete se diferencia em sua extremidade, determinando o surgimento da antera bilobada. Esta antera possui em seu interior dois microsporângios (sacos polínicos) que dão origem aos micrósporos. O gametófito

masculino (grão de pólen) se desenvolve no interior dos micrósporos. A polinização pode ser feita pelo vento, estigmas plumosos ou por animais, flores vistosas e com odor característico. As flores podem possuir nectários, estruturas que possuem líquido nutritivo para atrair polinizadores.

CICLO DE VIDA DAS ANGIOSPERMAS

Ocorrem eventos exclusivos muito importantes para o sucesso evolutivo das angiospermas durante seu ciclo de vida: a formação de flor e fruto.

O fruto se forma a partir da flor, através da semente. A semente é composta por folhas do embrião (cotilédones), caulículo (originará o caule) e radícula (originará a raiz). O endosperma (albúmen) pode ser digerido pelo embrião e armazenado nos cotilédones antes de entrar em dormência. À medida que a semente se forma, a parede do ovário se desenvolve, dando origem ao fruto, o que favorece dispersão de sementes.

Outra característica exclusiva desse grupo é a dupla fecundação: um dos gametas masculinos se funde com a oosfera, originando um embrião $2n$, e o outro se funde aos núcleos polares do gametófito feminino, originando um núcleo $3n$. Este núcleo $3n$ formará o endosperma (tecido nutritivo das angiospermas).

O megasporângio que se encontra no óvulo sofre meiose, originando quatro células. Apenas uma é viável e se torna o megásporo. O núcleo do megásporo sofre mitoses e origina oito núcleos haploides (n). Estes núcleos dão origem aos seguintes elementos do gametófito: células antípodas, núcleos polares, células sinérgides e oosferas. O conjunto destas células corresponde ao gametófito feminino, ou saco embrionário. Os microsporângios presentes nas anteras formarão micrósporos, responsáveis por desenvolver o gametófito masculino (grãos de pólen). Cada grão de pólen possui uma célula vegetativa, que formará o tubo polínico e uma célula geradora, que sofre mitose e origina duas células espermáticas (n). Após a polinização, o grão de pólen produz o tubo polínico que chega à oosfera. Pelo interior do tubo polínico são lançadas duas células espermáticas (n). Uma delas fecundará a oosfera (n), originando o zigoto ($2n$); a outra célula espermática (n) se funde aos dois núcleos polares e origina um tecido triploide ($3n$) rico em reservas nutritivas, o endosperma secundário.

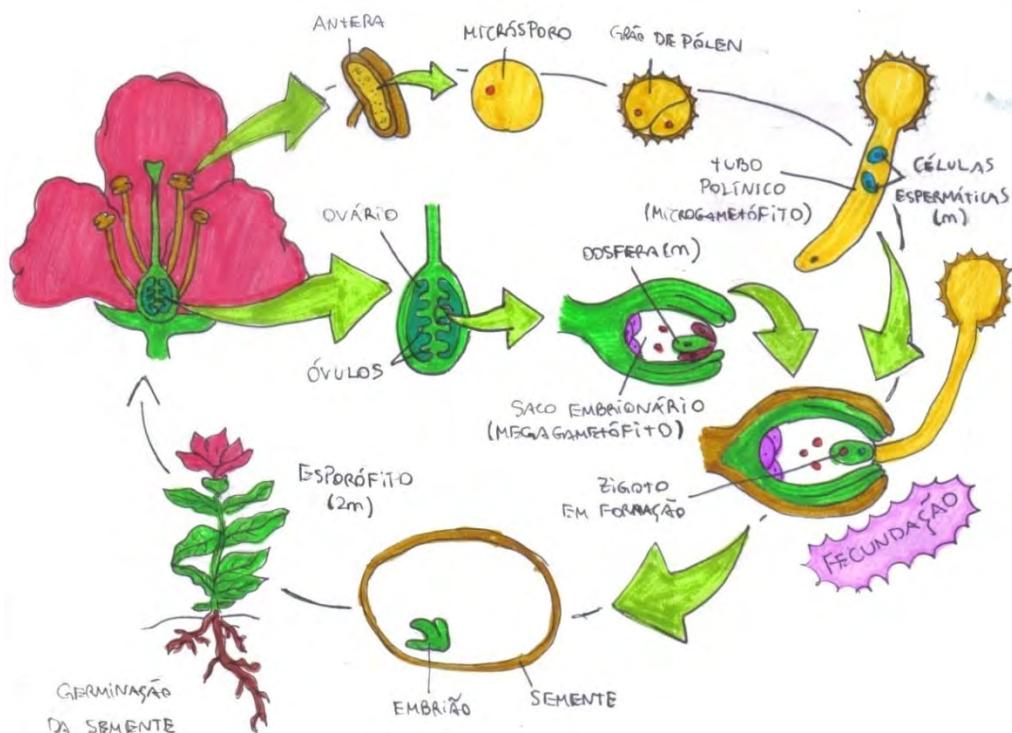


FIGURA 5: CICLO DE VIDA DE UMA ANGIOSPERMA.

ADAPTAÇÕES DAS ANGIOSPERMAS

Existem dois grandes grupos de angiospermas, que são estudados em função do número de cotilédones que apresentam. Os cotilédones são as folhas embrionárias da semente. Plantas cuja semente apresenta apenas um cotilédone são consideradas monocotiledôneas, enquanto as que possuem dois cotilédones são chamadas dicotiledôneas ou eudicotiledôneas. Existem outras características que permitem distinguir estes grupos, que estão ilustradas na figura 7.

Novas pesquisas têm demonstrado que as monocotiledôneas são um grupo monofilético, mas as dicotiledôneas não. As dicotiledôneas que apresentam as características citadas na tabela 4 são chamadas eudicotiledôneas. As demais, que possuem dois cotilédones, mas têm flores trímeras e outras características, são chamadas informalmente de angiospermas basais.

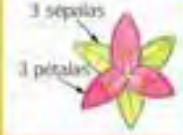
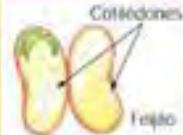
| DIFERENÇAS ENTRE MONO- E DICOTILEDÔNEAS, QUANTO À MORFOLOGIA EXTERNA | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Órgão | Monocotiledôneas | | Dicotiledôneas | |
| Raiz |  | Em feixe (fasciculada). |  | Pivotante ou axial. |
| Caulo |  | Normalmente semi crescimento em espessura; herbáceos, culmos, bulbos e rizomas. |  | Normalmente com crescimento em espessura. São comuns caules lenhosos. |
| |  | Feixes vasculares dispostos irregularmente. |  | Feixes vasculares dispostos em círculo. |
| Folha |  | Bainha geralmente desenvolvida. Nervuras paralelas. |  | Bainha quase sempre reduzida. Nervuras reticuladas. |
| Flor |  | Sépalas e pétalas em geral organizados em base 3 (trimeras). |  | Sépalas e pétalas geralmente organizadas em base 5 (pentámeras). Mais raramente 2 ou 4. |
| Semente |  | Um cotilédono reduzido, sem reserva. |  | Dois cotilédones com ou sem reserva. |

FIGURA 6: DIFERENÇAS ENTRE MONOCOTILEDÔNEAS E DICOTILEDÔNEAS. (FAZER DESENHO BASEADO NA TABELA)

PANC'S

E aí, já ouviram falar das plantas alimentícias não convencionais, as famosas PANC's? Vocês sabiam que no Brasil existem pelo menos 3 mil espécies de plantas alimentícias? E que 90% dos alimentos consumidos vêm de somente 20 tipos de plantas? Pois então, o restante dessas plantas, quase 3 mil espécies, que não temos o costume de consumir e não são comercializadas, mas que estão altamente difundidas nos ambientes

em que frequentamos, são as PANC's. Elas podem estar presentes no seu jardim e nos canteiros das calçadas. Essas plantas são caracterizadas por apresentarem uma ou mais partes comestíveis, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas.

No Rio Grande do Sul, destacam-se as hortaliças (folhas, raízes, tubérculos, caules, flores), as frutas, as sementes, as castanhas ou nozes. Alguns exemplos de PANC's são: begônia, beldroega, capuchinha, erva-gorda, ora-pró-nóbis, inhame, urtigão-de-baráço.

Mas para quê estudamos essas plantas e começamos a falar sobre elas agora? Pois saber sobre os alimentos que estão à nossa disposição e o que eles podem fazer por nós nos concede autonomia. Autonomia de escolher e saber o que estamos ingerindo e que tipo de alimento está fazendo parte de nossas refeições. Cada vez mais a produção agrícola à base de agrotóxicos cresce e cada vez menos temos controle do que é posto nos nossos alimentos. Dessa forma, incentivar agricultores familiares e buscar alimentos alternativos e nutritivos, como as PANC's, se torna uma maneira de combater esse sistema de produção e de tomarmos o poder sobre a nossa alimentação. As PANC's representam vida, nutrição e resistência. Se alimentar do não convencional passa a ser não só uma forma de diversificar o paladar, mas também de mudar um pouquinho o mundo no qual vivemos.

É muito importante sempre ter certeza da planta que se está ingerindo, pois lembre-se que tem muita coisa tóxica no mundo da biologia. Então, ao buscarem essas plantas para se alimentar, saibam muito bem o que vocês estão comendo. Para saber mais sobre essas plantas, sugiro um livro escrito por ValdelyKinupp e HarriLorenzi, "Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil".

HISTOLOGIA VEGETAL I - ORIGEM DOS TECIDOS VEGETAIS

Para começarmos a falar dos tecidos vegetais e como eles se originam, é importante compreender como as plantas se desenvolvem e crescem, pois assim como nós, esses seres também vivem em ciclos (às vezes muito mais longos que o nosso ciclo de vida). E a vida de uma planta começa com a semente, que deve ser germinada para que ela se desenvolva. Essa germinação ocorre através da absorção de água, que faz com que a semente aumente seu volume e rompa seu

tegumento (a estrutura que a envolve). Com isso, o embrião cresce: sua radícula origina a raiz primária e o caule se desenvolve, assim como as folhas embrionárias. Em monocotiledôneas, o caule é protegido por um conjunto de células chamado coleóptilo. Ao se desenvolver, a planta consome as reservas contidas na semente (dos cotilédones ou do endosperma) enquanto forma folhas fotossintetizantes.

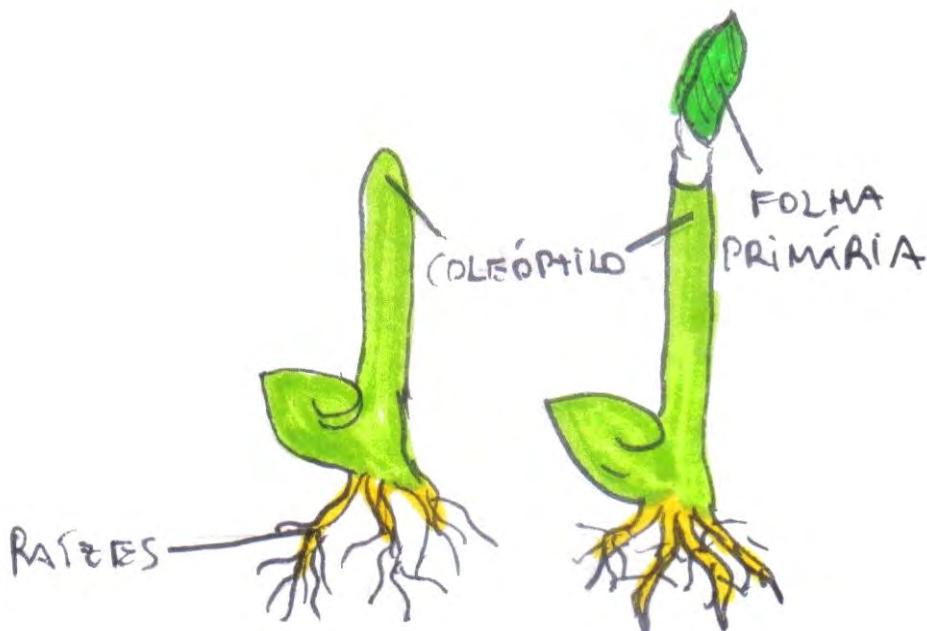


FIGURA 7: COLEÓPTILO.

O CRESCIMENTO PRIMÁRIO

Seguido desse desenvolvimento as plantas começam a crescer de duas maneiras: em comprimento e em espessura. O crescimento em comprimento é chamado de primário e o em espessura de secundário. Vamos falar um pouco sobre cada um deles. Toda planta tem uma parte vegetativa e uma reprodutiva. As partes vegetativas são aquelas relacionadas à sobrevivência do vegetal, enquanto os reprodutivos são essenciais na reprodução. As partes vegetativas são a raiz, o caule e as folhas. As raízes geralmente ficam abaixo da terra e o caule geralmente fica sob a superfície. As folhas são a parte aérea da planta. No ápice do caule (e de cada ramo) de uma planta existe sempre uma gema (ou meristema) apical. Essas gemas consistem em grupos de células meristemáticas

(aqueelas que se multiplicam indefinidamente, lembram?), responsáveis pelo crescimento da planta. Portanto, o crescimento primário depende inevitavelmente dessas células e de alguns outros fatores.

As raízes e o caule apresentam regiões específicas no crescimento das plantas. A raiz possui a zona meristemática, a zona lisa, a zona pilífera e a zona de ramificações, enquanto o caule apresenta o nó e o entrenó. A **zona meristemática** é uma zona de atividade mitótica, protegida por uma camada de células chamada coifa. As células produzidas pela zona meristemática se alongam (crescimento em comprimento da raiz), formando a **zona lisa**. Na zona pilífera já não se tem mais aumento do comprimento da raiz e existem pelos absorventes para extração de água e nutrientes do solo. E a **zona de ramificações** é onde surgem as raízes laterais. Já o **nó** é a região de onde partem folhas e gemas laterais nos caules, podendo originar os ramos quando são axilares. O **entrenó** é a região de alongamento celular entre dois nós consecutivos, que proporciona o crescimento em comprimento do caule. Em gramíneas, na base dos entrenós persiste em uma região meristemática (meristema intercalar), de forma que o alongamento não se restringe às porções terminais. A gema apical pode estar protegida por folhas modificadas, resultantes desse alongamento celular.

Os meristemas apicais formam, ainda, meristemas primários que se desenvolvem em tecidos primários. São eles: a protoderme, o fundamental e o procâmbio.

O meristema **protoderme** vai dar origem ao tecido epiderme, que tem como função o revestimento da planta, evitando desidratação e permitindo trocas gasosas. O meristema **fundamental** origina os tecidos fundamentais, como os parênquimas, o colênquima e o esclerênquima. E o meristema **procâmbio** dá origem aos tecidos vasculares primários: o xilema (lenho primário) e o floema (líber primário).

As monocotiledôneas e as herbáceas são plantas que apresentam somente o crescimento primário; já as eudicotiledôneas lenhosas (árvores e arbustos) apresentam também crescimento secundário, que ocorre pelo desenvolvimento de outros meristemas em tecidos secundários. Esses meristemas diferenciados são o câmbio vascular e o câmbio da casca. O meristema **câmbio vascular** forma os tecidos secundários do xilema e floema; o meristema câmbio da casca (ou simplesmente **felogênio**) forma os tecidos secundários parênquima, feloderme e o súber (felema).

Esses tecidos se organizam em três sistemas: o dérmico, o fundamental e o vascular. O **sistema dérmico** (revestimento) é formado pela epiderme (tecido primário) e pela periderme, tecido que substitui a epiderme em plantas com crescimento secundário e é constituído pelo súber, felogênio e feloderme. O **sistema fundamental** é constituído pelos parênquimas, colênquimas e

esclerênquimas (primários). E o sistema vascular é formado pelo xilema e floema (primários ou secundários).

Agora vamos estudar esses tecidos primários.

TECIDOS PRIMÁRIOS I - EPIDERME

A epiderme, como já falamos antes, é um tecido originado pelo meristema protoderme, servindo para o revestimento vegetal, geralmente composta por células justapostas, uniestratificadas, achatadas, aclorofiladas e com grandes vacúolos. Esse tecido apresenta algumas adaptações para evitar a perda excessiva de água, como a deposição de cera (ou cutina) na sua superfície externa. A epiderme apresenta também algumas estruturas que se diferenciam desse tecido, como os estômatos, os tricomas, as células secretoras, os pelos e os acúleos.

Os **estômatos** são formados por duas células clorofiladas (células-guarda), que se dispõem formando uma abertura entre elas, o ostíolo. Ao absorverem água, estas células podem abrir o ostíolo, controlando a transpiração e as trocas gasosas. Os **tricomas** são estruturas que evitam a perda de água por excesso de transpiração. Podem ser secretoras de substâncias oleosas, digestivas (carnívoras) ou urticantes (urtigas). As **células secretoras** são células que acumulam carbonato de cálcio (formando crisólitos) ou oxalato de cálcio (formando as drusas e as ráfides). Os **pelos** ocorrem na epiderme da raiz, servindo para a absorção de água e sais minerais. E, por fim, os **acúleos** são estruturas que protegem a planta contra predadores e diferem dos espinhos por serem facilmente destacados (como em roseiras), enquanto os espinhos são folhas ou ramos modificados.

TECIDOS PRIMÁRIOS II - TECIDOS FUNDAMENTAIS

Os tecidos fundamentais são representados pelos parênquimas e pelos tecidos de sustentação. Os tecidos de sustentação são de dois tipos: o colênquima e o esclerênquima. O **colênquima** é um tecido especialmente adaptado à sustentação de órgãos em crescimento e é formado por células vivas沿ongadas e flexíveis, ricas em celulose, pectina e outras substâncias. As células não contêm lignina, são espaçadas e ocorrem sob a epiderme de caules jovens (ou em crescimento) como cilindros contínuos. Podem ocorrer margeando nervuras de eudicotiledôneas. O **esclerênquima** pode ocorrer em todas as partes do corpo da

planta e é formado por células mortas com parede celular espessada por deposição de lignina. A lignina impermeabiliza as paredes celulares, o que causa a morte das células. Os **parênquimas** têm função de reserva, preenchimento e assimilação, entre outras. São classificados de acordo com a função que exercem. O **parênquima cortical e medular** serve para preenchimento de espaço. O **parênquima clorofilado** (clorônquima) tem como função a assimilação da energia solar e a fotossíntese. O **parênquima amilífero** reserva o amido da planta. O parênquima aquífero serve para a reserva de água e está presente em plantas de ambiente seco ou salino. E o parênquima aerífero (aerênquima) têm como função a reserva de ar em plantas aquáticas flutuantes.

TECIDOS PRIMÁRIOS III - TECIDOS VASCULARES

Os tecidos vasculares são aqueles responsáveis por transportar substâncias ao longo da planta. Existem dois tipos: o xilema e o floema. O **xilema** (lenho) transporta a seiva bruta, composta por água e sais minerais e é composto principalmente por dois tipos de célula: os elementos de vaso e os traqueídes. Os elementos de vaso são células沿gadas que se dispõem em sequência formando vasos condutores. Suas paredes apresentam perfurações que permitem a comunicação entre elementos adjacentes. Os traqueídes também são células沿gadas e dispostas sequencialmente. Angiospermas podem apresentar elementos de vaso que, durante a maturação, sofrem reforço de lignina.

O **floema** (líber) conduz seiva elaborada (rica em substâncias derivadas da fotossíntese, como a glicose). Suas principais estruturas são as células crivadas e os elementos de tubo crivado. Os elementos de tubos crivados ocorrem na maioria das angiospermas e são formados por células vivas, anucleadas, com áreas crivadas nas paredes laterais e áreas especializadas nas paredes terminais, denominadas placas crivadas.

HISTOLOGIA VEGETAL II - CRESCIMENTO SECUNDÁRIO

Anteriormente falamos sobre o crescimento secundário, lembram? E já citamos tanto os tecidos secundários e ainda não falamos em detalhes sobre eles, né? Então vamos entender um pouco sobre esse crescimento em espessura das plantas. Conforme estudamos, o meristema câmbio vascular origina tecidos secundários como o xilema e o floema, o meristema câmbio da casca (felogênio)

origina os tecidos secundários parênquima e feloderme (originada por divisão das células do felogênio em direção à parte interna da planta), que apresentam células que podem armazenar compostos, e o súber (felema). O súber é formado por células que depositam suberina em suas paredes celulares, substância que causa a morte da célula. O súber atua como isolante térmico e contra choques mecânicos.

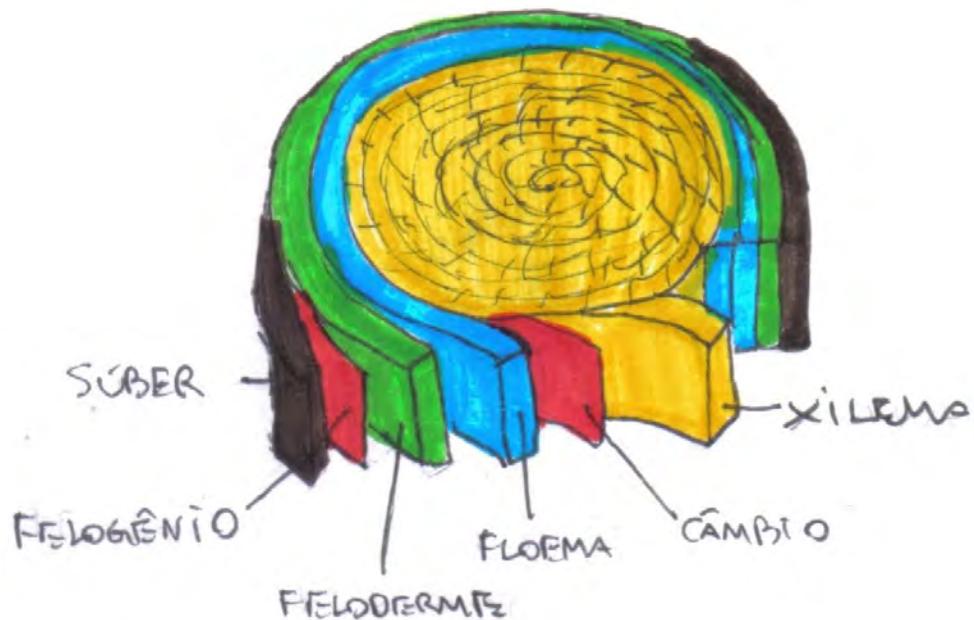


FIGURA 8: DISPOSIÇÃO DOS TECIDOS EM UM CAULE DEPOIS DE DIVERSOS ANOS.

DISPOSIÇÃO DOS TECIDOS NAS PLANTAS

Tá, mas e aí, como esses tecidos estão dispostos nas plantas? É isso que vamos descobrir agora. As **raízes** dos vegetais apresentam duas regiões bem definidas: a cortical e a central (cilindro central ou vascular – onde estão xilema e floema).

Em monocotiledôneas, o parênquima medular (ou o esclerênquima) fica no centro e, circundando a região central, encontramos o cilindro vascular (xilema e floema). Em dicotiledôneas, o xilema fica no centro e o floema alterna-se em suas projeções. Entre xilema e floema existe o câmbio fascicular, que propicia o aumento em espessura da raiz.

Ao redor do cilindro central há um tecido originado do procâmbio que sintetiza as raízes laterais secundárias: é o periciclo. Ao redor dele encontramos a endoderme, com células que possuem uma faixa de suberina em suas paredes celulares (estria de Caspary). Estas faixas obrigam o material absorvido a passar pelo citoplasma das células endodérmicas, e não por entre as células, proporcionando proteção à planta contra agentes patogênicos.

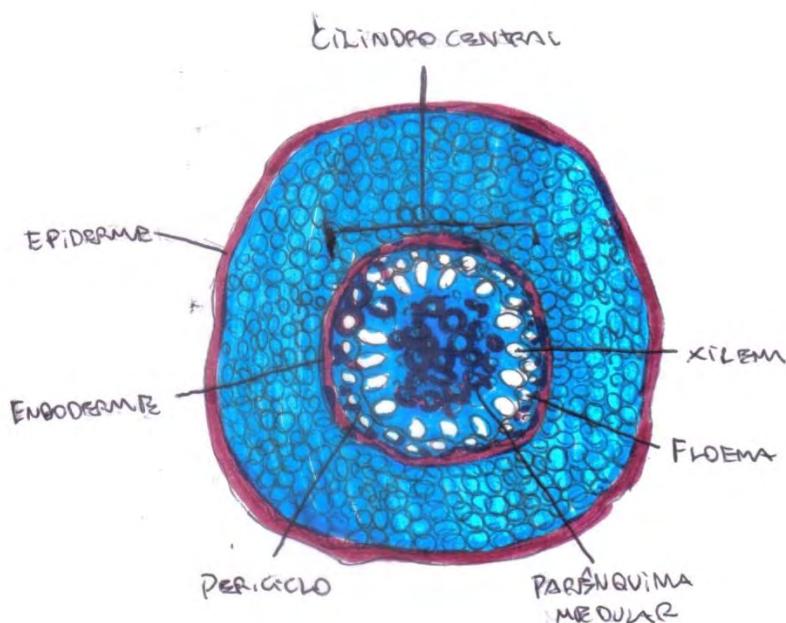


FIGURA 9: CORTE TRANSVERSAL DA RAIZ DE UMA MONOCOTILEDÔNEA.

A estrutura secundária da raiz de eudicotiledôneas (lembre, as únicas que apresentam crescimento secundário) surge pelo trabalho do câmbio vascular – que formará xilema e floema secundários – e do felogênio, que constituirá a periderme.

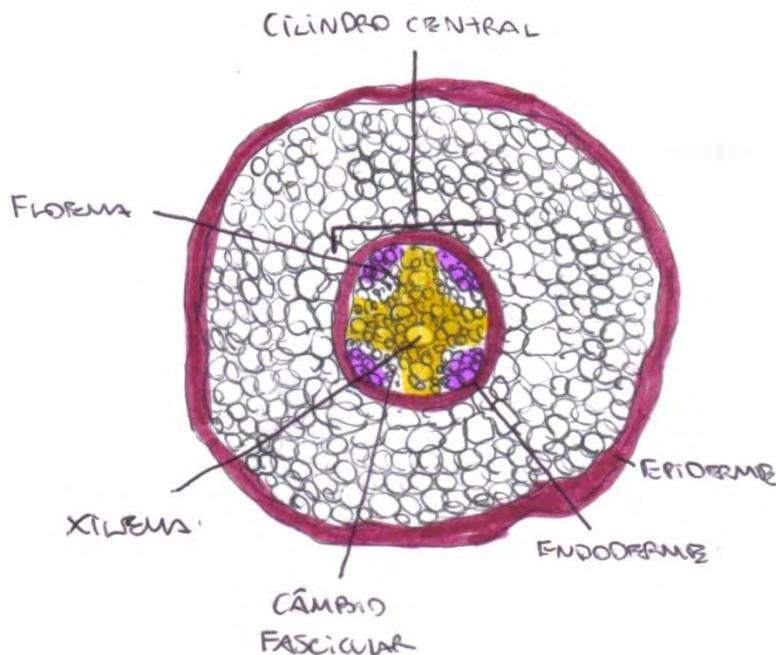


FIGURA 10: CORTE TRANSVERSAL DA RAIZ DE UMA DICOTILEDÔNEA.

Ao chegarmos ao **caule** das angiospermas temos os feixes vasculares que constituem o sistema de transporte dessas plantas. Ficam distribuídos pelo parênquima medular em monocotiledôneas e, em eudicotiledôneas, formam um círculo ao redor do parênquima medular. O floema é mais externo ao xilema. Em crescimento secundário, o câmbio vascular produz xilema para perto da medula e floema para o lado do córtex. O felogênio forma a periderme.

Enquanto as plantas efetuam o crescimento secundário, a região interna do caule, composta basicamente por xilema, vai deixando de ser funcional. Apenas a parte mais externa do xilema continua viva, para que a planta não morra. Antes de morrerem, as células xilemáticas sofrem deposição de uma série de substâncias que as endurecem e protegem contra decompositores; essa região passa a ser denominada cerne. A parte funcional do xilema é o alburno, com coloração mais clara que o cerne.

Quando analisamos um corte de madeira transversal, percebemos que existem anéis concêntricos sucessivos: são os anéis de crescimento. Esses anéis são chamados anuais em plantas de regiões temperadas, pois a planta se desenvolve em função da temperatura. Os anéis iniciais ou primaveris (claros) se desenvolvem durante períodos mais quentes, desenvolvendo células menos densas com paredes finas. Os anéis tardios (escuros), com células de paredes espessas e densas, se desenvolvem durante períodos mais frios.

As folhas são revestidas pela epiderme. Externamente à epiderme existe uma camada de cera impermeável, a cutícula. Na face anterior da folha diferenciam-se os estômatos. Na região central da folha diferenciam-se os parênquimas clorofilados paliçádicos e lacunoso/esponjoso que, em conjunto, compõem o mesofilo.

O parênquima clorofilado paliçádico é constituído por células justapostas que se localizam junto à superfície superior da folha, para protegê-la da luz e do calor excessivo. Abaixo do paliçádico, onde a luz já está difusa e menos intensa, o parênquima lacunoso se distribui livremente. Plantas que estão expostas a condições severas de luminosidade e calor podem desenvolver criptas estomáticas na face inferior da folha; são reentrâncias que contêm estômatos, para evitar a desidratação.

As nervuras ocorrem no mesofilo e são os feixes vasculares de xilema, geralmente localizados no lado superior, e de floema, geralmente localizados no lado inferior.

MORFOLOGIA VEGETAL

Tá bem, já falamos um pouco de caule e raiz por aqui. Mas como esses órgãos das plantas se desenvolvem? Que tipos existem? Agora é a hora de nos aprofundarmos um pouco na morfologia desses seres, não esquecendo dos demais órgãos vegetais sobre os quais falamos bem pouco ou nem mencionamos até agora: a folha, a flor, o fruto e a semente.

RAIZ E CAULE

Existem dois tipos principais de sistemas radiculares em angiospermas: o pivotante e o fasciculado. Como já mencionamos na apostila de Botânica I, o sistema radicular pivotante, ou sistema radicular ramificado, é característico das eudicotiledôneas. Na ocasião da germinação da semente surge a primeira raiz (radícula) que origina a raiz principal, chamada pivotante ou axial, da qual partem raízes laterais que também podem apresentar ramificações; o sistema radicular fasciculado é característico das monocotiledôneas. Quando sementes monocotiledôneas germinam, a radícula logo degenera. Da base do caule surgem

numerosas raízes, que formam um feixe ou cabeleira: são as raízes adventícias. Essas raízes são eficientes no combate à erosão do solo.

As raízes apresentam adaptações de acordo com o ambiente em que estão se desenvolvendo. São elas as raízes suporte, as estrangulantes, as respiratórias, as sugadoras e as tuberosas. As raízes **suporte** (ou escora) são aquelas aéreas que dão equilíbrio à planta; um exemplo é o milho. As raízes **tubulares** ocorrem quando ramos radiculares de suporte se fundem ao caule, adquirindo aspecto de tábuas, para auxiliar na fixação da planta. Estas raízes também atuam como raízes respiratórias; temos como exemplo as figueiras. Algumas epífitas produzem raízes aéreas que possuem crescimento secundário, da mesma forma que sua planta-suporte; são as raízes **estrangulantes**. Assim, com o passar do tempo, as raízes da epífita podem comprimir o caule da planta-suporte, impedindo o fluxo do xilema e matando-a. Há casos em que a planta hospedeira não apresenta crescimento secundário e seu xilema não chega a ser comprimido. Nesse caso, a raiz da epífita é considerada apenas uma variação da raiz-escora, como no araçá e no mata-pau, por exemplo. As raízes **respiratórias** (ou pneumatóforos) ocorrem em plantas que vivem em solos pobres em oxigênio e precisam desenvolver raízes aéreas que permitem a aeração através de orifícios chamados de pneumatódios; temos como exemplo as plantas de manguezais. As raízes **sugadoras** (ou haustórios) são características de plantas parasitas que possuem raízes aéreas adaptadas para sugar a seiva da planta hospedeira. Plantas holoparasitas (ou apenas parasitas) não possuem clorofila, pois suas raízes sugam a seiva elaborada do xilema da planta hospedeira; já as plantas hemiparasitas sugam apenas a seiva bruta, oriunda do floema, que não contém nutrientes orgânicos. Temos como exemplo de parasita o cipó-chumbo; a erva-de-passarinho é exemplo de hemiparasita. As raízes **tuberossas** são raízes subterrâneas que atuam como órgãos de reserva de nutrientes. Temos como exemplo a cenoura, a beterraba, o nabo, a batata-doce e a mandioca, entre outros.

Os **caules** atuam fornecendo suporte para as folhas e favorecendo a condução da seiva bruta e elaborada das raízes às folhas e vice-versa. Nos nós dos caules estão presentes as gemas laterais, responsáveis pela formação de folhas e ramos. Os principais tipos de caule são: tronco, haste, colmo e estipe. O **tronco** é um caule aéreo, ereto, com ramificações, típico de eudicotiledôneas. A haste é o caule aéreo presente em muitas ervas e no feijão. O **colmo** é comum em monocotiledôneas e se apresenta como um caule cilíndrico, em que se observam os nós e os entrenós nitidamente, como na cana-de-açúcar e no bambu, por exemplo. O estipe é um caule também cilíndrico, mais espesso que o colmo, com nós e entrenós evidentes e que apresenta folhas no ápice, como é o caso das palmeiras.

Os caules também apresentam algumas adaptações especiais para a sobrevivência da planta. São elas: o rizóforo, o caule volúvel, o caule rastejante, o

cladódio, o tubérculo e o bulbo. O **rizóforo** é constituído por ramos caulinares que descem em direção ao solo e formam raízes adventícias para ajudar na estabilização e sustentação da planta, comuns em plantas de mangue. O caule **volúvel** se eleva do solo, enrolando-se em qualquer suporte ereto, e é característico de plantas trepadeiras. O caule **rastejante** (ou prostrado) do tipo sarmento é um caule aéreo incapaz de sustentar suas folhas, desenvolvendo-se rente ao chão, com suas raízes fixas em apenas um ponto. É o caso do chuchu. Já o caule rastejante do tipo estolho (ou estolão) é um caule aéreo rastejante em que há enraizamento em diversos pontos, assim, se a ligação entre uma raiz e outra for interrompida, cada ponto forma uma nova planta (propagação vegetativa); é o caso da grama e dos morangueiros. O **cladódio** é um caule aéreo com função fotossintetizante e/ou com reserva de água, como os cactos. O **rizoma** é um caule subterrâneo que se desenvolve paralelamente ao solo; dele emergem folhas aéreas (que podem originar pseudocaules), como acontece com a bananeira. O **tubérculo** é um caule subterrâneo rico em nutrientes. Cuidado para não confundir com as raízes tuberosas! Para diferenciarmos um do outros, devemos procurar por gemas, ou botões vegetativos, que são típicos do caule. A batatinha comum e o gengibre possuem essas estruturas bem evidentes (popularmente conhecidas como “olhos”). O **bulbo** corresponde ao conjunto de caule e folhas subterrâneas, como é o caso da cebola e do alho. Podemos encontrar uma parte central nesses vegetais que corresponde ao caule e é chamado de prato, no qual partem as folhas modificadas que acumulam reservas nutritivas: os catáfilos. No caso do alho, cada dente é um bulbo e, por isso, essa planta é classificada como bulbo composto.

FOLHA, FRUTO E SEMENTE

As principais estruturas que compõem uma **folha** são o limbo (porção fotossintetizante achatada e ampla da folha, também responsável pela transpiração), o pecíolo (estrutura que liga o limbo à bainha), a bainha (estrutura que prende as folhas ao caule), e as estípulas (estruturas com forma de escama, localizadas no caule de muitas plantas vasculares, junto à bainha das folhas). Qualquer uma dessas estruturas pode estar ausente em uma folha.

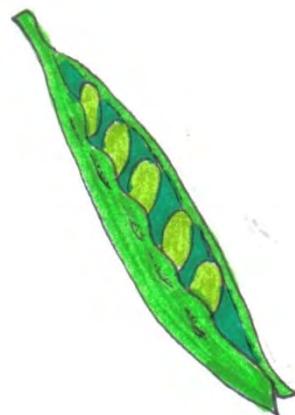
Pode acontecer de o limbo ser dividido em várias partes com aspectos de folhas (folíolos). Nesse caso, fala-se em uma folha composta. Folhas de monocotiledôneas são consideradas invaginantes, pois não contém pecíolo e a bainha é bem desenvolvida. Eudicotiledôneas possuem, na maioria dos casos, pecíolo para ligar a folha ao caule, por isso são chamadas de peciolados.

As folhas das angiospermas, assim como as raízes e os caules, também possuem adaptações de acordo com seu modo de vida. São elas as gavinhas, as brácteas e as folhas de plantas de carnívoras. As **gavinhas** são folhas modificadas que prendem a planta em algum suporte, como a ervilha. Quando a gavinha é formada por caule modificado, podemos citar orquídeas, o maracujá e a uva como exemplos. As brácteas são folhas presentes na base das flores. Geralmente são pouco vistosas, mas podem ser coloridas, atraindo polinizadores; temos como exemplo o bico de papagaio e a primavera. Já as **folhas de plantas carnívoras** são folhas adaptadas para a captura e digestão de pequenos animais, como as presentes no gênero Nepenthes e Dionaea.

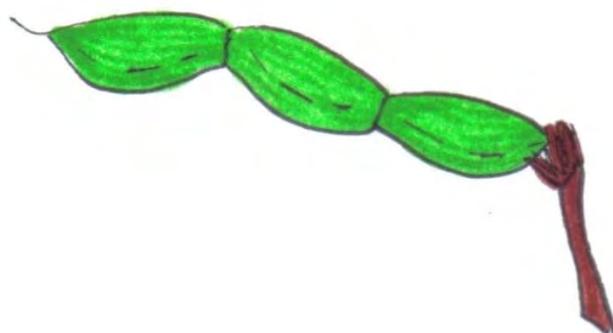
Agora vamos falar dos frutos! Na maioria dos casos, após a fecundação, há desenvolvimento do ovário vegetal, que origina o fruto. O fruto tem como função proteger a semente e auxiliar na disseminação da espécie. O **pericarpo** corresponde à parede desenvolvida do ovário, ou seja, ao fruto propriamente dito, e é formado pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O **epicarpo** é a parte externa do fruto, representado a modificação da epiderme externa do ovário. O **mesocarpo** é a “polpa” do fruto, entre o epicarpo e o endocarpo; é a modificação do tecido localizado entre o epicarpo e o endocarpo. O **endocarpo** é a parte interna do fruto e corresponde à modificação da epiderme interna do ovário. O pericarpo envolve a semente, que é formada por tegumento e amêndoas. O tegumento é originado pelo desenvolvimento dos tegumentos do óvulo e a amêndoas é formada pelo embrião e o endosperma.

Existem plantas cujo ovário origina o fruto sem que tenha ocorrido fecundação. Nesse caso, o fruto é partenocárpico, como a banana, por exemplo. Os frutos são divididos, ainda, em dois tipos: carnosos e secos. Os frutos **carnosos** apresentam pericarpo suculento, coriáceo ou fibroso. São eles a baga e a drupa. A **baga** é formada por várias sementes, facilmente separadas do fruto, como é o caso da uva, do tomate (sim, tomate é fruta!), da laranja, do mamão, da goiaba e da melancia. A **drupa** ocorre quando o tegumento da semente é fundido à parede interna do pericarpo, que pode ser coriáceo ou fibroso, formando um caroço. Geralmente apresenta uma semente, como a ameixa, a azeitona, o pêssego e a manga.

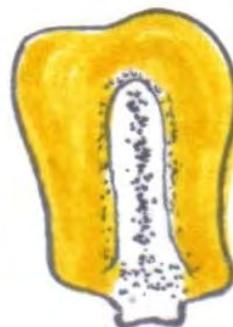
Os frutos **secos** apresentam pericarpo seco. Podem ser desíscentes, que se abrem naturalmente quando maduros, ou indeiscentes, que não se abrem quando maduros. Temos dois tipos de frutos secos **desíscentes**, o **legume** e o **lomento**. O legume, ou vagem, ocorre na maioria das leguminosas, como o feijão e a ervilha, e abre-se através de duas fendas longitudinais.



Já o lomento divide-se em segmentos na maturação.



Os frutos indeiscentes apresentam mais tipos. O cariopse, ou grão, é uma só semente que se liga ao pericarpo do fruto em toda sua extensão, como é o caso dos grãos de trigo, do milho e do arroz.





O fruto aquênio é uma só semente ligada ao pericarpo em um único ponto, como é o caso do fruto do girassol.



E, por fim, a sâmara é caracterizada pela parede do ovário formando expansões aladas.



Existem também os pseudofrutos, estruturas suculentas que não se desenvolvem a partir da parede do ovário. Os pseudofrutos podem ser simples, agregados (compostos) e múltiplos (inflorescências). Nos frutos simples o receptáculo floral se desenvolve e origina o pseudofruto, como é o caso da maçã e da pera; quando o pedúnculo se desenvolve e origina o pseudofruto, podemos citar a parte suculenta do caju como exemplo. Os frutos compostos são provenientes do desenvolvimento do receptáculo de uma flor que contém muitos ovários, como o morango, por exemplo. Muitos aquênios ficam associados ao receptáculo da flor (parte carnosa). As infrutescências são provenientes do desenvolvimento de ovários de muitas flores de uma inflorescência, como é o caso da amora, do abacaxi e do figo.



FIGURA 11: FRUTO SIMPLES.



FIGURA 12: FRUTO COMPOSTO.

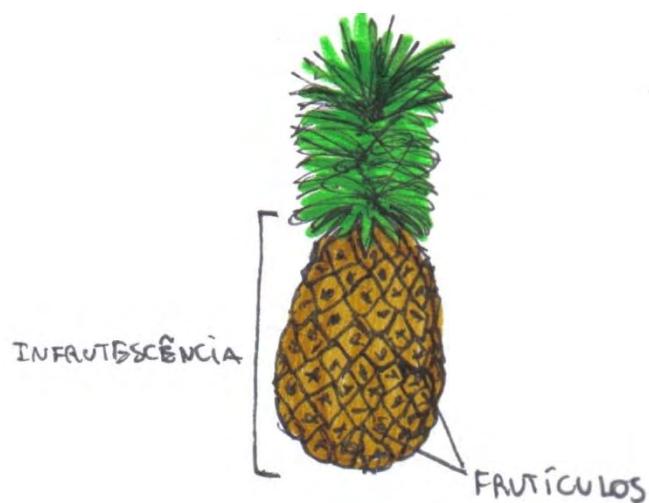


FIGURA 13: INFRUTESCÊNCIAS.

DISPERSÃO DOS FRUTOS E DAS SEMENTES

É imprescindível que frutos e sementes dispersem com sucesso para que as plantas consigam explorar novos ambientes. Existem alguns tipos de dispersões que possibilitam a sobrevivência e o sucesso evolutivo das angiospermas: a anemocoria, a zoocoria e a hidrocoria. A dispersão **anemocórica** ocorre pelo vento; as sementes ou os frutos são leves, com pelos ou expansões aladas. A dispersão **zoocórica** é a que ocorre por animais; os frutos são atraentes, servindo de alimento para os animais, ou com especializações para se prender aos pelos deles. A dispersão **hidrocórica** ocorre pela água; os frutos ou as sementes retêm o ar e, dessa forma, podem ser transportados flutuando pela água.

FISIOLOGIA VEGETAL

Agora chegou a parte da fisiologia das plantas, ou seja, das funções que o organismo desses seres realiza. Vamos estudar sobre os nutrientes e seu transporte dentro dos vegetais, estruturas especializadas, hormônios e como o dia e luz solar se relacionam com as plantas.

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELAS RAÍZES

Lembram do xilema e do floema que falamos lá em cima? Pois então, o xilema está diretamente ligado ao transporte de nutrientes nos vegetais. Ele é responsável por levar água e sais minerais (substâncias inorgânicas) das raízes a todas as partes do organismo. A essa solução extraída do solo damos o nome de seiva bruta, que já mencionamos anteriormente.

Os diferentes sais minerais são necessários em quantidades desiguais pelas plantas: macronutrientes, ou macroelementos, são nutrientes inorgânicos necessários em abundância, enquanto os micronutrientes, ou microelementos, são necessários em pequenas quantidades

Para chegar até o xilema, os nutrientes e a água absorvidos na raiz, principalmente na zona dos pelos absorventes, se deslocam em direção ao cilindro central por espaços existentes entre as células do parênquima, ou por difusão através dos citoplasmas celulares. A presença das estrias de Caspary na endoderme obriga que a solução de água e sais minerais atravesse o citoplasma celular, o que pode impedir uma eventual contaminação. Ao chegar no cilindro central, a solução é bombeada em direção aos traqueídes e elementos de vaso. A condução da água e sais minerais pelo xilema é explicada pela teoria da coesão-tensão.

Teoria da coesão-tensão!

- ✓ As moléculas de água se mantêm unidas por forças de coesão no interior de finíssimos vasos xilemáticos, formando uma coluna líquida contínua das raízes até as folhas;
- ✓ Quando as folhas perdem água por transpiração, suas células absorvem água proveniente do xilema, gerando uma força de succão (tensão) que “puxa” a coluna líquida de dentro dos vasos do xilema.

A seiva elaborada, composta por substâncias orgânicas derivadas da fotossíntese, é conduzida das folhas às raízes através do floema. A importância desse vaso condutor pode ser demonstrada através da retirada de um anel da casca de uma árvore (anel de Malpighi), composto por periderme, parênquima e floema. Ao fazê-lo, rompemos a continuidade dos vasos floemáticos, impedindo que as substâncias orgânicas produzidas nas folhas cheguem até as raízes, o que pode causar sua morte. Além disso, após algumas semanas, verificamos um inchaço da região superior ao anel de Malpighi, causado por acúmulo de substâncias orgânicas no local.

A teoria empregada para explicar a condução da seiva elaborada pelos vasos floemáticos é a teoria do desequilíbrio osmótico, que explica que o transporte dessa seiva é resultado da diferença de pressão osmótica nas duas extremidades dos vasos liberianos: nas folhas, a pressão osmótica sobre os vasos seria grande, pois esse é o local onde as substâncias orgânicas oriundas do processo fotossintético são bombeadas para o interior. Em órgãos consumidores (como as raízes), a pressão osmótica é menor, pois essas substâncias são retiradas do floema para consumo. O fluxo de água através desse gradiente leva consigo as substâncias orgânicas da fotossíntese.



OS ESTÔMATOS E A TRANSPIRAÇÃO

Os estômatos são furinhos presentes na superfície das folhas que têm como principal função permitir a entrada de gás carbônico para a fotossíntese, regulada pela sua abertura e fechamento. São formados por duas células em formato de feijão, as células-guarda (ou estomáticas), ricas em cloroplastos. Estas células recebem suporte de células subsidiárias, também chamadas de anexas ou acessórias. No momento em que ocorre a troca de gases mencionada antes (estômagos estão abertos) está acontecendo a transpiração, em que o vapor d'água presente na folha se dissipa para o ambiente.

Essa transpiração acontece da seguinte forma: quando as células-guarda recebem íons potássio, sua pressão osmótica é aumentada em relação às células vizinhas, que absorvem muita água, tornando-se túrgidas. As microfibrilas de celulose destas células estão orientadas para que, quando elas fiquem túrgidas, o ostíolo se abra, permitindo o fluxo de gases e de vapor d'água, e para que, quando elas fiquem flácidas pela saída de água, decorrente da saída de íons potássio, o poro se feche.

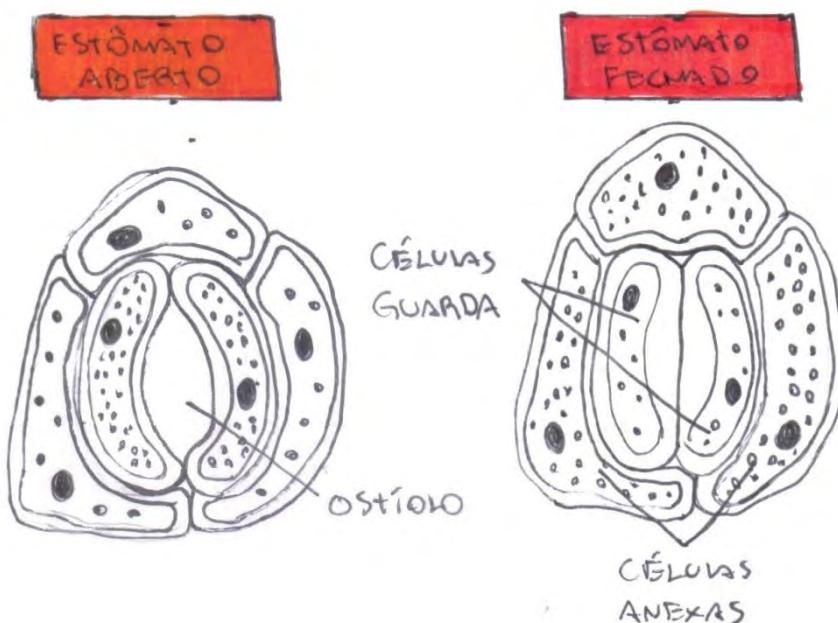


FIGURA 14: ESTÔMATO ABERTO E FECHADO.

Alguns fatores ambientais podem influenciar a abertura dos estômatos, como a intensidade luminosa, a concentração de CO₂ e o suprimento hídrico. A luz, principalmente o comprimento de onda azul, promove a migração de íons potássio para dentro das células-guarda, o que permite a abertura dos ostíolos. Em função disso, na maioria das plantas, os estômatos se abrem durante o dia e se fecham durante a noite. Quando se diminui a luz incidente, a taxa fotossintética cai. Isto promove um aumento da concentração de gás carbônico, que é continuamente produzido durante a respiração celular. Como o mesófilo (parte do meio da folha) já tem CO₂ suficiente para a fotossíntese, os estômatos se fecham até que ele seja consumido.

A falta de água no solo promove a produção de um fitormônio chamado ácido abscísico, que faz com que os íons potássio deixem as células-guarda. Dessa forma, os estômatos se fecham, mesmo que exista luz para a fotossíntese e os níveis de CO₂ estejam baixos na folha.

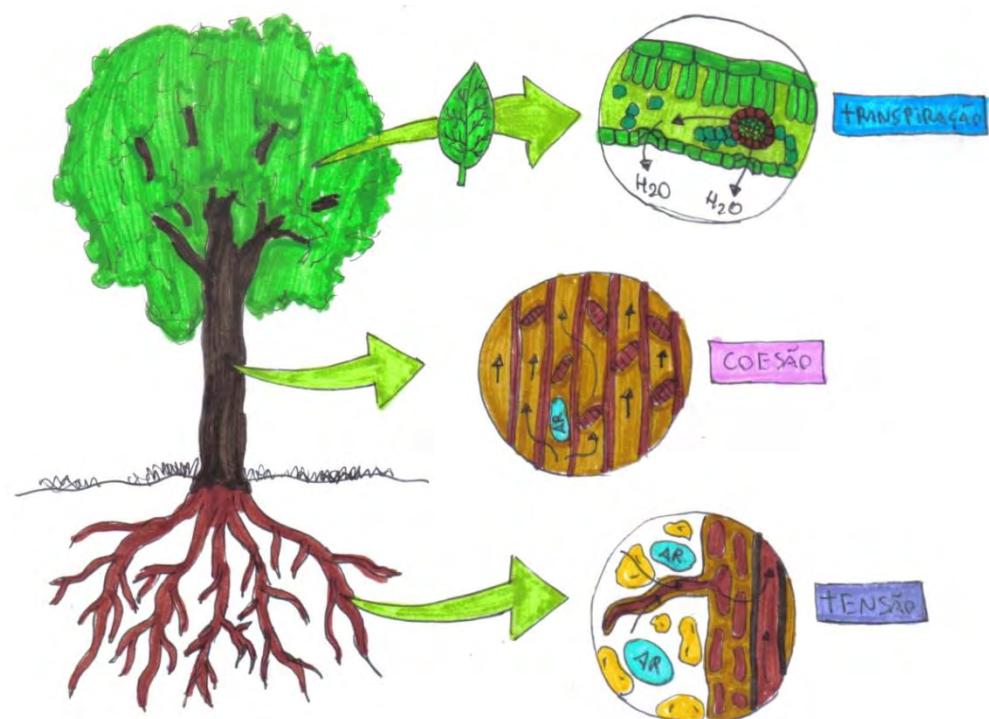


FIGURA 15: TRANSPIRAÇÃO, COESÃO E TENSÃO.

FITORMÔNIOS

Alguns fatores internos e externos às plantas interagem para controlar o seu desenvolvimento e crescimento. Dentre os fatores internos destacam-se os hormônios vegetais, que possuem diversos efeitos de acordo com o local onde atuam, com a concentração e o estágio de desenvolvimento do órgão. Vamos falar um pouco sobre alguns desses fitormônios.

As **auxinas** são produzidas no meristema do caule, folhas jovens e sementes. São transportadas do parênquima até as raízes e são responsáveis pelo crescimento de caules e raízes por meio de alongamento de células recém-formadas nos meristemas. Também inibem o alongamento da planta em altas concentrações e atuam no fototropismo (crescimento vegetal em função da luz) e no geotropismo (capacidade vegetal de se desenvolver contra ou a favor do sentido da gravidade terrestre). O caule possui fototropismo positivo e a raiz apresenta fototropismo negativo. A produção de auxinas pela gema apical pode inibir o desenvolvimento das gemas laterais mais próximas, resultando em dominância apical.

As **giberelinas** são produzidas nas raízes, meristema apical, brotos de folhas e embrião. Estimulam a floração, o crescimento de caules, frutos e folhas, com pouco efeito sobre o crescimento das raízes. Auxinas e giberelinas atuam em conjunto e a mistura desses hormônios é utilizada para desenvolvimento de frutos sem sementes (partenocápicos). Também podem atuar em conjunto com citocininas, que são importantes no processo de germinação de sementes (a embebição de uma semente faz com que seu embrião libere giberelinas, promovendo a saída do estado de dormência e o início do desenvolvimento vegetal).

Essas **citocininas** são produzidas nas raízes e transportadas pelo xilema, estimulando a divisão celular (citocinese). São responsáveis pelo crescimento e diferenciação de raízes e atuam em conjunto com auxinas na dominância apical, com efeitos antagônicos (auxinas que descem pelo caule inibem o crescimento das gemas laterais e, quando o meristema apical é cortado, as citocininas comandam o desenvolvimento das gemas laterais, as florações). Também são responsáveis por retardar o envelhecimento da planta.

O **ácido abscísico** é produzido nas folhas velhas, coifa e caule e é transportado pelo xilema e floema. Tem função inibitória no crescimento da planta e é responsável pela interrupção do crescimento, que ocorre no inverno. Atua no crescimento de raízes e controla o fechamento dos estômatos quando há pouca água disponível no ambiente. Presente em altas concentrações em sementes e frutos, está relacionado à dormência (quando as sementes não germinam imediatamente após serem produzidas).

O **etileno** é uma substância gasosa produzida em diversas partes da planta e que se difunde nos espaços intercelulares. Induz o amadurecimento de frutos e

participa na abscisão foliar (queda das folhas); têm função contrária à das auxinas (no outono, a concentração de auxinas em certas folhas pode diminuir, o que leva à produção de etileno e à queda das folhas).

FOTOPERIODISMO

O fotoperíodo corresponde à duração do período iluminado do dia. Algumas espécies têm seu florescimento estreitamente relacionado a esse fator (essa resposta fisiológica chama-se fotoperiodismo). As plantas podem ser classificadas de três maneiras de acordo com seu fotoperiodismo. As **plantas de dia curto** florescem quando a duração da noite é igual ou maior ao fotoperíodo crítico (valor-limite). Elas florescem no fim do verão, no outono, ou no inverno. As **plantas de dia longo** florescem quando submetidas a períodos de escuro menores que o fotoperíodo crítico. Essas plantas florescem ao final da primavera e no verão. As **plantas que florescem independentemente do fotoperíodo** têm sua floração em resposta a outros tipos de estímulos.

FITOCROMOS E DESENVOLVIMENTO

O fitocromo é uma proteína verde-azulada presente no citoplasma vegetal que confere às plantas a capacidade de responder ao fotoperíodo. Ela pode estar presente em duas formas interconversíveis: o fitocromo R (forma inativa - phytochrome red – fitocromo vermelho), e o fitocromo F (forma ativa - phytochrome Far red – fitocromo vermelho-longo).

O fitocromo R pode se transformar em F ao absorver luz vermelha no comprimento de onda na faixa dos 660nm; o contrário ocorre quando a planta absorve comprimento de onda vermelha na faixa de 730nm ou na escuridão. A planta recebe ambos os comprimentos de onda durante o dia e, portanto, possui os fitocromos F e R. À noite, apenas o fitocromo R pode se formar. Dependendo do período de escuridão, a conversão pode ser total, fazendo com que a planta apresente apenas o fitocromo R (Fig. 16).

Em plantas de dias curtos, o fitocromo F inibe a floração; plantas de dia longo florescem se o período de escuro não for muito prolongado, pois o fitocromo F induz a floração.



Além disso, os fitocromos também atuam sobre a germinação de sementes. Esse é o motivo pelo qual várias sementes precisam ficar expostas à luz para germinar (indução pelo fitocromo F).

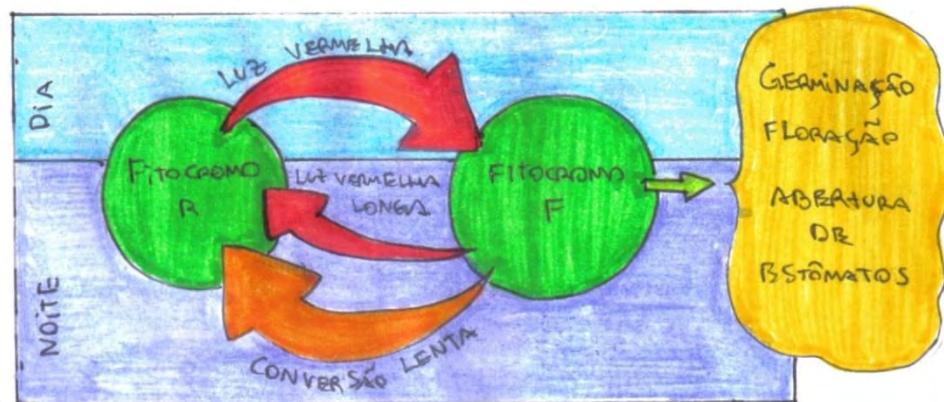


FIGURA 16: CONVERSÕES DO FITOCROMO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS.

PARTE III

BIOLOGIA

04

ECOLOGIA II COMUNIDADE E POPULAÇÕES

meSalva!

ECOLOGIA II - COMUNIDADES E POPULAÇÕES

COMPREENDENDO AS COMUNIDADES (OU JUNTOS SOMOS UM!)



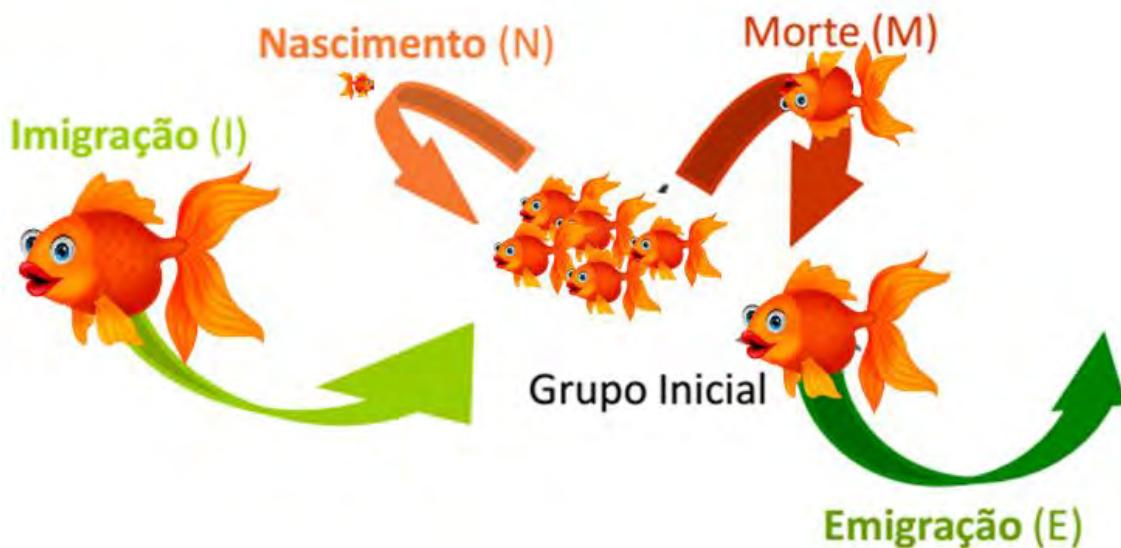
As comunidades, como já estudamos brevemente, são o conjunto de diferentes populações. As populações são conjuntos de organismos da mesma espécie, que se reproduzem entre si gerando descendentes férteis, que habitam o mesmo local no mesmo tempo. Uma população é, ao mesmo tempo, uma comunidade reprodutiva, uma unidade genética e uma unidade ecológica. Uma comunidade reprodutiva porque os organismos da população estão cruzando entre si e embaralhando os seus genes. Uma unidade genética porque os indivíduos de uma população apresentam maior similaridade genética entre si do que com indivíduos de outras populações, podendo inclusive possuir genes que não são compartilhados com outras populações. Uma unidade ecológica porque é um grupo de indivíduos que desempenham o mesmo papel ecológico (nicho) em um determinado ecossistema.

Já pararam para pensar por que algumas espécies são mais raras e outras mais comuns ou então por que há espécies que estão mais presentes em determinados lugares e menos em outros? Isso pode ser explicado basicamente por fatores externos à elas, como condições físicas e químicas do local, o nível de recursos disponíveis, a presença de competidores, predadores, entre outros. A partir desses fatores, se consegue fazer relações e medir a abundância de determinada espécie em uma unidade de área pelo seu “n” (número de

indivíduos), a chamada **densidade populacional**. A porcentagem de ocorrência da espécie na comunidade corresponde à frequência relativa de determinada espécie, determinada **dominância numérica**.

Já a **dominância qualitativa** ocorre quando a função (nicho) de uma população é a mais importante dentro da comunidade. Ex.: produtores. A diversidade de uma comunidade é medida através da análise do número de espécie e de suas frequências relativas de ocorrência. As comunidades também estão sujeitas à interferência humana, a qual chamamos de **intervenção humana ou antrópica**.

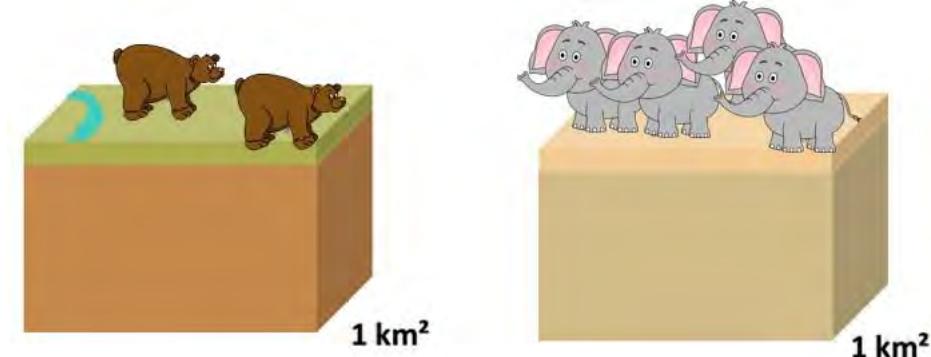
CRESCIMENTO POPULACIONAL (OU DEPOIS DE NOVE MESES VOCÊ VÊ O RESULTADO)



Galera, o tamanho das populações permanece relativamente constante com o decorrer do tempo quando falamos em ecossistemas em equilíbrio. As possíveis mudanças que acontecem numa população podem afetar outras, causando desequilíbrios ambientais.

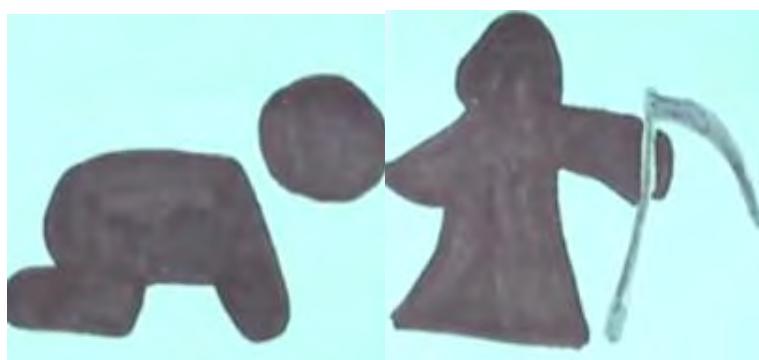
A quantidade de indivíduos de uma população em determinado local, a **densidade populacional (D)**, pode ser definida pelo número de indivíduos de uma população (N) dividido pela unidade de área ou de volume que aquela população ocupa (A), resultando na seguinte fórmula:

$$D = \frac{N}{A}$$



O índice de crescimento populacional (IC) considera fatores que interferem na densidade populacional, como a taxa de natalidade (TN) e a de mortalidade (TM). Para obtermos esse índice, dividimos a taxa de natalidade pela de mortalidade. Em ambas as taxas, o fator tempo é importante.

$$IC = \frac{TN}{TM}$$



A taxa de crescimento populacional bruto (TCB) corresponde apenas à variação do número de indivíduos em um período considerado, e não ao tamanho da população. Já a taxa de crescimento populacional relativo (TCR) determina a taxa de crescimento em relação ao tamanho da população. Para calcular a taxa de crescimento populacional bruto, subtraímos o número de indivíduos da população no tempo final pelo número de indivíduos da população no tempo inicial e dividimos pelo tempo total do crescimento populacional, da seguinte forma:

$$TCB = \frac{nf - ni}{tempo}$$

Para calcular a taxa de crescimento populacional relativo, subtraímos o número de indivíduos da população no tempo final pelo número de indivíduos da população no tempo inicial, dividido pelo número de indivíduos da população no tempo inicial, e então dividimos pelo tempo total do crescimento populacional, da seguinte forma:

$$TCR = \frac{nf - ni / ni}{tempo}$$

Pensar as relações que se estabelecem em uma população, pressupõe que pensemos também a relação com o ambiente onde se está. Se uma população aumenta muito isso, gera consequências, como maior consumo de recursos, o que pode afetar outra população que também utiliza ele. Alguns fatores afetam negativamente o número populacional, como a diminuição de algum recurso ou até mesmo doenças (que geralmente tem aumento de frequência quando a população é muito grande).

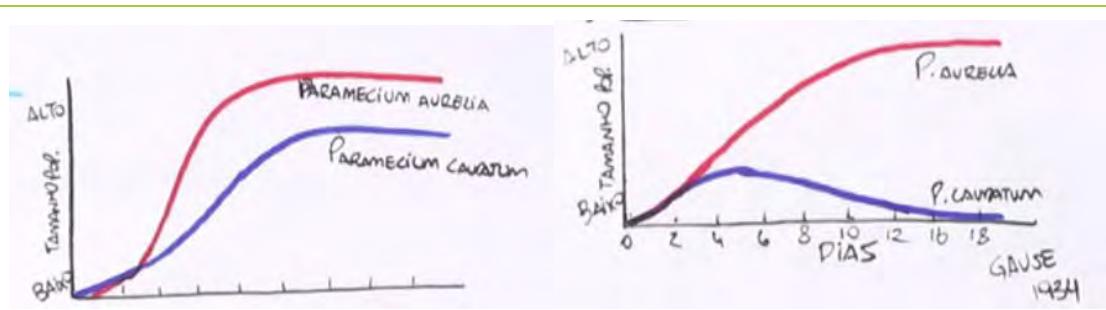
FATORES REGULADORES DO TAMANHO DA POPULAÇÃO

Competição intraespecífica

Ela determina a densidade da população em determinado local. Um bom exemplo disso, é a competição por território.

Competição interespecífica

Ela pode determinar a especialização do nicho ecológico, o controle da densidade das duas populações em interação ou então a extinção de uma delas. Aqui falamos em Princípio de Gause, onde duas espécies podem ocupar o mesmo habitat, porém não o mesmo nicho ecológico por muito tempo.



Parasitismo

Os parasitas geralmente se instalam apenas em uma ou em algumas espécies, sendo mais específicos na obtenção de alimento do que predadores.

Predação

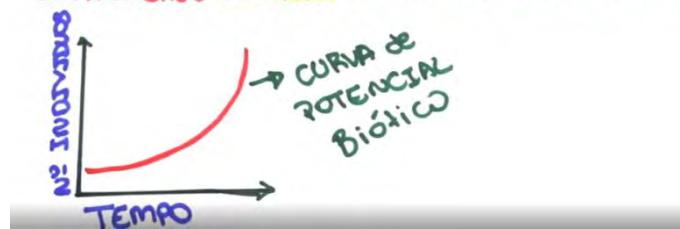
A população de predadores pode determinar a densidade da população de presas e ao contrário também.

POTENCIAL BIÓTICO E ESTRUTURA ETÁRIA

A capacidade potencial da população de aumentar o número de indivíduos em condições ideais, isto é, sem que nada impeça este aumento, é chamado de **potencial biótico**. Já a **resistência ambiental** corresponde ao conjunto de fatores da comunidade que se opõem ao potencial biótico populacional. É determinado pela diferença entre a taxa teórica de crescimento de uma população em condições ideais e a taxa real observada na natureza.

POTENCIAL BIÓTICO

CAPACIDADE INATA DA POPULAÇÃO AUMENTAR



A estrutura etária de uma população refere-se à proporção dos indivíduos das várias faixas etárias. As populações em crescimento têm muitos indivíduos jovens, enquanto populações estáveis apresentam certo equilíbrio entre jovens e adultos.

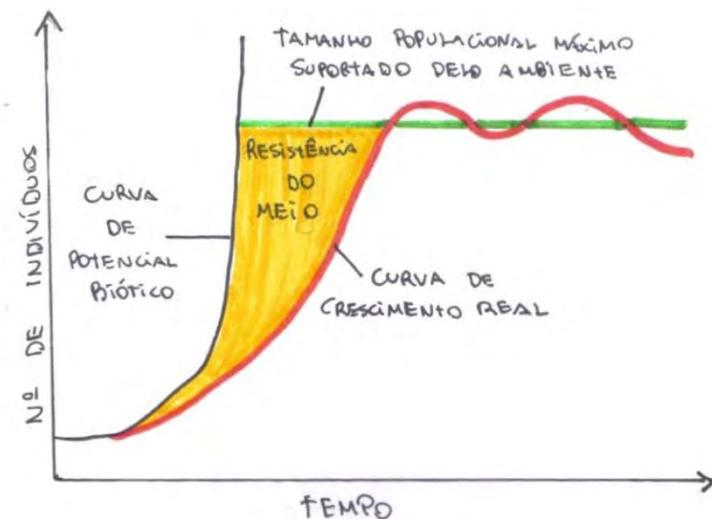


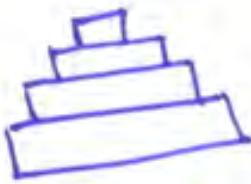
GRÁFICO QUE REPRESENTA AS CURVAS DE POTENCIAL BIÓTICO E DE CRESCIMENTO REAL DE UMA DETERMINADA ESPÉCIE. A ÁREA EM ROSA APRESENTA A RESISTÊNCIA AMBIENTAL AO CRESCIMENTO POTENCIAL DA ESPÉCIE EM QUESTÃO, OU SEJA, A CAPACIDADE DE SUPORTE QUE A COMUNIDADE APRESENTA ÀQUELA POPULAÇÃO.

PIRÂMIDES ECOLÓGICAS (OU O CALIFA TÁ DE OLHO NA BIOMASSA DELA!)

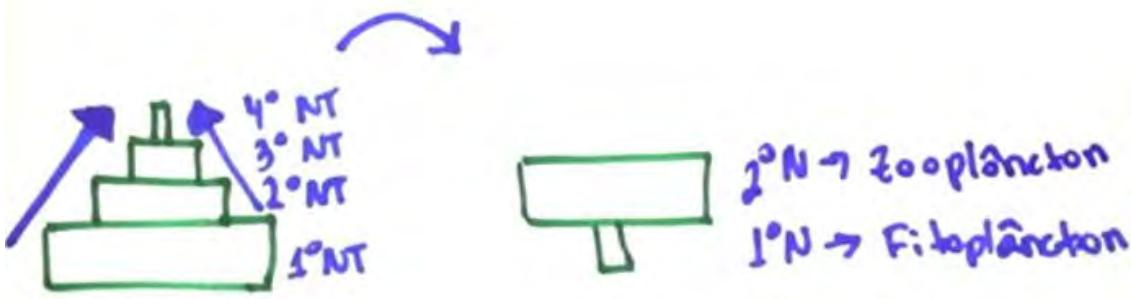
Os níveis tróficos das cadeias alimentares frequentemente são representados por pirâmides ecológicas. Cada degrau da pirâmide representa a população de um determinado nível trófico. A representação em pirâmides

permite-nos visualizar informações que a representação linear da cadeia não permite.

Pirâmides de números - indicam o número de indivíduos em cada nível trófico. Ela pode ter o ápice para cima (pirâmide direta) - quando necessita de um grande número de produtores para alimentar poucos herbívoros - ou para baixo (invertida) - quando falamos por exemplo, em parasitas. Ainda é possível uma figura sem forma de pirâmide, quando por exemplo, uma única árvore sustenta muitos herbívoros.



Pirâmides de biomassa - representa a quantidade de matéria orgânica em cada nível trófico. Ela é expressa em quantidade de matéria orgânica por unidade de área/volume em dado momento. Geralmente, em ambientes terrestres, teremos pirâmides diretas, porém em oceanos e lagos, geralmente teremos pirâmides invertidas, onde algas microscópicas com ciclo de vida curto, e que são rapidamente aproveitadas pelo zooplâncton são os produtores.



Pirâmides de energia - leva em consideração a biomassa acumulada por unidade de área/volume, por unidade de tempo em cada nível trófico, ou ainda, a energia disponível ao próximo nível trófico. Essa pirâmide nunca será invertida, porque a energia sempre diminui ao longo da cadeia alimentar, pois não pode ser criada. Chamamos isso de fluxo de energia unidirecional.

Fluxo de Energia.



PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA BRUTA

É a quantidade de energia produzida pelos autótrofos de um ecossistema em determinado tempo. Ainda podemos associar à taxa de fotossíntese dos autótrofos quando fotossintetizantes.

PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA

É a matéria orgânica incorporada nos tecidos dos autótrofos que não foi utilizada na respiração, estando disponível para o próximo nível trófico.

$$\text{PPL} = \text{PPB} - \text{Respiração}$$

SUCESSÃO ECOLÓGICA (OU NÃO DÁ PRA PLANTAR FLORESTA...)

Mudanças em uma comunidade podem levar ao favorecimento da instalação de uma nova espécie e ao desaparecimento de espécies pré-existentes. Ao longo do tempo, uma comunidade pode tornar-se estável (comunidade clímax), autorregulada. A sequência de estágios de desenvolvimento de uma comunidade é denominada sucessão ecológica. Quando uma comunidade se estabelece em um ambiente previamente desabitado, chamamos de sucessão ecológica primária; quando uma comunidade se estabelece em um ambiente onde costumava existir vida, dizemos que ali ocorreu uma sucessão ecológica secundária.

A sucessão não é um processo sazonal, mas sim dirigido e contínuo. Nela, os próprios organismos modificam o ambiente e o “término” se dá com uma comunidade em equilíbrio com o meio, que não sofre mais alterações em sua estrutura, desde que as condições macroclimáticas não se alterem.

As espécies que iniciam o processo de sucessão são chamadas de **espécies pioneiros** e constituem uma comunidade chamada de **ecese**. Essa geralmente se estabelece em rochas e conta com a presença de líquens e musgos, que juntos com o intemperismo começam a produzir solo. A seguir temos as **comunidades serais** que alteram o ambiente, recrutam novas espécies e se sucedem até o estabelecimento da **comunidade clímax**.

Alguns conceitos sobre sucessões ecológicas:

- ✓ **Espécies pioneiros:** iniciam o processo de sucessão;
- ✓ **Ecese:** comunidade formada pelas espécies pioneiros;
- ✓ **Homeostase:** processo de autorregulação através do qual os sistemas biológicos tentam manter um equilíbrio ou estabilidade, enquanto se ajustam às mudanças de condições ambientais para uma ótima sobrevivência.

É importante lembrar que ocorrem mudanças no perfil da comunidade ao longo dos estágios de sucessão. A composição de espécies muda rapidamente no início e mais lentamente nos estágios intermediários e é mantida aproximadamente constante no clímax. A diversidade de espécies é inicialmente baixa e há predomínio de autótrofos. Ocorre aumento na diversidade e no número de heterótrofos ao longo da sucessão. A diversidade é estável no clímax, já que há maior número de espécies. Já em comunidades mais simples, há menos número de espécies e, assim, poucas opções alimentares, o que torna essas comunidades mais suscetíveis ao desaparecimento de uma espécie, sendo mais instáveis. Às vezes, a diversidade aumenta ao longo da sucessão e declina no clímax. A biomassa aumenta ao longo da sucessão e a teia alimentar (tamanho e complexidade) torna-se mais complexa.

| DIMINUIÇÃO | AUMENTO |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ da produtividade primária líquida ✓ do fluxo de energia ✓ da capacidade de resistir a | <ul style="list-style-type: none"> ✓ do número de espécies (biodiversidade) ✓ da biomassa total da comunidade |

| | |
|-------------------|---|
| exploração humana | <ul style="list-style-type: none">✓ da complexidade da cadeia alimentar✓ do número de níveis tróficos✓ do número de nichos ecológicos✓ da taxa respiratória✓ da eficiência do ciclo de nutrientes✓ da produtividade primária bruta |
|-------------------|---|

RELAÇÕES ECOLÓGICAS (OU FAZENDO AMIGUINHOS)

As populações dentro de uma comunidade interagem entre si e essa interação pode ser entre indivíduos da mesma espécie em uma população (relações intraespecíficas), ou entre indivíduos de populações diferentes (relações interespecíficas). Essas interações podem ser **harmônicas**, em que nenhum dos indivíduos envolvidos se prejudicam, ou **desarmônicas**, em que pelo menos um dos indivíduos é prejudicado.

Interação positiva vantagens >desvantagens

→ sobrevivência/reprodução → pops + natalidade e/ou – mortalidade

Interações negativas desvantagens>vantagens ou essas inexistem

→ sobrevivência / reprodução → – natalidade e/ou + mortalidade.

| RELAÇÃO | A | B |
|------------|---|---|
| HARMÔNIA | + | 0 |
| | + | + |
| DESARMÔNIA | - | 0 |
| | - | - |
| | + | - |

INTRAESPECÍFICAS

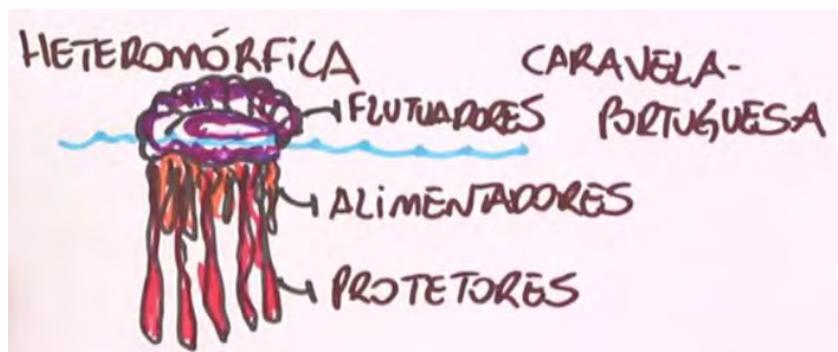
HARMÔNICAS:

- ✓ Sociedade: cooperação entre indivíduos da mesma espécie com divisão de trabalho (anatomicamente diferentes – separados). Nesses grupos, as diferentes funções podem ser exercidas por indivíduos morfologicamente distintos: falamos em sociedades heteromorfas. Em outras sociedades, apesar de haver divisão de trabalho, os indivíduos não são morfologicamente diferenciados para a função que exercem: são as sociedades isomorfas. Ex: formigas e abelhas.



- ✓ Colônia: associação entre indivíduos da mesma espécie anatomicamente unidos entre si. Também podem ser heteromorfas ou isomorfas. A caravela (*Physalia sp.*) é um cnidário colonial, cujos indivíduos são especializados para a flutuação, reprodução e defesa.

✓



DESARMÔNICAS:

- ✓ **Canibalismo:** um indivíduo se alimenta de outro da mesma população. Exemplo: as viúvas negras e os louva-deus, onde após a cópula as fêmeas devoram os machos.
- ✓ **Competição:** disputa por recursos não disponíveis em quantidade suficiente para todos. Quando falamos em recurso, estamos tratando daquilo que após o momento que eu uso, torna-se indisponível para os demais indivíduos, tratando-se, então, de luz para plantas, de água para animais do deserto, ou até mesmo parceiros sexuais, no caso da ave joão-de-barro.

INTERESPECÍFICAS

HARMÔNICAS:

- ✓ **Mutualismo:** os participantes se beneficiam e mantém relação de dependência. O termo simbiose tem sido equivocadamente utilizado como sinônimo de mutualismo. Simbiose refere-se a qualquer associação permanente entre indivíduos de espécies diferentes, seja ela uma interação positiva ou negativa. Assim, podemos considerar três tipos bem definidos de simbiose: o parasitismo, o comensalismo e o próprio mutualismo. A utilização do termo simbiose tem sido ampliada atualmente, usada em qualquer tipo de relação interespecífica. Ex: liquens (uma associação mutualística entre algas e fungos);



- ✓ **Protocolo de cooperação:** organismos podem viver de modo independente, mas se beneficiam associados. Ex.: ave palito e crocodilo, caranguejo eremita e anêmona-do-mar.



- ✓ **Inquilinismo:** indivíduo se protege ao associar-se com outro, sem causar prejuízo. Ex: bromélias e orquídeas (no caso dessas plantas, podemos chamar também de epifitismo!)

- ✓ **Comensalismo:** semelhante ao anterior, a diferença está no objetivo – a associação é em busca de alimento (forrageio). A classificação das interações ecológicas pode variar muito. Em algumas, o comensalismo inclui o inquilinismo, que deixa de ser uma das categorias. Com o mutualismo e a protocolo de cooperação pode acontecer algo semelhante: o mutualismo pode incluir a protocolo de cooperação, que deixa de ser uma categoria válida. Ex.: tubarão e rêmora.



- ✓ **Forésia:** é a associação entre indivíduos de espécies diferentes (relação ecológica interespecífica), na qual um transporta o outro sem se prejudicarem. A forésia também pode ser definida como um caso específico do comensalismo.

DESARMÔNICAS:

- ✓ **Amensalismo (antibiose):** secreção de substâncias que inibem o crescimento de outras populações. Exemplo: o *Pinus elliotti*;
- ✓ **Predatismo:** captura de indivíduo de espécie diferente para alimentação. Exemplo: lebres e linces. Nesse caso também podemos falar de herbivorismo, onde os vegetais são comidos pelas espécies e também em pastejo, quando apenas partes das plantas são consumidas e o organismo mantém-se vivo.
- ✓ **Parasitismo:** o parasita vive no corpo de um indivíduo de outra espécie, o hospedeiro, do qual retira seu alimento. Podem ser ectoparasitas (parasitam a superfície externa - carapatos) ou endoparasitas (parasitam outro organismo internamente, visceralmente - lombrigas);
- ✓ **Competição:** duas (ou mais) populações com nichos ecológicos semelhantes disputam por recursos do ambiente. Isso acontece geralmente quando ocorre sobreposição de nichos ecológicos.

PARTE III

BIOLOGIA

05

ECOLOGIA III ECOSISTEMAS

meSalva!

ECOLOGIA III - ECOSISTEMAS

BIOMAS: GRANDES ECOSISTEMAS TERRESTRES

E aí, Galera, tudo certo? Vamos começar nossa apostila de Ecologia III falando sobre biomas. Os biomas são grandes ecossistemas caracterizados principalmente pela vegetação que possuem. Os fatores que definem onde se desenvolve determinado bioma são, principalmente: a temperatura, a umidade e o tipo de solo. Temperatura é um fator que varia conforme a latitude e a altitude. Quanto maior a latitude ou altitude, menor a temperatura. Desse modo, encontramos vegetação de regiões frias próximas aos pólos e em elevadas altitudes. A definição é dependente do espaço, assim podemos encontrar biomas ao redor do globo, na América do Sul e também dentro do Brasil. A definição e delimitação dos biomas é algo importante, pois serve de base para aplicação e formação de políticas públicas em relação à diversidade brasileira.

Para nos organizarmos e aprendermos sobre essas formações que, além de importantes, são MUITO bonitas, nessa apostila iremos tratar de biomas em um contexto mais global, sendo eles: tundra, floresta boreal, floresta decídua, floresta temperada pluvial, floresta tropical, campos e desertos, e também de biomas brasileiros, como a amazônia, o cerrado, a caatinga, a mata atlântica, o pantanal e o pampa. Além disso, ao final, vamos discutir os ecossistemas aquáticos.

BIOMAS NO MUNDO

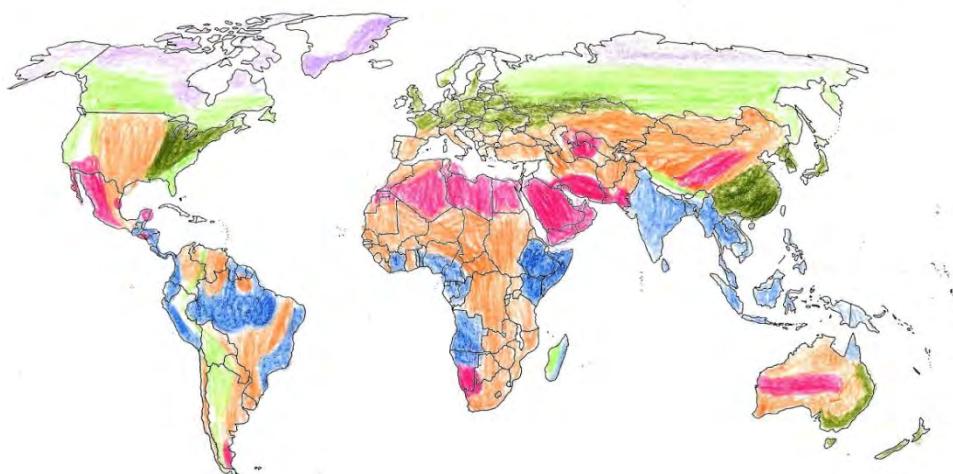


FIGURA 1: MAPA ILUSTRANDO A OCORRÊNCIA DE DIFERENTES BIOMAS NO MUNDO, ONDE EM ROXO, ENCONTRAMOS A TUNDRA, EM VERDE CLARO, A FLORESTA BOREAL, EM LARANJA, OS CAMPOS; EM VERDE ESCURO AS FLORESTAS TEMPERADAS; EM ROSA OS DESERTOS E; EM AZUL AS FLORESTAS TROPICAIS. REGIÕES EM BRANCO CORRESPONDENTES A GELEIRAS OU MONTANHAS COM PICOS DE NEVE.

A tundra é um bioma típico do hemisfério norte, com clima frio e seco. A região apresenta apenas três meses mais quentes durante o ano, nos quais a temperatura máxima não ultrapassa os 10°C. A precipitação é baixa, geralmente na forma de neve. O ecossistema apresenta degelo no verão, quando são formados grandes brejos. Suas plantas são predominantemente herbáceas, como o capim e o junco. Não existem árvores na tundra. Os principais representantes animais são as renas, lemingues, raposas, lebres, e os lobos árticos, além dos insetos e das aves migratórias. Diversos representantes da fauna dessas regiões frias possuem adaptações que evitam a perda de calor do corpo, como: diminuição das extremidades corporais, pelagem desenvolvida, entre outros.

Ao sul da tundra, ainda no hemisfério norte, está a Floresta Boreal (Taiga ou Floresta de Coníferas), que apresenta climas frios com invernos rigorosos. As principais plantas são as coníferas (grupo de gimnospermas ao qual pertencem os pinheiros). Elas possuem adaptações importantes para as condições ambientais locais, como folhas com cutícula grossa e forma acicular (de agulha), que diminuem a perda de água. Seus troncos possuem grossas camadas de corteira, que ajudam a proteger os tecidos internos do frio, pois atuam como isolante térmico. Em função de as árvores não perderem todas as folhas em uma só época, dizemos que essas plantas são perenifólias (com folhas duradouras). O solo é raso, coberto por espessa camada de folhas e ramos mortos em decomposição. Os principais representantes animais são: lobos, ursos, lebres, alces e cervos, ou então, as aves da taiga que migram para o sul nos meses de inverno.

As Florestas Decíduas (Florestas temperadas sazonais ou Caducifólias) estão situadas em regiões de clima temperado (com as quatro estações bem definidas). Este ecossistema possui animais e vegetação adaptados às diferentes variações climáticas. Durante o inverno, alguns animais hibernam ou emigram e as árvores perdem suas folhas, motivo pelo qual são chamadas de decíduas (*deciduous* = que cai) ou caducifólias (*caducus* = que cai). O solo é profundo, rico em matéria orgânica derivada principalmente da queda e decomposição de folhas, frutos e troncos. As árvores apresentam raízes profundas, ao contrário das

que compõem a floresta boreal, com faias, bordos, carvalhos e bétulas. A fauna é composta por javalis, esquilos, leões da montanha, entre outros.

A Floresta temperada pluvial difere da sazonal por não apresentar queda das folhas no inverno (folhas perenifólias) e por ter árvores muito altas. É nesse tipo de local que encontramos as sequoias, as árvores mais altas do mundo (coníferas que chegam a 100m de altura). Florestas de sequoias ocorrem no noroeste da América do Norte. Também podem ocorrer no extremo sul do Chile, na Nova Zelândia, na Tasmânia e na costa leste da Austrália (onde há predomínio de eucaliptos de grande porte). O clima é úmido, com invernos amenos e chuvosos. A diversidade de espécies é baixa se comparada à floresta temperada sazonal.

As florestas tropicais (Perenifólias ou Florestas Tropicais Pluviais) estão situadas na região equatorial, onde as temperaturas são elevadas. Estas regiões costumam apresentar altos índices de precipitação e temperaturas elevadas. A vegetação é abundante, de crescimento rápido e “sempre verde” (com folhas perenes). As folhas são geralmente grandes, com extremidade afilada em goteira e superfície lisa, o que facilita o escoamento de água. Sobre as árvores existem trepadeiras, cipós e epífitas, como orquídeas, samambaias e bromélias. Este é o bioma com maior diversidade de seres vivos da Terra. Próximo ao solo há pouca vegetação, pois pouca luz chega até essa região. Além disso, o solo é pobre em nutrientes, pois os minerais – oriundos da decomposição das partes vegetais que caem ao chão – são rapidamente absorvidos pela vegetação. É importante lembrar que a decomposição é um processo altamente favorecido pelas altas temperaturas e umidade locais. As raízes são geralmente pouco profundas e, por isso, são facilmente derrubadas nos desmatamentos. A fauna é rica: podemos encontrar macacos, onças, capivaras, cotias, répteis, aves, invertebrados, entre outros.

O bioma campo é composto por formações abertas, em ambientes de baixa pluviosidade. A vegetação dominante é formada por plantas herbáceas e árvores de pequeno porte. Existem alguns tipos básicos de campo que estudaremos a seguir.

- ✓ **Savanas:** formações abertas, encontradas em regiões tropicais e subtropicais nas quais a pluviosidade é geralmente baixa para o desenvolvimento de florestas e que estão sujeitas a períodos de seca intensa. O solo é pobre em nutrientes e a vegetação é composta por gramíneas, arbustos e árvores, como ocorre na Caatinga e nos Campos Cerrados brasileiros. A vegetação pode ser decídua. Quando a vegetação arbórea é mais densa, fala-se

em floresta tropical sazonal, que ocorre em áreas onde a precipitação é maior que nas savanas. A fauna das savanas inclui grandes mamíferos, muitos pássaros, répteis e insetos. O ambiente seco não favorece a presença de uma grande biodiversidade de anfíbios.

- ✓ **Estepes:** há predomínio de gramíneas. Estas regiões estão sujeitas à seca, como os Pampas do sul do Brasil.

Os desertos são regiões de baixa pluviosidade e baixa umidade do ar. Durante o dia as temperaturas são altas, enquanto à noite, muitas vezes, são extremamente baixas. A vegetação é composta basicamente por poucas gramíneas e plantas arbustivas (cactos) que apresentam xeromorfismos, ou seja, adaptações ao ambiente desértico. Alguns animais que sobrevivem às condições desérticas são escorpiões, lacraias, lagartos e serpentes.

BIOMAS BRASILEIROS

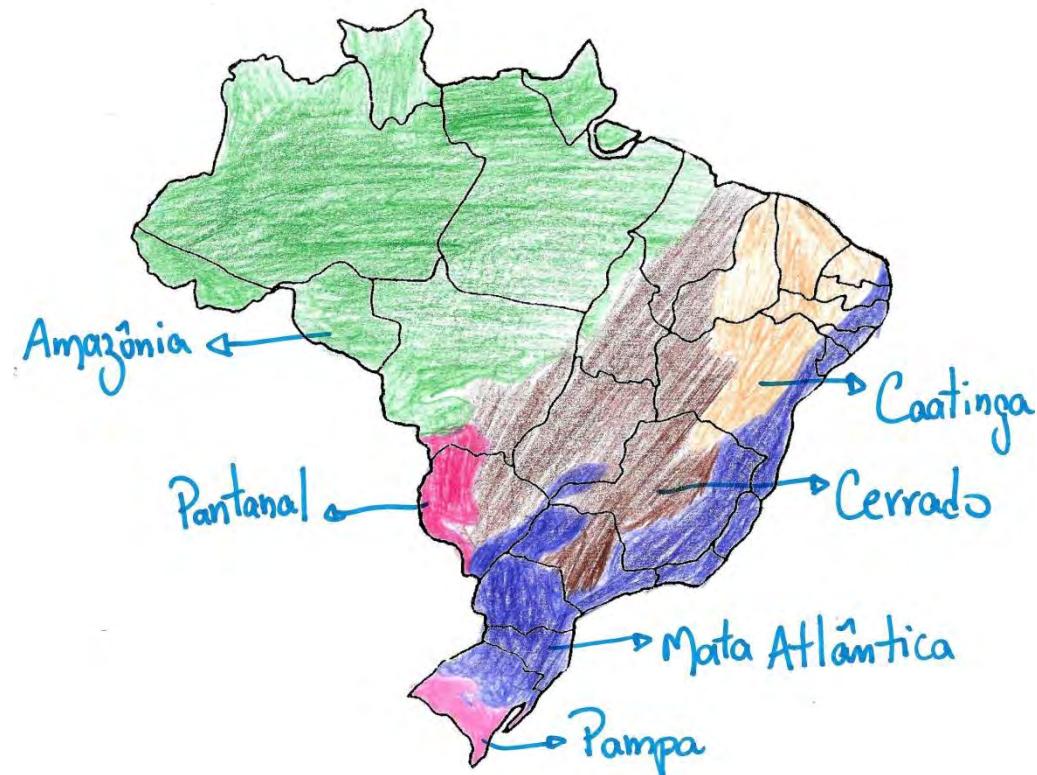


FIGURA 2: MAPA DO BRASIL COM OS SEIS BIOMAS RECONHECIDOS PELO IBGE.

Segundo o IBGE, o Brasil é formado por seis biomas de características distintas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Cada um desses ambientes abriga diferentes tipos de vegetação e de fauna.

O Pampa, considerado um campo “limpo” (na maior parte da extensão) devido ao predomínio de gramíneas, com raros arbustos e árvores, é um campo relictual, visto que a floresta está em expansão em sua direção, já que esse bioma não encontra-se no clímax. Ele ainda apresenta tal fisionomia principalmente pela agricultura e manejo de fogo utilizado pela pecuária. O solo é originalmente fértil e, no entanto, por causa da sua má utilização, está dando sinais de arenização. Os animais que habitam esta região são predominantemente répteis, aves e mamíferos como as capivaras. Possui cerca de 35% da vegetação original, o restante é ocupado pela agricultura e pecuária. A descaracterização desse bioma vem sendo acelerada com a silvicultura de espécies exóticas, como o *Eucalyptus sp.*

A Amazônia (Floresta Tropical Pluvial) é a maior floresta tropical do mundo e cobre 49% do território brasileiro. Também apresenta a maior diversidade biológica. A temperatura média anual é de 28°C e a pluviosidade é muito alta. O solo é pobre em nutrientes, devido à degradação rápida da matéria orgânica e também à eficiente absorção pelas raízes das plantas dos nutrientes que resultam deste processo. Desta forma, a maior parte dos nutrientes está no corpo das plantas e não no solo. Alguns representantes vegetais são: cupuaçu, guaraná, palmeiras, seringueiras, palmeiras (açaí, tucumã). Fauna: macaco-prego, jacarés, araras, preguiças, tucanos... Apesar de possuir cerca de 80% da vegetação original remanescente, está ameaçada principalmente por causa do desmatamento para expansão da agricultura.

A Mata Atlântica (Floresta tropical) se estende do norte ao sul do país, através de montanhas e planícies litorâneas. Também é considerada uma floresta tropical pluvial do tipo costeira, apresentando muitas das características da Amazônia. A temperatura anual fica próxima dos 21°C. Os altos índices de precipitação deste bioma se devem, em parte, à cadeia costeira de montanhas. Ela atua como uma barreira ao vapor d'água que vem do oceano: ao atingir as montanhas, esse vapor sofre resfriamento e ocorre a condensação e a precipitação da água na forma de chuva. Assim, produz-se uma região úmida o suficiente para suportar essa densa mata com flora e fauna exuberantes. Apesar da vasta biodiversidade, atualmente está dividida em pequenos fragmentos, restando menos 23% da vegetação original (nas estimativas mais otimistas), enquanto outras apontam 8,5%. Suas ameaças estão no desmatamento, na ocupação não planejada e na agricultura.

O Cerrado, segundo maior bioma do Brasil, possui predomínio de gramíneas com arbustos e árvores retorcidas de pequeno porte compondo a paisagem. O solo é pobre em nutrientes, porém possui uma grande riqueza em alumínio, o que torna o solo tóxico. A sazonalidade é marcada por períodos de seca intensa e de chuva de intensidade moderada. Por causa da seca intensa, ocorrem incêndios, porém as plantas possuem adaptações para esse fenômeno natural, como uma espessa camada de cortiça nos caules, raízes profundas e laterais. Mantendo cerca de 43% da vegetação original, sua maior ameaça está na agricultura e na pecuária. O solo pobre necessita de grande transformação para possibilitar essas práticas, alterando muito as características originais.

A caatinga, apesar de ser a região mais árida do país, não pode ser considerada um deserto, e sim um campo seco. A vegetação é xerófita, com cactos e árvores esbranquiçadas. Com cerca de 50% da vegetação original preservada, possui muitas espécies endêmicas de importância

biológica. As principais ameaças são a agricultura e o desvio de recursos hídricos. A seca é intensificada com as práticas antrópicas.

O pantanal é a maior planície alagável do mundo, na cheia chega a ter $\frac{3}{4}$ de sua área alagada. É um ecótono que recebe água de regiões adjacentes. A vegetação original chega a 83% e suas ameaças principais são a agricultura, a pecuária e o mau uso dos recursos hídricos, descaracterizando a área.

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

O talassociclo compreende todos os ecossistemas de água salgada do globo terrestre. Eles cobrem 70% da superfície da Terra, constituindo o maior ambiente do planeta. Ele apresenta menor variação ambiental abiótica quando comparado ao ambiente terrestre.

Além dos oceanos, também temos lagos e rios como ecossistemas terrestres na terra. O limnociro ou biociclo das águas doces é representado pelas águas lênticas (ou dormentes – de lagos) e lóticas (ou correntes – de rios). Os lagos são ambientes considerados de águas paradas, mas que podem apresentar movimentos verticais periódicos em suas massas de água superficiais e profundas.

Os ecossistemas aquáticos são representados pelos oceanos, rios (ecossistemas lóticos) e lagos (ecossistemas lênticos). Nesses ambientes, podemos classificar os organismos em: planctônicos, nectônicos e bentônicos. Os organismos **planctônicos** são seres microscópicos que são passivamente carregados pelas correntezas. Constituem esta comunidade o fitoplâncton (plâncton clorofílico) e o zooplâncton (plâncton não fotossintetizante). São caracterizados por organismos **nectônicos** os animais nadadores ativos que vivem na coluna de água. Já os **bentônicos** correspondem a um



grupo de organismos que vivem em contato com o substrato do fundo, de forma séssil (fixa), ou de forma móvel (deslocando-se livremente, como os caranguejos).

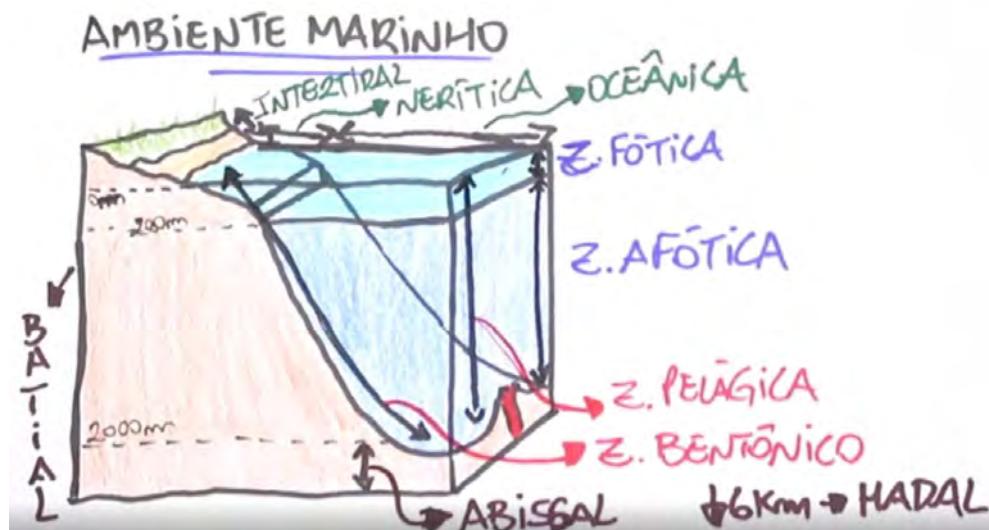


FIGURA 3:

REGIÕES OCEÂNICAS COM RELAÇÃO À PROFUNDIDADE E À PENETRAÇÃO DA LUZ.

Nos oceanos, é possível distinguir zonas principais em função da penetração de luz. São elas: zona fótica, zona disfótica e zona afótica.

A **zona fótica** é iluminada e rica em algas, que realizam fotossíntese, e em animais. O limite inferior dessa zona varia em função da turbidez da água. Em regiões de pequena turbidez, como em alto-mar, esta zona estende-se até cerca de 200m de profundidade; a **zona disfótica** recebe luz difusa e pode chegar a 300 metros; a **zona afótica** é onde há ausência total de luz, o que não significa ausência de biodiversidade.

Outras características permitem classificar o oceano em três zonas: a zona litoral, a zona nerítica e a zona oceânica.

A **zona litoral** é a região que sofre a flutuação das marés. Corresponde a praias arenosas ou rochosas. Os animais que vivem nesta zona estão adaptados à exposição ao ar e à água; a **zona nerítica** é a região do mar situada sobre a plataforma continental. Pode chegar a 200m de profundidade e representa a zona de maior importância econômica, pois grande parte dos peixes usados na alimentação humana são encontrados nesta área; a **zona oceânica** corresponde ao mar aberto fora da plataforma continental. Nos mares, a temperatura dos oceanos varia horizontal e verticalmente, sempre devido a uma diferença na intensidade da radiação solar. A salinidade em oceanos abertos está por volta de 34 a 37% na superfície. As maiores diferenças se devem à evaporação da água.

nos trópicos e à fusão do gelo nas regiões polares. Além disso, a pressão hidrostática aumenta 1 atmosfera a cada dez metros de profundidade. Encontramos diferentes formas de vida perfeitamente adaptadas nos mais diversos ambientes marinhos.

Em regiões temperadas, a queda da temperatura atmosférica resfria a água superficial, o que a torna mais densa. Esta água afunda e a água mais profunda aflora na superfície e pode sofrer oxigenação durante esse processo. Isto é importante para a manutenção da biodiversidade de organismos aquáticos aeróbios (que utilizam oxigênio).

Os rios, ecossistemas lóticos, possuem constante movimento de águas, o que faz com que praticamente não exista plâncton. Nestes locais existem pequenas algas e musgos aderidos à superfície das pedras. As correntezas dos rios determinam também um ambiente verticalmente mais homogêneo do que os lagos em termos de temperatura, oxigênio e nutrientes minerais.

PARTE III

BIOLOGIA

06

ECOLOGIA IV DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL

meSalva!

ECOLOGIA IV - DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL

A CRISE DA BIODIVERSIDADE E O DESMONTES AMBIENTAL

A biodiversidade do nosso planeta vem sofrendo demais com a forma como vivemos e utilizamos os recursos naturais. O sistema de produção demasiado e o consumismo desenfreado dos seres humanos têm causado sérios impactos à biodiversidade e à vida como conhecemos hoje. Usamos os recursos naturais do planeta como se eles fossem infinitos, mesmo sabendo que eles não são. Desmatamos milhares de hectares de áreas verdes para monocultura e criação de gado, sistema de produção que é um dos grandes responsáveis pelo desmonte ambiental do planeta; desperdiçamos água sem lembrar que ela pode acabar; usamos, desperdiçamos, não nos importamos. Precisamos urgentemente mudar o rumo que as coisas estão tomando no nosso planeta devido à nossa falta de senso de pertencimento à natureza.

Quando falamos da crise da biodiversidade e do desmonte ambiental, é importante pensar nos outros seres vivos que também são afetados pela trajetória que estamos trilhando. A natureza é fluída e dinâmica, sendo as extinções e mudanças no meio ambiente inatas nesse processo, resultantes das constantes modificações dos ecossistemas e da seleção adaptativa. O problema é que o ser humano interfere nessa dinâmica de forma drástica, acelerando muitos processos de extinção e mudanças em ecossistemas que talvez nem aconteceriam se não fosse por essa intervenção. O desmatamento, a caça e o aquecimento global são alguns exemplos. A introdução de espécies também.

Existem resistências às populações em um determinado ecossistema, de forma a controlar as densidades populacionais (predação, competição e parasitismo são exemplos de fatores de controle populacional). Ao introduzirmos uma espécie de outro ecossistema em um determinado ambiente, ela pode não sofrer a resistência do meio por não haver predadores ou competição por recursos. Se houver território e alimento disponível, esta espécie, provavelmente, terá sua densidade populacional favorecida, o que pode provocar sérios impactos ecológicos para as espécies nativas.

Mas não são apenas os fatores bióticos, como os citados acima, que contribuem para o desmonte ambiental. A poluição, a eutrofização e o lixo são fatores

abióticos que também têm um papel importante nisso. A seguir, vamos falar desses e de outros problemas.

POLUIÇÕES

A **poluição sonora** afeta a saúde mental (irritabilidade) e, a longo prazo, provoca diminuição da audição e até surdez.

A **poluição térmica** consiste no aumento da temperatura da água, que provoca alteração no meio e pode causar doenças de origem fungica e bacteriana em peixes e outros organismos, além de diminuir o teor de oxigênio dissolvido na água, o que pode causar morte de animais aeróbios. A poluição térmica pode ser causada por usinas elétricas e atômicas usam sistemas de resfriamento de reatores durante a geração de energia com água retirada (e posteriormente devolvida) de ambientes naturais. Quando esta água retorna aquecida ao ambiente natural, o problema se instala.

A **poluição do ar** consiste no aumento da quantidade de gás carbônico, na introdução de partículas que ficam em suspensão no ar e na introdução de outros gases poluentes, como o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO₂), o ozônio (O₃), o dióxido de nitrogênio (NO₂) e hidrocarbonetos, liberados por diversos agentes poluidores.

A **poluição por elementos radioativos** causa mutações genéticas que podem desencadear doenças como o câncer. Além disso, mutações que ocorrem nas células produtoras de gametas podem ser transmitidas ao longo das gerações. Ex.: Chernobyl, Goiânia e Japão.

A **poluição por substâncias não biodegradáveis**, ou seja, produtos que não sofrem decomposição (como as substâncias organocloradas e os metais pesados) faz com que esses produtos se acumulem nos tecidos dos organismos ao serem consumidos e vão se concentrando ao longo das cadeias alimentares, acarretando sérios problemas aos organismos. Ex.: DDT, metilmercúrio.

A **poluição por derramamento de petróleo** ocorre quando o petróleo derramado forma extensas manchas na camada superficial das águas e, com isso, bloqueia a passagem de luz, afetando a fotossíntese; também impede as trocas de gases entre a água e o ar. O petróleo se impregna na superfície dos corpos dos animais marinhos, matando-os por intoxicação. Se a impregnação ocorre nas brânquias, há morte por asfixia. As aves marinhas perdem a capacidade de voar e de realizar a termorregulação, morrendo em seguida ao contato com o óleo. Ex: Golfo do México – BP (2010).



A poluição por eutrofização ocorre em ambientes aquáticos pelo aumento excessivo de nutrientes na água, especialmente fosfatos e nitratos. Pode ser natural ou provocada por resíduos urbanos. A elevação da concentração destes nutrientes leva aos seguintes processos:

1. Proliferação exagerada de algas do plâncton, pois esses nutrientes são importantes para elas;
2. Em certos casos, as algas podem produzir toxinas;
3. A grande proliferação de algas é acompanhada de grande mortandade desses organismos, que possuem, em geral, ciclo de vida curto;
4. Ao morrerem, inicia-se o processo de decomposição, o que leva ao aumento de fungos e bactérias (decompositores) aeróbios;
5. Esgotamento do gás oxigênio dissolvido na água;
6. Morte de animais e outros organismos aeróbios;
7. Proliferação de seres anaeróbios (bactérias e fungos) que liberam odores desagradáveis;
8. Perda da biodiversidade local original.

Os lixões a céu aberto são responsáveis pela intensa proliferação de insetos e outros animais que transmitem diversas doenças, além da contaminação dos lençóis freáticos. Algumas alternativas aos lixões são os aterros sanitários (o solo é preparado de modo a receber uma impermeabilização e impedir que o lixo o contamine), a incineração (usada em casos de lixo contaminado) e a compostagem (transforma parte do lixo orgânico em um composto que pode ser utilizado como fertilizante para o solo – coleta seletiva).

IMPACTOS AGRÍCOLAS

A agricultura moderna está baseada na **monocultura**. O padrão de produção de monocultura provoca impactos ambientais com a destruição das florestas e da biodiversidade genética, esgotamento e erosão dos solos e a contaminação dos recursos hídricos (eutrofização) e dos alimentos (agrotóxicos).

Os desmatamentos, as queimadas e o uso de substâncias não-biodegradáveis, na maior parte agrotóxicos, são algumas das práticas agrícolas associadas a esses tipos de impactos ambientais.

As espécies agrícolas transgênicas são desenvolvidas com a ideia de produzir mais e melhor. Assim, desenvolvem-se, em laboratórios de biotecnologia, variedades transgênicas resistentes às pragas, resistentes ao calor e frio, com tempo de amadurecimento mais lento, com maior resistência a herbicidas, e tudo isso que faz o lucro ser maior e as pessoas terem mais vontade de comprar. Atualmente, o uso de transgênicos na agricultura e na agroindústria está liberado no Brasil, muito embora ainda exista uma enorme discussão quanto aos estudos utilizados para a liberação das linhagens, bem como as pesquisas sobre as consequências sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas. Dentre os principais riscos ambientais deste tipo de prática está a possibilidade de ocorrer o escape do transgene para populações selvagens. Um transgene que dá resistência ao milho contra a larva de um inseto pode ser disseminado para populações de milho selvagem através da dispersão do pólen. Tal espécie na natureza poderia ter uma vantagem muito grande, extinguindo todas as espécies com as quais competir. Além disso, estão sendo criadas plantas transgênicas mais resistentes aos agrotóxicos, para que possam ser usados agrotóxicos mais potentes.

O patenteamento é uma das formas de proteção da propriedade intelectual mais difundidas. O titular de uma patente recebe do Estado um direito exclusivo, pelo qual pode impedir que terceiros façam uso de sua tecnologia patenteada. Muitas empresas estão lutando para patentear as sementes transgênicas produzidas por biotecnologia. A grande discussão é: se o pólen de uma semente geneticamente modificada fecunda uma planta crioula, o produto desse novo organismo também é de propriedade dessa empresa?

SILVICULTURA

Devido à grave situação ambiental causada pelo desmatamento, o governo passou a incentivar o reflorestamento. Concomitante a isso, houve grande desenvolvimento da silvicultura, voltada para a produção de matéria-prima para as fábricas de papel, papelão, resinas, madeira aglomerada e móveis. Geralmente, o plantio de árvores é feito em terrenos

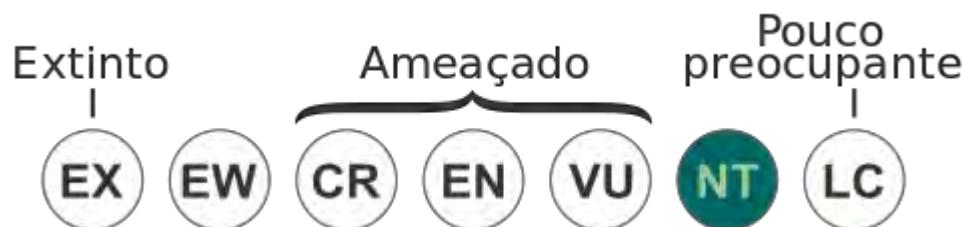
desfavoráveis à agricultura, como encostas de vales e áreas de solos pobres, pedregosos e arenosos. As espécies preferidas para o reflorestamento têm sido o eucalipto, o *Pinus eliotti* e a acácia-negra, diferentes das que formavam matas originais, sendo consideradas exóticas.

Sob o ponto de vista econômico, o reflorestamento tem trazido bons resultados. O *Pinus eliotti*, por exemplo, cresce mais rapidamente que o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e sua madeira dá bons lucros aos produtores. No entanto, esse tipo de reflorestamento não restaura o antigo ambiente ecológico, rico em espécies vegetais e animais. Numa plantação de eucaliptos, por exemplo, não se ouve o canto de aves.

CATEGORIAS DE CONSERVAÇÃO

A União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) criou, em 1964, o maior catálogo sobre o estado de conservação de organismos vivos de todo o planeta: a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas (em inglês, IUCN Red List ou Red Data List). O objetivo é fornecer informações com base científica sobre o estado das espécies em um nível global; chamar a atenção do público para a magnitude e a importância da biodiversidade ameaçada; influenciar legislações e políticas nacionais e internacionais; e fornecer informações para orientar as ações para conservar a diversidade biológica.

As principais categorias, em ordem crescente de criticidade, são: pouco preocupante, quase ameaçada, vulnerável, em perigo, criticamente em perigo, extinto da natureza e extinto. Os critérios para a classificação envolvem a redução da população, fragmentação de habitats, distribuição restrita, além de análise quantitativa de risco de extinção.



FONTE:.WIKIWAND.COM

Por exemplo...



O lobo-guará é um canídeo brasileiro que é encontrado, principalmente, no Cerrado e no Pampa, sendo classificado como Vulnerável e Criticamente em Perigo, respectivamente. Isso se dá através da análise do tempo de geração da espécie, a taxa de degradação do bioma, os atropelamentos e as doenças. A estimativa é de que 30% da população seja reduzida até 2034.

UMA NOVA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

É extremamente necessário, então, que a visão dos seres humanos em relação ao meio ambiente e à natureza mude. Precisamos perceber que também fazemos parte da natureza e tudo que fazemos afeta a nós, a todos os outros seres vivos e ao meio ambiente. É preciso rever hábitos, mudar pensamentos e compartilhar conhecimentos para um modo de vida mais sustentável, em harmonia com o meio ambiente e os outros seres vivos.

Nessa linha de pensamento, existe um modelo econômico que acredita na conversão da biodiversidade e em uma convivência melhor entre a economia, os seres humanos e o planeta. É o **desenvolvimento sustentável**. Neste modelo de desenvolvimento, considera-se que o avanço econômico e a conservação da natureza são compatíveis e devem estar intimamente relacionados, tomando medidas que modifiquem a economia consumista que conhecemos hoje e contribuam para uma melhor qualidade de vida às gerações futuras e ao planeta terra.

AGROECOLOGIA

A proposta agroecológica defende técnicas e formas de cultivo em harmonia com o meio ambiente. Com uma abordagem consciente na dinâmica da natureza, a agroecologia permite a recuperação da fertilidade dos solos sem o uso de fertilizantes minerais, assim como o cultivo sem o uso de agrotóxicos. A agroecologia permite uma atividade economicamente viável e ecologicamente sustentável.

| Agronegócio | Agroecologia |
|----------------------|------------------------------|
| Monocultura | Cultivo Diversificado |
| Mecanização | Trabalhador Rural inserido |
| Exportação | Mercado interno |
| Agrotóxicos | Fertilizantes Orgânicos |
| Transgênicos | Sementes Nativas |
| Grandes Propriedades | Pequena Propriedade Familiar |

Os termos "agricultura orgânica" ou "agricultura biológica" são utilizados para descrever a produção de produtos alimentícios e vegetais sem o uso de fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento e outros produtos químicos ou sintéticos. Geralmente também aderem a outras práticas como banimento de organismos geneticamente modificados (transgênicos), além de considerarem os princípios da agricultura sustentável. Em diversos países, estas práticas estão sendo regulamentadas e amplamente adotadas.

Algumas das técnicas são possíveis graças ao uso de esterco animal, adubação "verde", controles biológicos para combate de doenças e pragas, compostagem e rotação de culturas.

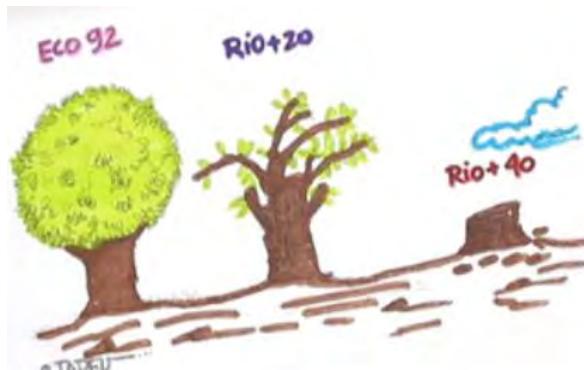
SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas que podem ser utilizados para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas. A tecnologia ameniza limitações do terreno, minimiza riscos de degradação inerentes à atividade agrícola e optimiza a produtividade a ser obtida. Há diminuição na perda de fertilidade do solo e no ataque de pragas. A utilização de árvores é fundamental para a recuperação das funções ecológicas, uma vez que possibilita o restabelecimento de boa parte das relações entre as plantas e os animais.

Os componentes arbóreos são inseridos como estratégia para o combate da erosão e o aporte de matéria orgânica, restaurando a fertilidade do solo.

Na mesma área, é possível estabelecer consórcios entre espécies de importância econômica: frutíferas e hortaliças. Podem ser introduzidas espécies de leguminosas para uso como adubo verde, as quais são roçadas, e espécies de leguminosas arbóreas, que, com a mesma finalidade, são podadas, visando à deposição de material orgânico sobre o solo.

CONFERÊNCIAS AMBIENTAIS



| | |
|--------------------------|--|
| Conferência de Estocolmo | Aconteceu na Suécia, em 1972, e teve como resultado uma declaração final oficial na qual designava a premissa de que as gerações futuras e a população mundial teriam o direito incontornável de viverem em um ambiente com saúde e sem degradações. |
| ECO-92 | Aconteceu no Rio de Janeiro. Foi elaborado um documento chamado de Agenda-21, um plano de ação global para o século XXI. Ele defende a necessidade de investimentos em programas de desenvolvimento sustentável. |

| | |
|--------------------|--|
| RIO+5 | Aconteceu na ONU, cinco anos após a ECO-92, sendo apontadas lacunas que ficaram no documento formulado. |
| Protocolo de Kyoto | O encontro aconteceu em 1997, no Japão, e estabeleceu que os países industrializados, até 2012, deveriam reduzir em média 5,2% das emissões de gases causadores do efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono. |
| RIO+10 | Aconteceu em 2002, na África do Sul, e foi decepcionante. O melhor resultado foi a adesão da Rússia, Canadá e China ao Protocolo de Kyoto. |
| RIO+20 | Aconteceu no Rio de Janeiro, em 2012. Produziu o documento "O futuro que queremos", porém não apresentou metas concretas para redução de poluentes e recuperação de áreas. |
| COP21 | A 21 ^a Conferência do Clima (COP 21) ocorreu em dezembro de 2015, em Paris, e teve como principal objetivo costurar um novo acordo entre os países para diminuir a emissão de gases de efeito estufa, diminuindo o aquecimento global e, em consequência, limitando o aumento da temperatura global em 2°C até 2100. Os países assumiram metas voluntárias, ao invés de obrigatórias, como em Kyoto, porém foram longe do suficiente. |

meSalva!