



### Introdução

Os objetivos deste capítulo são:

- Entender a função desempenhada pelas flores nos vegetais que as possuem, bem como o seu papel na evolução de tais organismos;
- Compreender a estrutura geral das flores e reconhecer a sua diversidade de formas;
- Saber diferenciar os processos de fecundação, polinização e dispersão;
- Reconhecer os principais tipos de polinização e sua importância para a manutenção dos ecossistemas.

Como já estudamos, a representação botânica está mesmo presente em toda parte, seja em obras de grandes pintores ou mesmo decorando a nossa casa, em forma de ímãs ou estampas variadas. De maneira geral, a parte da planta mais representada é, certamente, a flor. Isso acontece porque nós adoramos as flores, com suas cores, perfumes e beleza indescritível. Temos verdadeira admiração por elas e nos esforçamos para mantê-las sempre por perto, seja no jardim, em um vasinho ou mesmo decorando a tela do nosso computador.

Quando admiramos as flores, não refletimos sobre alguns questionamentos que são muito importantes para os biólogos. Reflita sobre as seguintes perguntas:

**Você saberia dizer o que é uma flor?**

**Qual a função desempenhada pelas flores nas plantas?**

**Como evoluíram as flores?**

Essas perguntas podem até parecer simples, mas, para respondê-las, devemos antes fazer uma rápida viagem pelo mundo vegetal.

As plantas englobam organismos tão diferentes como uma pequena alga verde unicelular e uma enorme sequoia centenária (que pode alcançar até 120 m de altura). A diversidade vegetal é realmente incrível, tendo sido descritas até o momento, aproximadamente, 250.000 espécies ao redor do mundo, e com uma estimativa de que existam mais 200.000 a serem descobertas nos mais variados ecossistemas.

#### Curiosidade

Você sabia que, só no Brasil, país com a maior diversidade do mundo, a média é de uma nova planta descoberta a cada dois dias? Isso é incrível!

De todos os grupos vegetais, as angiospermas são, sem dúvida, as plantas que mais percebemos ao nosso redor, sendo fonte de muitos recursos importantes para a nossa vida.



A maioria dos grãos, frutos e verduras que comemos; o algodão e o linho que vestimos; as ervas que utilizamos em infusões e medicamentos; o álcool com que abastecemos nossos carros... Todos esses produtos são originados de angiospermas. São mais de 220.000 espécies com ampla diversidade de tamanhos e formas, que incluem, como já vimos, desde árvores, arbustos, ervas, gramados, trepadeiras, plantas aquáticas e até parasitas de outras plantas.

#### Mas o que essas plantas, tão diferentes, têm em comum?

O nome angiosperma é derivado das palavras gregas *angeion*, que significa urna/vaso, e *sperma*, que significa semente, e nos traz pistas da principal característica deste grupo. Na flor, os óvulos estão protegidos dentro de uma estrutura chamada ovário, que se desenvolverá no fruto, portador das sementes.

As flores são, portanto, as estruturas responsáveis pela reprodução das angiospermas, sendo característica exclusiva delas.



Fig. 8.1 Flores e frutos. / Fonte: Thinkstock

#### Mas como se reproduzem as plantas que não possuem flores?

## Surgimento da flor

Nos musgos e samambaias, a reprodução é garantida por estruturas muito simples - os **esporângios**, responsáveis pela produção dos **esporos**. Os esporângios estão agrupados em folhas (esporófilos) que podem ser mais ou menos modificadas em relação ao padrão foliar da planta. Podemos reconhecer os esporângios, por exemplo, na face inferior das folhas de algumas samambaias, onde formam pequenos pontos de coloração marrom-alaranjada.



Fig. 8.2 Folha de samambaia. / Fonte: Thinkstock

Os esporos, unicelulares, são levados facilmente pelo vento, podendo percorrer longas distâncias e, quando em local favorável, germinam, originando um novo indivíduo (gametófito).

Nos pinheiros, os esporângios também se localizam em folhas modificadas, mas essas folhas se agrupam no ápice dos ramos, formando estruturas denominadas estróbilos (Fig. a), os conhecidos cones ou pinhas. Além disso, a diferença é o fato de que os esporos não são mais liberados no meio ambiente como ocorre nos musgos e samambaias. Eles permanecem na planta-mãe, onde germinam e acabam dando origem a uma geração intermediária de indivíduos (gametófitos), dependentes nutricionalmente do esporófito, que serão responsáveis pela produção dos gametas. Como ocorre normalmente, os gametas feminino e masculino se combinam, originando o embrião de uma nova plantinha.



Fig. 8.3 Pinus - megatróbilos (maior) e microtróbilos (menor). Araucaria angustifolia. / Fonte: Suzana Ursi

O passo mais importante na evolução das gimnospermas é o embrião ser protegido por um envoltório (tegumento) e, junto ao tecido nutritivo, formar o que chamamos de semente. A semente substitui o esporo como unidade de propagação nas gimnospermas e angiospermas, conferindo grandes vantagens a estes grupos. O pinhão que comemos nas festas juninas, por exemplo, é a semente da conhecida araucária ou pinheiro-do-paraná, árvore nativa do Brasil (Fig. b).

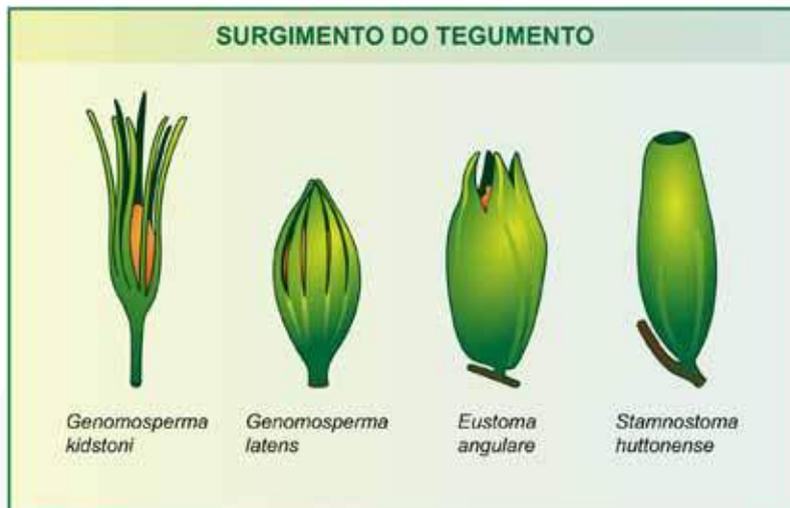


Fig. 8.4 Evolução do óvulo / Fonte: Cepa

Em algumas plantas já extintas, o esporângio vai progressivamente sendo protegido por lobos do esporófilo até a completa formação do tegumento.

**!** Essa é uma representação simples. Mas é importante sempre ter em mente que esse tipo de processo levou milhares de anos para ocorrer.

O próximo passo na evolução das estruturas reprodutivas foi o aparecimento do **ovário** através do dobramento e soldadura das folhas férteis (ou esporófilos). Assim, os

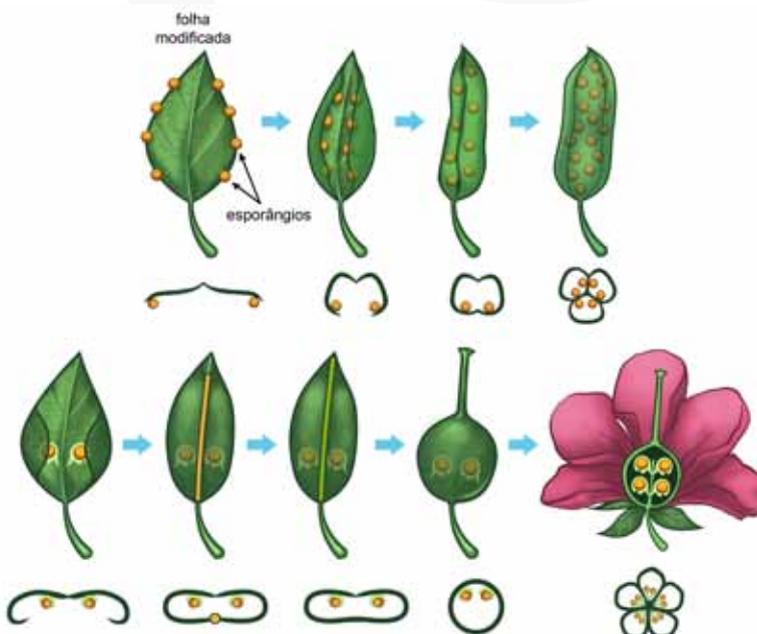


Fig. 8.5 Evolução do Carpelo. / Fonte: Thinkstock

esporângios deixaram de estar expostos ao ambiente e passaram a ser protegidos dentro do ovário nas flores das angiospermas. Além disso, a parede do ovário, após a fecundação, se desenvolve no fruto, que abriga no interior as sementes. O fruto, além da função de proteção, também é responsável pela dispersão das sementes, tendo se especializado, por exemplo, na atração de animais que vão transportá-las para longe da planta-mãe, onde poderão germinar e originar uma nova planta.

Resumidamente, podemos dizer que, durante a evolução, as folhas férteis foram se modificando das demais folhas verdes da planta, e se agruparam no ápice dos ramos, formando, por exemplo, os estróbilos das gimnospermas. Essas folhas férteis então se dobraram e fundiram, encerrando em seu interior, os óvulos e formando uma nova estrutura, que é o ovário – típico das flores das angiospermas. Todas essas modificações foram importantes não só para proteger os óvulos, mas também para destacar as flores no ápice dos ramos, facilitando a dispersão dos grãos de pólen. Flores destacadas atraem os animais polinizadores e facilitam a dispersão também por fatores abióticos como, por exemplo, o vento.



É importante termos sempre em mente que o processo de evolução das flores, que acabamos de descrever, levou muito tempo para ocorrer. Os mecanismos evolutivos envolvidos serão estudados na disciplina de Evolução.

Quando abordamos a evolução, é muito fácil apresentar uma linguagem que chamamos de “finalista”. Por exemplo: “as folhas férteis se modificaram para formar os estróbilos e proteger as sementes”. Nessa frase, está implícita a ideia de finalidade, pois a estrutura se modificou para algo. Na disciplina Evolução, veremos que não é assim que as coisas ocorrem na natureza. Portanto, é preciso ter muito cuidado ao elaborarmos nossas falas em sala de aula, para não estimular em nossos alunos concepções errôneas sobre os processos evolutivos.

## O que é uma flor?

Após o que acabamos de estudar, você conseguiria definir o que é uma flor? Reflita um pouco sobre essa pergunta e elabore a sua própria definição.



### Atividade no Ambiente Virtual de Aprendizagem - 1

Acesse o mural de atividades e registre a sua resposta.

Agora, vamos abordar a estrutura básica das flores das angiospermas. Elas podem ser solitárias nos ramos ou estar agrupadas de várias formas em agregados chamados inflorescências. A haste de uma flor isolada é chamada de **pedúnculo** e a parte onde os demais elementos florais estão fixados é o **receptáculo**.

A maioria das flores possui dois tipos de apêndices protetores - as **sépalas** e as **pétalas** - que estão presos ao receptáculo floral logo abaixo das peças férteis - os **estames** e os **carpelos**. Assim, cada conjunto de apêndices semelhantes (denominado **verticilo**) pode ser assim definido:

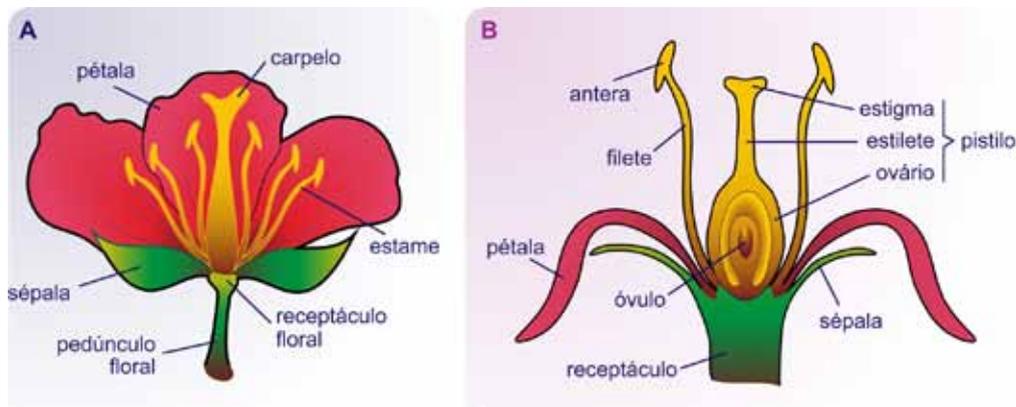


Fig. 8.6 Estrutura básica de flor perfeita: a) vista geral; b) em corte longitudinal. / Fonte: Cepa

- **Cálice:** é o verticilo mais externo, formado pelo conjunto das sépalas, que são apêndices de estrutura foliar, comumente verdes e relativamente espessos. As sépalas são responsáveis pela proteção do botão floral jovem, e podem cair assim que a flor amadurece ou ser mantidas, podendo estar presentes inclusive nos frutos. Como exemplo temos o tomate e a laranja, em cuja porção superior podemos ver, muitas vezes, as sépalas verdes, resquícios do cálice original.
- **Corola:** formada pelo conjunto das pétalas que são apêndices, em geral, vivamente coloridos e de estrutura mais delgada, pouco lembrando as folhas. As pétalas são as responsáveis, na maioria das vezes, pela beleza das flores e toda essa exposição tem uma única função: a atração de polinizadores. As pétalas podem ser livres ou estar unidas entre si, formando corolas tubulares. Esse é o caso, por exemplo, da corola da trombeta, da flor-batom e da sete-léguas.
- **Androceu:** formado pelo conjunto de estames (ou microesporófilos) que são as estruturas responsáveis pela porção reprodutiva masculina da flor. Os estames podem apresentar estrutura muito variável, mas geralmente são constituídos por um filamento (filete), em cujo ápice está presa uma antera bilobada. Cada “lobo” é denominado teca, e possui no seu interior dois sacos polínicos (ou microesporângios), responsáveis pela produção dos grãos de pólen (que carregam os gametas masculinos).
- **Gineceu:** é o conjunto de carpelos da flor que são como folhas modificadas, dobradas e soldadas longitudinalmente, abrigando em seu interior os óvulos (que portam os gametas femininos). A fusão pode ocorrer em cada folha (ou megasporófilo inicial), ficando os carpelos livres, ou várias folhas podem se fundir pelas margens, formando um carpelo composto. A porção onde ficam abrigados os óvulos denomina-se ovário e o espaço central deste chama-se lóculo. O número de lóculos pode ser 1 (comum a todos os carpelos) ou cada carpelo pode manter o seu lóculo individualizado. Segue-se ao ovário uma parte mediana - o estilete - e uma parte superior - o estigma -, que recebe os grãos de pólen.



Se os apêndices florais são folhas modificadas, o que faz a flor ser uma flor e não um ramo com folhas? Para saber a resposta acesse: <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio12/construcao.pdf>

#### Dica de aula prática

Acesse o [link](#) para conhecer uma proposta muito interessante de aula prática sobre a diversidade de flores (vá para as páginas 12-15 desta apostila).

## Variações e classificação

Agora que você já conhece a estrutura básica de uma flor, experimente passear pelo jardim ou ao redor da escola e tente identificar nas flores as suas partes constituintes. Essa atividade pode ser um ótimo ponto de partida para apresentar a botânica aos alunos, despertando neles a curiosidade e o interesse pelo mundo vegetal. Algumas flores, como as da família do lírio, têm peças grandes e facilmente identificáveis, razão pela qual podem ser um bom exemplo inicial. Outras não são tão “exibidas” assim, mas experimente abri-las e olhar bem de perto, se possível separando cada conjunto de peças.

Rapidamente, você constatará que nem todas as flores são iguais e que existe, na verdade, uma grande diversidade entre as angiospermas. Se considerarmos a história evolutiva das plantas, as flores são os órgãos mais plásticos e possuem o maior número de especializações. Cada especialização, seja na forma, cor ou aroma, faz parte do principal objetivo desse conjunto vistoso de folhas modificadas: **atrair polinizadores**. Essa grande variação é resultado, principalmente, de alterações no número de verticilos, e no número e forma de suas peças integrantes. Essas modificações respondem a fatores genéticos e/ou ambientais como solo, clima, tipo de polinizador etc.

### Mas como classificamos as diferentes flores?

Há diversas maneiras de fazê-lo. Nos dias atuais, a abordagem filogenética é a mais utilizada. Mas ainda usamos a maneira mais simples e facilmente visualizável, que é a de agrupar as flores de acordo com sua morfologia e aspecto geral, como faziam os primeiros botânicos naturalistas.

#### Curiosidade

Atualmente, o ramo da Botânica que se dedica ao estudo da morfologia externa é chamado **organografia**.

Assim, de acordo com a presença dos diferentes verticilos, uma flor pode ser:

- **Completa**, quando possui os quatro verticilos (cálice, corola, androceu e gineceu). Ex.: flor do hibisco;
- **Incompleta**, quando algum dos verticilos está faltando. Ex.: cheflera, cuja flor não possui pétalas.

Se considerarmos apenas os verticilos férteis, teremos uma flor:

- **Perfeita**, se o androceu e o gineceu estiverem presentes;
- **Imperfeitas**, se os estames ou carpelos estiverem faltando. Podemos distinguir ainda entre as estaminadas (apenas com estames) e carpeladas ou pistiladas (apenas com carpelos).

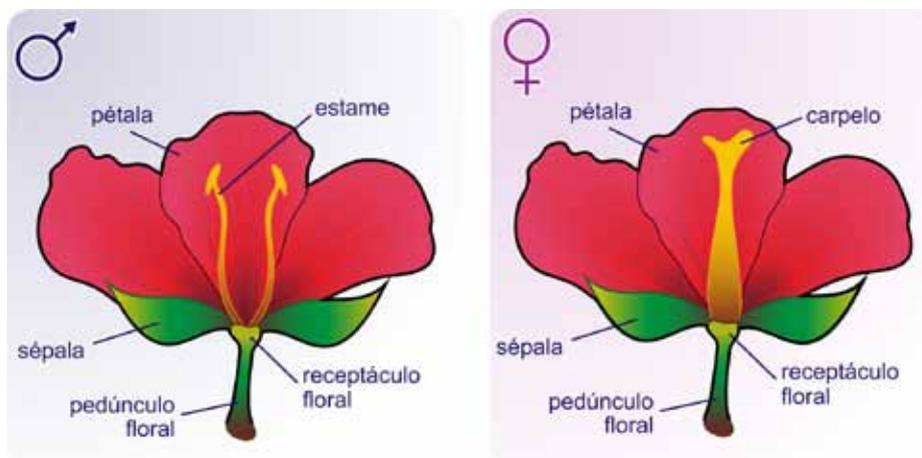


Fig. 8.7 Flor imperfeita estaminada. Flor imperfeita carpelada. / Fonte: Cepa

O cálice e a corola são geralmente chamados de envelope floral e, em conjunto, formam o **perianto** da flor. As flores também podem ser classificadas de acordo com o perianto:

- **Diclamídea:** possui os dois verticilos protetores (se as sépalas e pétalas são facilmente distinguíveis, como na rosa, sendo então a flor denominada heteroclamídea. Caso as peças sejam muito parecidas morfológicamente, a flor é denominada homoclamídea, e o conjunto de cálice e corola, perigônio);
- **Monoclamídea:** possui apenas um verticilo protetor;
- **Aclamídea:** não possui verticilos protetores.

Podemos ainda classificar as plantas de acordo com o número de peças em cada verticilo, que costuma ser constante em cada espécie:

- **Trímeras:** prevalece o número de três (ou seus múltiplos) para sépalas, pétalas, estames e carpelos. Ex.: flores das monocotiledôneas, como os lírios e agapantos;
- **Tetrâmeras:** prevalece o número de quatro (ou seus múltiplos). Ex.: ixora e hortênsia;
- **Pentâmeras:** prevalece o número de cinco (ou seus múltiplos). Ex.: vinca e alamaanda;
- **Mais peças:** como na magnólia e ninfeia.



Fig. 8.8 a) lírio rosa, b) detalhe do estigma e das anteras, c) Flor de hortênsia – *Hydrangea* sp., d) Flor de vinca – *Catharanthus roseus*, e) Flor de ninfeia rosa – *Nymphaea rubra*. / Fonte: Thinkstock

A simetria do cálice e da corola, outro fator de classificação, é estabelecida considerando-se quantos planos de divisão podem ser traçados para que resultem em partes iguais:

- **Bilateral** ou **zigomorfa**: podemos traçar apenas um plano, de modo que divida a flor em duas partes iguais. Esse é o caso, por exemplo, das flores da maioria das orquídeas, onde encontramos um lado direito e um esquerdo iguais.
- **Radial** ou **actinomorfa**: podemos traçar mais de um plano, separando 3, 4, 5 ou mais partes iguais. Ex.: flor do hibisco e da quaresmeira.
- **Assimétrica**: a corola organiza-se de tal maneira que é impossível traçar qualquer plano de divisão. Ex.: bananeirinha-de-jardim.



Fig. 8.9 Simetria floral. / Fonte: Cepa



Levando em conta diversos aspectos (como presença de verticilos, número de peças, simetria e formato da flor), podemos distinguir alguns tipos básicos de corola. Eles não representam, em absoluto, a totalidade dos tipos existentes no reino vegetal, mas podem nos ajudar a conhecer um pouco a sua diversidade. Além disso, cada tipo é característico de algumas espécies e facilita, inclusive, a identificação da família botânica à qual pertencem. Para conhecer esses tipos básicos acesse: [http://redefor.usp.br/cursos/file.php/137/07\\_Botanica/sem7/observando\\_as\\_flores.pdf](http://redefor.usp.br/cursos/file.php/137/07_Botanica/sem7/observando_as_flores.pdf)

É importante ressaltar que, devido à grande diversidade das angiospermas, nem todas as flores existentes se enquadram em algum desses tipos básicos. Mesmo assim, essa denominação é amplamente utilizada quando se deseja fazer uma rápida menção à forma geral de uma flor, podendo depois então especificar suas características particulares.

Além disso, não se surpreenda caso não consiga enquadrar a flor da rosa em nenhum desses tipos citados. Isso acontece porque a rosa é uma das muitas espécies que foram modificadas pelo ser humano, apresentando características que em muito diferem da flor original, que no caso da rosa era pentâmera. Essas plantas, chamadas **cultivares** ou **variedades**, podem ser obtidas por meio de dois processos de melhoramento genético:

**1. Por meio de cruzamentos entre plantas que apresentam características de interesse;**

**2. Por meio de técnicas de manipulação genética.**

O valor comercial de uma nova variedade inclui não somente a beleza da planta, mas também vantagens como facilidade de cultivo, tempo de desenvolvimento, durabilidade da flor, resistência a condições adversas e também a pragas e doenças. Como exemplos de modificações particularmente interessantes no ramo ornamental, podemos citar: criação de pétalas de coloração viva, com padrões rajados e variegados; aumento na produção e intensidade do perfume; expansão do período de florescimento e de duração

das flores; e aumento no número de pétalas (originando as corolas dobradas da rosa, brinco-de-princesa, espirradeira, hibisco e begônias, por exemplo).



Fig. 8.10 Rosa modificada. Rosa pentâmera – Rosa canina. / Fonte: [Thinkstock](#)

## Inflorescência

Nem todas as flores são solitárias nos ramos; elas podem se agrupar de diversas maneiras, formando as inflorescências. Normalmente, as inflorescências consistem em um prolongamento semelhante a um ramo, a **raque**, provido de folhas modificadas chamadas **brácteas**, em cujas axilas se localizam as flores. A haste da inflorescência é denominada **pedúnculo**, e a haste de uma flor individual em uma inflorescência é denominada **pedicelo**.

As brácteas merecem especial atenção, pois são estruturas foliares altamente modificadas, podendo assumir as mais variadas cores e formas. Quando localizadas ao longo da haste da inflorescência, as brácteas assumem aspecto geralmente escamiforme, muitas vezes não passando de membranas esverdeadas ou mesmo secas, que revestem a raque. Já quando associadas às flores, as brácteas podem ser verdes, protegendo os botões florais jovens, ou podem se mostrar desenvolvidas, assumindo cores, formas e texturas semelhantes às pétalas. E é quando se apresentam assim, vivamente coloridas, que mais facilmente enganam os observadores. Quer exemplos? Primavera, poinsettia, camarão, antúrio, mussaenda, congeia, lírio-da-paz, algumas bromélias, estrelíztias e helicônias... Todas essas inflorescências possuem brácteas coloridas e chamativas, desviando nossa atenção das flores, que geralmente são diminutas e de coloração branca ou creme.



Fig. 8.11 a) *Bougainvillea spectabilis*  
b) *Euphorbia pulcherrima*  
c) Antúrio – *Anthurium andreaeanum*  
d) Helicônia – *Heliconia rostrata*.  
/ Fonte: [Thinkstock](#)

Muitas famílias botânicas distinguem-se facilmente pelo seu tipo de inflorescência, como o espádice das aráceas (ex.: antúrio e copo-de-leite), as espigas das gramíneas (ex.: trigo e milho) ou os capítulos das asteráceas (ex.: margaridas), o que nos permite identificá-las rapidamente. Há uma imensa diversidade de outras conformações, mas de maneira geral, elas pertencem a dois tipos básicos:

- **Inflorescências indefinidas:** têm crescimento ilimitado, pois o eixo principal termina numa gema que se alonga, emitindo lateralmente as flores;
- **Inflorescências definidas:** ao contrário, têm crescimento limitado: seu ápice é terminado por uma flor, que é a primeira a abrir, impedindo posterior crescimento do ramo. Vamos ver alguns exemplos:

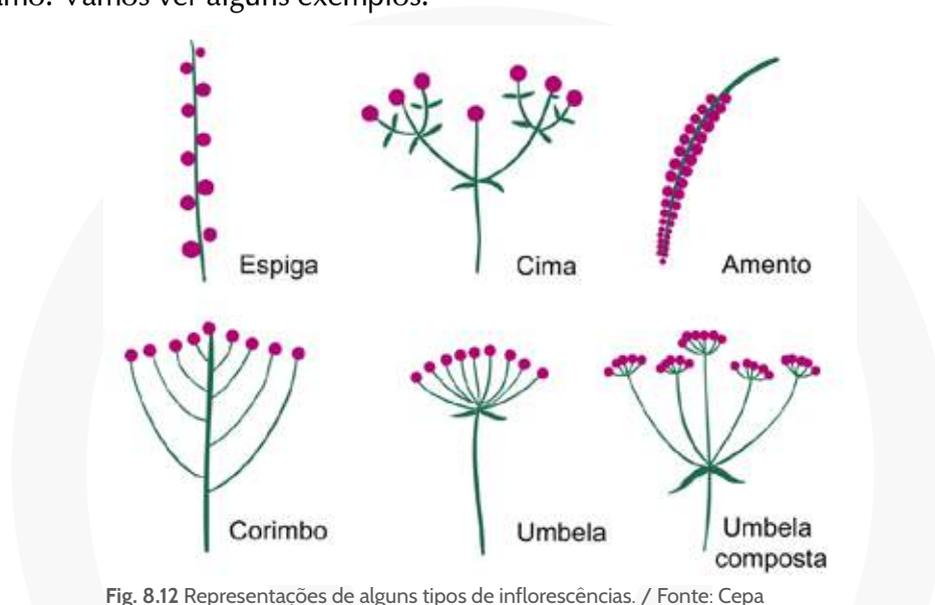


Fig. 8.12 Representações de alguns tipos de inflorescências. / Fonte: Cepa

- **Cacho ou racemo:** as flores possuem um pedicelo e se dispõem ao longo de um único eixo em diferentes alturas. Exemplos: chuva-de-ouro e bulbine.
- **Espiga:** é semelhante ao cacho, mas as flores não possuem pedicelo, inserindo-se diretamente na raque, que pode ser carnosa ou não. Exemplos: milho, sálvia e lavanda. No caso dos espádices dos antúrios e copos-de-leite, a espiga é guarnecida por uma grande e chamativa bráctea basal denominada espata.
- **Corimbo:** as flores se dispõem ao longo de um único eixo, mas possuem pedicelos de tamanhos desiguais, de forma que todas alcancem a mesma altura na inflorescência. Exemplos: tulipa-africana, lantana-cambará e viburno.
- **Umbela:** as flores estão inseridas em um mesmo ponto, e possuem pedicelos de igual comprimento. Todas as flores podem estar voltadas para cima, formando uma inflorescência em forma de guarda-chuva, ou as flores podem estar voltadas para todos os lados, formando uma esfera. Exemplos: flor-de-cera e agapanto.
- **Capítulo:** as flores não possuem pedicelo e estão inseridas em um receptáculo comum, que pode ser discoide ou arredondado, mais ou menos carnoso. É comum haver diferentes tipos de flores no mesmo capítulo, como nas margaridas e girassol.

Diversos outros tipos de inflorescências podem ser encontrados, inclusive as inflorescências compostas, que seriam como “**inflorescências de inflorescências**”, formadas pela ramificação dos tipos básicos. Como exemplos podemos citar **apanícula**, formada pela ramificação de um cacho (“cacho de cachos”), como no caso da iuca e do jacarandá,

e a umbela composta, característica da família das **umbelíferas**, que inclui diversas plantas de interesse alimentício, como cenoura, aipo, coentro, salsa etc.

Ainda dentro das inflorescências, e a título de curiosidade, vale ressaltar que nem tudo é o que parece ser. Existem muitas inflorescências que, na forma geral, lembram flores solitárias. E, de fato, nós as confundimos com elas. Na flor primavera, o que parece uma flor são na verdade três, razão pela qual essa planta é também conhecida como três-marias. Todas as margaridas, gérberas, calêndulas, dalias e crisântemos, pertencentes à família das asteráceas (ou compostas), são também inflorescências, e não flores solitárias. Neste tipo de inflorescência - o capítulo -, as flores são muito pequenas e não possuem pedicelo, inserindo-se de forma bem justaposta em um receptáculo discoide comum. As estruturas que parecem pétalas da flor são flores inteiras e são chamadas liguladas por terem a corola em forma de língua lateral. O número de flores em cada capítulo varia de espécie para espécie; na inflorescência do girassol, por exemplo, podem existir mais de 8.000 flores!

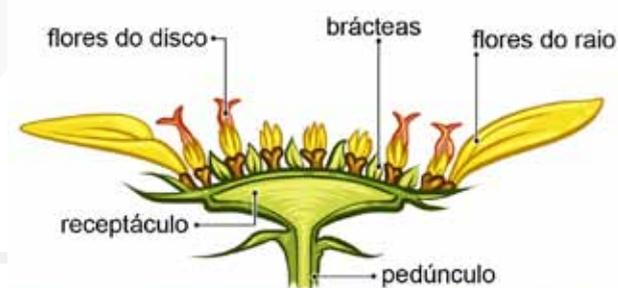


Fig. 8.13 Esquema de capítulo em corte. / Fonte: Cepa. Girassol - *Helianthus annuus*. / Fonte: [Thinkstock](#)

## Reprodução

Agora que já aprendemos sobre a estrutura da flor, seus tipos básicos e a maneira como se arranjam nos ramos, analisaremos melhor qual função desempenham nas plantas. O pensamento comum é o que as flores são os órgãos sexuais das plantas. Isso não é bem verdade, como veremos adiante, mas elas estão realmente associadas à reprodução (assexuada) das angiospermas.

### Importante

O ciclo de vida das angiospermas é composto por uma geração gametofítica (fase haploide) que se alterna com uma geração esporofítica (fase diploide). O conhecimento da existência dessa alternância de gerações nas plantas é antigo e amplamente aceito no meio científico. Por isso, não devemos esquecer que as flores fazem parte do esporófito, e que esse é um indivíduo que se reproduz essencialmente através de esporos (reprodução assexuada).

Assim, apesar de serem muito utilizadas, denominações que envolvam alguma conotação sexual (como masculina, feminina, hermafrodita, sexo, fêmea e macho) deveriam ser evitadas, pois a flor é um órgão de reprodução assexuada.

O emprego desses termos deveria ser restrito aos gametófitos, que são os indivíduos responsáveis pela produção dos gametas (estes sim femininos e masculinos). De qualquer modo, tais termos continuam a ser utilizados amplamente, inclusive no meio acadêmico. Faremos o mesmo, empregando-os entre aspas no texto que se segue.

Analisando a organização das flores em cada indivíduo (planta ou pé), podemos determinar o sistema reprodutivo de cada espécie e entender os requisitos necessários para que aconteça a fecundação. Indivíduos que possuem flores perfeitas (com estames e carpelos), como o maracujá e a azaleia, são chamados “**hermafroditas**” ou monoicos monoclinos (do grego *monos*, “um”, *oikos*, “casa” e *klinos*, “cama”). Este é o tipo mais comum de organização, aparecendo em, aproximadamente, 85% das angiospermas atuais. Se flores estaminadas e carpeladas ocorrem na mesma planta, como no caso do milho e da abóbora, a espécie é denominada **monoica** diclina (“uma casa, duas camas”); e, se flores estaminadas e carpeladas estão em plantas separadas, a espécie é chamada **dioica** (“duas casas”).

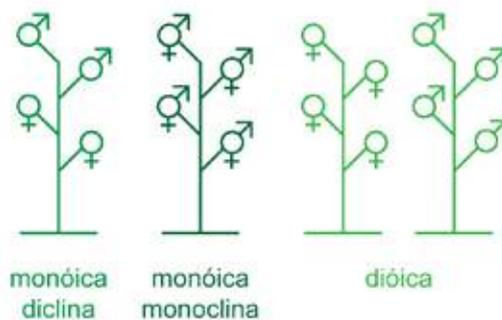


Fig. 8.14 Esquema Monoico, Dioico e Hermafrodita. / Fonte: Cepa

O mamoeiro e o kiwi, por exemplo, são dioicos: como as flores estaminadas (“masculinas”) e pistiladas (“femininas”) estão em pés separados, devemos cultivar os indivíduos “macho” e “fêmea” próximos; caso contrário, não ocorrerá a fecundação nem a formação de frutos. Nas “hermafroditas” e monoicas, pode ocorrer a autopolinização (com pólen originado na própria planta) ou o pólen pode vir de outros pés (polinização cruzada). De modo geral, a polinização cruzada é mais frequente nas plantas e também mais vantajosa, pois surge com ela a possibilidade de aparecimento, entre os descendentes, de uma variedade muito maior de tipos, o que aumenta a probabilidade de ocorrência de formas mais bem adaptadas às variações do ambiente ao redor.

A **polinização** é a transferência dos grãos de pólen, que se formam nas anteras até o estigma na parte superior dos carpelos. Em contato com o estigma, os grãos são hidratados, o que possibilita a sua germinação e a formação do **tubo polínico**, que percorrerá o interior do estilete até alcançar os óvulos no interior do ovário. O tubo então penetra o óvulo, na maioria dos casos por meio da micrópila (pequena abertura entre os tegumentos), e alcança uma das sinérgides, liberando os gametas masculinos e o núcleo da célula do tubo.

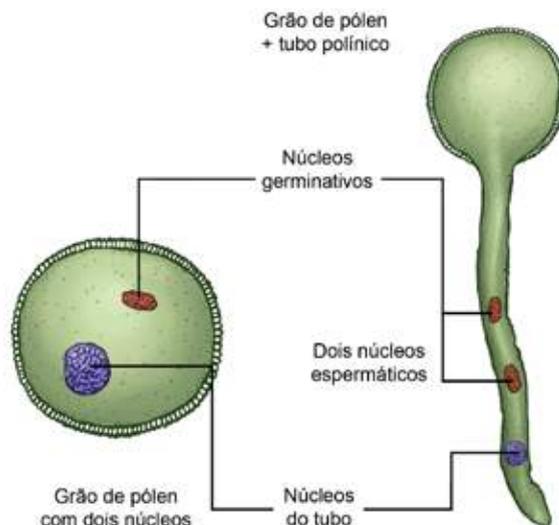


Fig. 8.15 Formação do tubo polínico. / Fonte: Cepa

Um dos gametas se funde à oosfera, formando o **zigoto**, e o outro se une aos núcleos polares (fusão tripla) formando o **núcleo primário do endosperma**, precursor do tecido que acumulará reservas na semente madura. Esse fenômeno, denominado **dupla fecundação**, é uma característica marcante do grupo das angiospermas, embora hoje saibamos que também ocorre, de forma um pouco distinta, no grupo das *Gnetophyta*.



Para visualizar a animação sobre a dupla fecundação, acesse o mural de atividades.

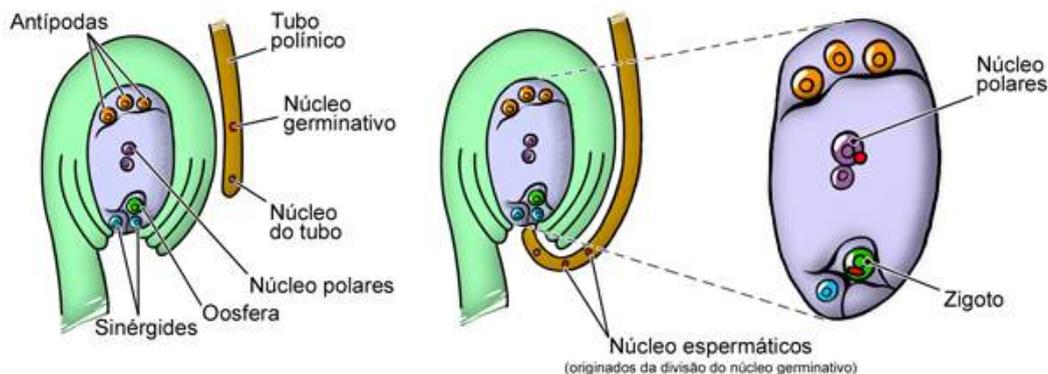


Fig. 8.16 Dupla fecundação. / Fonte: Cepa

O zigoto, por sua vez, através de sucessivas divisões, origina o embrião, que fica encerrado dentro da semente protegida dentro dos frutos. Assim, podemos dizer que a semente é o “óvulo desenvolvido”, e o fruto, o “ovário desenvolvido”. Mas, voltemos um pouco à polinização para entender como os grãos de pólen chegam até os estigmas.

## Coevolução e síndromes de polinização

Algumas características são marcantes ao longo da evolução das angiospermas e isso se deve muito provavelmente ao início da polinização por insetos, que possibilitou o surgimento de uma grande diversidade e especialização tanto dos apêndices florais quanto dos grãos de pólen. A essa evolução, em que duas ou mais espécies interagem, forças seletivas se pressionam mutuamente, e são conhecidas como **coevolução**.

Assim, pode-se dizer que as angiospermas e os insetos desenvolveram em conjunto uma incrível diversidade, sendo de fato os clados mais diversos dentro dos seus grupos específicos. Através da análise da estrutura floral, podemos verificar quatro tendências evolutivas que ocorreram durante esse processo:

**Redução no número e aumento na especificidade de peças florais;**

**Encurtamento do eixo floral e fusão de peças;**

**Aparecimento de ovário ínfero em lugar de ovário súpero e diferenciação do perianto em cálice e corola;**

**Simetria bilateral ou zigomorfa em vez de simetria radial ou actinomorfa.**

As flores mais primitivas eram polinizadas basicamente pelo vento: enormes quantidades de pólen, representando alto gasto energético, eram dispersadas para garantir que alguns poucos grãos alcançassem os estigmas. Qualquer alteração fenotípica que fosse atrativa aos insetos, ainda que pequena, passou a oferecer uma **vantagem seletiva** à planta, aumentando suas chances de ser polinizada. Dessa forma, além dos grãos de pólen que serviam para alimentação, surgiram outros atrativos com funções semelhantes, como as secreções de óvulos, o néctar e os óleos. Em contrapartida, o fechamento dos carpelos garantia maior proteção aos óvulos, assim como o surgimento do ovário ínfero.

Observe nas lindas fotografias os diferentes tipos de polinização:



Fig. 8.17 Diferentes tipos de polinização -  
 a) *Pinus sp.* liberação dos grãos de pólen – polinização pelo vento.  
 b) Polinização por abelhas.  
 c) Polinização por borboletas.  
 d) Polinização por morcegos.  
 e) Polinização por beija-flores.  
 / Fonte: [Thinkstock](#)

A polinização pelo vento (ou anemófila) é o tipo dominante de polinização abiótica, que ocorre atualmente na maioria das gimnospermas e em algumas famílias de angiospermas, como as gramíneas, por exemplo. Nesse caso, as flores não precisam atrair o polinizador, mas sim facilitar o seu trabalho, razão pela qual as flores polinizadas pelo vento se destacam do restante da copa e possuem anteras pendentes e bem expostas, facilitando a dispersão do pólen. Como o vento sopra ao acaso, não existindo garantia de que os grãos cairão em local adequado, as plantas fabricam enormes quantidades de pólen e os estigmas são grandes e plumosos, o que aumenta a superfície receptiva. As flores não apresentam cor ou odor chamativos, não produzem néctar, e a corola é reduzida (podendo estar ausente), geralmente de cor branca ou verde.

Ao contrário, corolas vistosas e perfumadas evoluíram para atrair os animais, indicando-lhes a existência de alimento, como néctar açucarado e grãos de pólen ricos em proteínas. São recompensas oferecidas como forma de agradecimento ao trabalho prestado às futuras gerações, e encorajam os polinizadores a retornar nas próximas florações.

Assim como existem diferentes animais, existem diferentes flores, com estratégias diversas para atrair cada um especificamente. As flores polinizadas por abelhas, por exemplo, possuem áreas de pouso e guias visuais (manchas nas pétalas) para indicar onde se encontra o néctar. Tanto os machos quanto as fêmeas das abelhas vivem de néctar, sendo que as fêmeas ainda coletam pólen para alimentar as larvas. A cor das flores varia do amarelo ao azul (as abelhas não enxergam o vermelho), elas se abrem durante o dia e são destituídas de perfume. A grande maioria das plantas polinizadas por insetos tem as abelhas como parceiras, como é o caso de inúmeras espécies cultivadas pelo ser humano (laranjeira, goiabeira, cafeeiro, pessegueiro etc.) As flores polinizadas por borboletas e mariposas possuem pétalas fusionadas, formando tubo afunilado, em cujo fundo se encontra o néctar. Esses insetos conseguem alcançá-lo graças ao seu aparelho bucal, que pode ser muito alongado. As mariposas têm ciclo noturno e enxergam pouco, razão pela qual as flores são geralmente brancas e possuem um perfume adocicado, liberado durante a noite (ex.: dama-da-noite). As borboletas, que diferem das mariposas principalmente pelo hábito diurno, visitam flores tubulares semelhantes a essas, mas de colorido vivo, variando do amarelo ao vermelho, e leve perfume (ex.: lantana-cambará). As moscas, por sua vez, são atraídas por flores de colorido escuro, castanho ou púrpura (ex.: papo-de-peru), que abrem de dia liberando forte odor, que às vezes lembra carne em putrefação.



Para assistir ao vídeo sobre a Orquídea de Darwin acesse:  
<http://www.youtube.com/watch?v=wmgKABRCZpo&feature=youtu.be>

Os insetos constituem a grande maioria dos polinizadores, mas existem também flores especializadas em atrair outros animais, como os morcegos e as aves, para citar os mais comuns. Os morcegos visitam flores grandes e rígidas, de coloração pouco vistosa, com grande quantidade de néctar, que abrem à noite, exalando forte odor de frutos em fermentação. Como esses animais possuem visão pobre, o que dificulta o voo entre as folhagens, as flores ficam destacadas da copa, facilitando a sua aproximação (ex.: banana e paineira).



Veja este interessante caso de coevolução, onde as folhas enviam ecos facilmente identificáveis pelos morcegos por ecolocalização. Acesse a matéria sobre As plantas que cantam para atrair polinizadores: <http://www.paisagismodigital.com/Noticias/default.aspx?id=Plantas-que-cantam-para-atrair-polinizadores&in=219>

As aves, principalmente os beija-flores, também necessitam de grandes quantidades de néctar para manter o seu metabolismo, que é acelerado. As flores polinizadas por beija-flores se abrem durante o dia e possuem coloração viva, principalmente vermelha. Além disso, a corola geralmente forma um tubo longo, e a flor inteira é pendente no ramo (ex.: fúcsia, hibisco-colibri), facilitando a aproximação e a alimentação do beija-flor em pleno voo.

Em resumo, os animais fazem o serviço de polinização e recebem néctar e pólen da planta como recompensa. Essa é uma ótima troca para ambos, mas nem sempre é assim que acontece. Algumas plantas, literalmente, enganam os animais, e os fazem trabalhar sem oferecer nada em troca, como é o curioso caso de algumas orquídeas do gênero *Ophrys*, conhecidas popularmente como orquídeas-abelhas. Suas flores possuem uma pétala modificada - o labelo, que mimetiza uma abelha, possuindo forma, cor e até pelos semelhantes aos desses insetos. Assim, a polinização ocorre por pseudocópula, quando o zangão pousa e, pensando que se trata de uma fêmea da sua espécie, transfere os grãos de pólen oriundos de outras flores, possibilitando a fecundação. Serviço feito e recompensa zero.



Assista ao vídeo Orquídea-abelha acessando:

<http://www.youtube.com/watch?v=wmgKABRCZpo&feature=youtu.be>

Acesse o link abaixo para conhecer uma proposta muito interessante de aula prática sobre a polinização (vá para a página 24 do material). <http://www.botanicaonline.com.br/geral/arquivos/bmaterial1.pdf>



#### Atividade no Ambiente Virtual de Aprendizagem - 2

Elabore um pequeno texto de 300-500 palavras explicando a importância do surgimento das flores e dos frutos no sucesso e diversificação das angiospermas. Para responder, acesse o mural de atividades.

## Bibliografia

- BARKER, A.V. & PILBEAM, D.J. *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007.
- ENDRESS, P.K. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- FERRI, M.G. *Botânica: Morfologia externa das plantas*. São Paulo: Melhoramentos, 1976.
- GRIMM, W.C. *The study of flowers made simple*. Nova Iorque: Doubleday & Company, 1962.
- LORENZI, H. & GONÇALVES, E.G. *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007.
- LORENZI, H. & SOUZA, H.M. *Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008.
- PALMER, J.D.; SOLTIS, D.E. & CHASE, M.W. 2004. *The plant tree of life: an overview and some points of view*. *American Journal of Botany* 91(10): 1437-1445.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- VIDAL, W.N. & VIDAL, M.R.R. *Botânica organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos*. Viçosa: Editora UFV, 2003.

## Material complementar

Acesse os links abaixo para conhecer:

- The Plant List: <http://www.theplantlist.org/>
- Tree of Life Web Project (Spermatopsida): <http://tolweb.org/Spermatopsida/20622>
- Jardim de Flores: <http://www.jardimdeflores.com.br>
- Jardineiro.net - Jardinagem e Paisagismo: <http://www.jardineiro.net>

