

## FLOR

### Introdução

As angiospermas apresentam um conjunto de características reprodutivas reunidas em uma estrutura exclusiva, a *flor*.

A evolução da flor foi seguramente um dos principais fatores que determinaram o sucesso e a grande diversidade das Angiospermas. Portanto, o estudo da estrutura e evolução da flor é importante na filogenia e classificação deste grupo de plantas.

A típica flor das Angiospermas é *monóclina*, com pistilos e estames inseridos no mesmo receptáculo e protegidos por apêndices estéreis, tendo as *sépalas* a função de proteção e as *pétalas* de atração de polinizadores.

A partir da flor primitiva, as tendências evolutivas gerais se deram nos seguintes sentidos: redução do número de elementos, disposição espiralada dos elementos passando à disposição cíclica; tépalas indiferenciadas passando à diferenciação de cálice e corola; adnação e fusão dos elementos; mudança de simetria da flor de actinomorfa para zigomorfa; formação de um hipanto que gradualmente se funde ao ovário com modificação do ovário súpero para ovário ínfero e reunião das flores em inflorescências.

### Partes da flor

A flor é um ramo de crescimento determinado, localizado na porção terminal do caule, de um ramo caulinar ou axilar. No decorrer do processo evolutivo, as folhas, nós e entrenós desse ramo, sofreram profundas modificações, transformando-se em peças florais. Tais peças em conjunto formam quatro verticilos, cada um inserido em um dos nós do ramo, agora reduzido a um receptáculo. Cada uma dessas folhas modificadas, de cada verticilo floral, é denominada *antófilo*. Em dois desses verticilos formam-se as células sexuais sendo, portanto, chamados de verticilos férteis, os outros dois são apenas de células estéreis e, portanto, chamadas de verticilos protetores ou verticilos estéreis.

Uma flor quando completa, consta de um *pedicelo* que é um eixo caulinar que nasce na axila de uma ou mais brácteas. A flor será pedunculada ou séssil, caso presente ou não o pedicelo.

Na extremidade, geralmente mais alargada, denominada *receptáculo floral* estão inseridos os elementos florais. O receptáculo é um ramo modificado, constituído de nós e entrenós muito curtos, podendo apresentar-se de forma bastante variada, o que pode determinar uma alteração da morfologia externa da flor. Por exemplo, em flores de grupos considerados primitivos, que em geral apresentam um grande número de peças florais, o receptáculo floral é alongado e as peças florais se dispõem ao redor dele de modo *espiralado*. Assim, nestas plantas, embora o eixo floral também seja de crescimento determinado, aparentam ter um crescimento indeterminado e tais flores são chamadas de *acíclicas* (fig. 1). Exemplo: flor de magnólia (*Magnolia grandiflora* - Magnoliaceae).

Nas flores especializadas, mais evoluídas, ocorre redução do número de peças florais com um encurtamento do eixo floral, constituindo um receptáculo floral mais achatado. Nestas flores, as peças florais não se dispõem mais de maneira espiralada, apresentando um arranjo *cíclico* ou *verticilado*, onde as peças de cada verticilo se inserem na mesma altura, e formam vários círculos concêntricos. Tais flores são denominadas *cíclicas* (fig. 2).

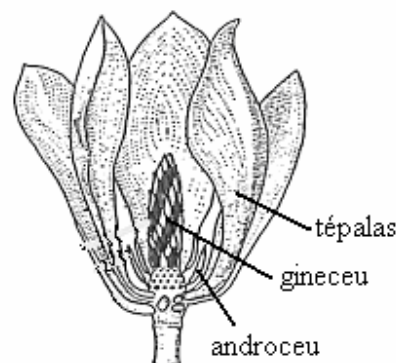


Figura 1 – Flor acíclica

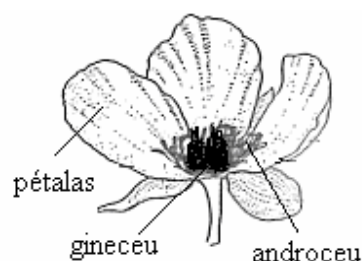


Figura 2 – Flor cíclica

Os apêndices florais mais externos são estéreis e constituem o *perianto*, sendo formado pelas sépalas e pétalas. As sépalas constituem o *cálice*. Internamente

estão as pétalas, que constituem a *corola*. Os apêndices florais mais internos são férteis sendo formados pelos estames (o conjunto é denominado *androceu*) e pistilos (o conjunto é denominado *gineceu*).

A flor que apresenta os dois verticilos férteis (androceu e gineceu) é dita *perfeita*, sendo também denominada hermafrodita ou *monóclina*.

Já a flor *imperfeita* apresenta apenas um dos elementos de reprodução. É uma flor estaminada se apresenta apenas o androceu ou pistilada se apresenta apenas o gineceu. Tal flor é dita *unissexuada* (masculina ou feminina) e também *díclina*.

Uma espécie *monóica* possui flores monóclinas ou díclinas situadas no mesmo indivíduo, em alturas diferentes ou em posições diferentes numa mesma inflorescência. Exemplo: chuchu (*Sechium edule* - Cucurbitaceae). A espécie *dióica* possui flores díclinas situadas em indivíduos diferentes. Exemplo: mamão-papaia (*Carica papaya* - Caricaceae). Se a espécie possui flores hermafroditas e unissexuais no mesmo indivíduo (ou não) é denominada *polígama*.

A flor é denominada *completa* se possuir os quatro verticilos: cálice, corola, androceu e gineceu, e *incompleta* se faltar algum destes verticilos.

### Perianto

Os verticilos estéreis ou acessórios são: o cálice e a corola, formados respectivamente pelas sépalas e pétalas.

As flores são caracterizadas pelo número de peças de cada verticilo, pois este número costuma ser constante. Nas flores de Monocotyledoneae prevalece o número de três ou seus múltiplos para sépalas, pétalas, estames e carpelos. Estas flores são chamadas *trímeras* (fig. 3). Nos demais grupos de Angiospermae o número varia de quatro ou *tetrâmeras* (fig. 4), cinco ou *pentâmeras* ou mais (fig. 5).



Figura 3 – Flor trímera

Numa flor, reconhecem-se um ou mais planos de simetria (flor simétrica) ou nenhum plano de simetria, sendo denominada *assimétrica* (fig. 6). Exemplo: biri

(*Canna* sp. - Cannaceae) e espécies da família Maranthaceae.

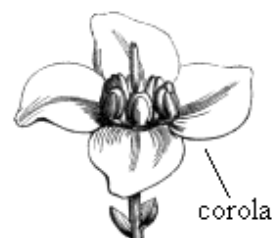


Figura 4 – Flor tetrâmera

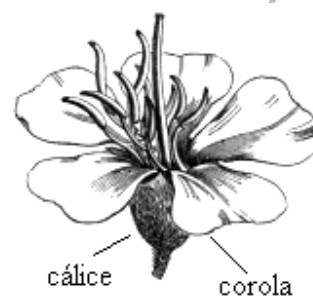


Figura 5 – Flor pentâmera



Figura 6 – Flor assimétrica

Com relação ao **plano de simetria** a flor pode ser classificada em:

**Actinomorfa ou radiada:** ocorre quando mais de dois planos de simetria podem ser traçados ao longo do eixo central. Exemplo: quaresmeira (*Tibouchina granulosa*, Melastomataceae) e abacate (*Persea americana* - Lauraceae). É importante que se observe apenas a disposição das sépalas e pétalas, pois se a observação se estender ao androceu e ao gineceu, dificilmente falaríamos em flores simétricas (fig. 7).

**Zigomorfa ou dorsiventral:** a flor apresenta apenas um plano de simetria, onde as peças do perianto se dispõem irregularmente em relação ao eixo central, mas simetricamente em relação a um plano, assim tanto o cálice como a corola podem ser divididos em duas metades iguais. (fig. 8). Exemplo: orquídea (*Dendrobium nobile* - Orchidaceae) e ervilha (*Pisum* sp. - Fabaceae).

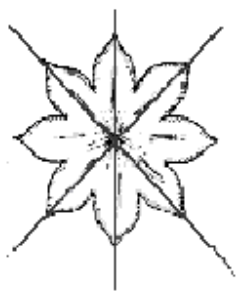


Figura 7 – Flor actinomorfa

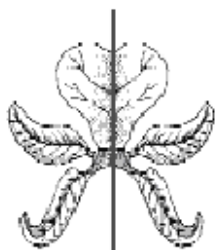


Figura 8 – Flor zigomorfa

Quando se analisa o perianto das flores de Angiospermas verifica-se que nem sempre cálice e corola estão presentes na flor. Deste modo as flores podem ser classificadas em:

**Aclamídeas ou nuas:** quando desprovidas de perianto, isto é, não apresentam cálice nem corola (fig. 9). Exemplo: pimenta-do-reino (*Piper* sp. - Piperaceae).

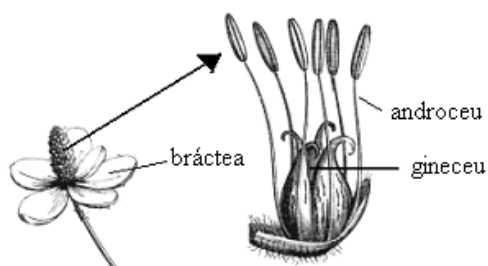


Figura 9 – Flor aclamídea

**Monoclamídeas:** quando apresentam apenas um dos verticilos estéreis, ou seja, somente cálice ou somente corola (fig.10). Exemplo: mamona (*Ricinus communis* - Euphorbiaceae).

**Diclamídeas:** quando apresentam os dois verticilos estéreis, sépalas e pétalas. Exemplo: ipê-de-jardim (*Tecoma stans* - Bignoniaceae), e quaresmeira (*Tibouchina granulosa* - Melastomataceae).

Por sua vez as flores diclamídeas são classificadas em:

**Heteroclamídeas ou periantadas:** quando a flor possui sépalas e pétalas muito diferentes entre si, na textura, forma, tamanho e coloração, como ocorre na maioria das dicotiledôneas (fig. 11). Exemplos: hibisco (*Hibiscus* sp. - Malvaceae) e roseira (*Rosa* sp. - Rosaceae).

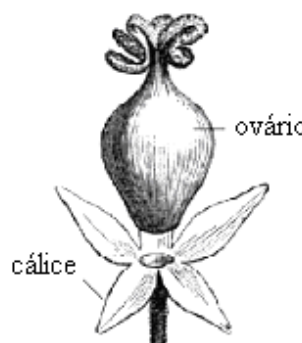


Figura 10 – Flor monoclamídea

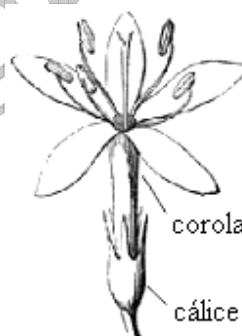


Figura 11 – Flor heteroclamídea

**Homoclamídeas ou perigoniadas:** quando não há diferenciação entre cálice e corola, ou seja, sépalas e pétalas são semelhantes em textura, coloração, forma e tamanho. Neste caso, as pétalas e sépalas são denominadas individualmente tépalas. Exemplo: lírio-de-São-Jorge (*Heimerocallis flava* - Liliaceae).

### Cálice

O cálice, constituído de sépalas, é o primeiro dos verticilos florais, ou seja, o mais externo. O cálice geralmente é verde e tem a função de proteção dos órgãos essenciais (estames e pistilos). As sépalas são folhas modificadas que apresentam epiderme, nervuras e estômatos. A margem pode apresentar dentes, lobos ou segmentos, fendidos ou partidos.

O cálice pode ser classificado quanto à fusão de suas peças em:

**Cálice dialissépalo:** quando as sépalas são livres entre si. Exemplos: alamanda-amarela (*Allamanda*

*cathartica* - Apocynaceae) e flamboyãzinho (*Caesalpinia pulcherrima* - Fabaceae).

**Cálice gamossépalo:** quando as sépalas são unidas entre si. Exemplos: trombeta-de-anjos (*Brugmansia suaveolens* - Solanaceae) e tumbérgia-azul (*Thumbergia grandiflora* - Acanthaceae).

### Corola

Internamente ao cálice encontra-se a corola, que é definida como o conjunto de pétalas. Ao contrário das sépalas, as pétalas têm geralmente textura mais delicada e apresentam diferentes cores. Quando não há diferenciação entre as pétalas e as sépalas, denominamos o conjunto de *tépalas*. Os diferentes formatos e cores da corola estão relacionados aos diferentes polinizadores das Angiospermas. Quando as pétalas se apresentam verdes, a corola é chamada *sepalóide*.

Como as sépalas, as pétalas são constituídas de epiderme, nervuras e parênquima. As pétalas apresentam o limbo (porção dilatada) e a unha (parte basal mais estreita). Quando falta a unha, a pétala é chamada de séssil.

A corola pode ser classificada quanto a fusão em:

**Corola dialipétala, polipétala ou arquiclamídea:** quando as pétalas são livres desde a base (fig. 12). Exemplo: quaresmeira-rasteira (*Schizocentron elegans* - Melastomataceae).

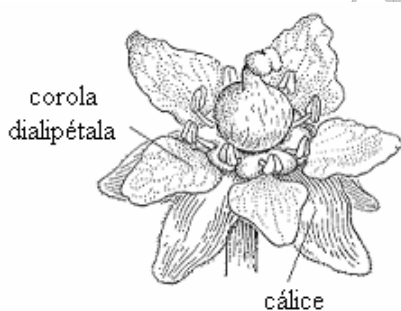


Figura 12 – Corola dialipétala

**Corola gamopétala, simpétala ou metaclamídea:** quando as pétalas são soldadas umas às outras, pelo menos na base (fig. 13). Exemplo: dama-da-noite (*Ipomoea alba*, - Convolvulaceae).

### Tipos de Corola

Há diversos tipos de formas da corola, ou de combinações de características de soldadura e de

planos de simetria no arranjo das peças florais, podendo ser classificadas em:

- 1) Dialipétala
  - a) Actinomorfa

**Crucifera:** constituída de quatro pétalas iguais, dispostas em cruz com unhas longas e limbo grande (Fig. 14). Exemplo: couve, mostarda, nabo, couve-flor e repolho (Brassicaceae).

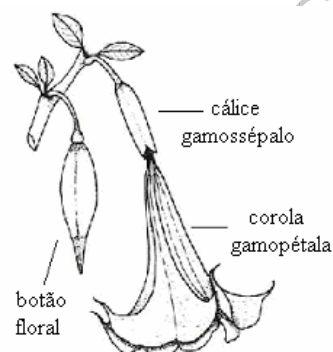


Figura 13 – Corola gamopétala

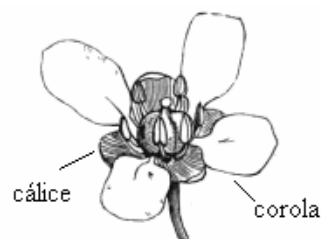


Figura 14 – Corola crucífera

**Rosácea:** cinco pétalas dispostas de forma circular, com unha reduzida sendo chamada subséssil (fig. 15), ou até sem unha (séssil). Exemplo: morango (*Fragaria* sp. - Rosaceae), goiaba (*Psidium* sp. - Myrtaceae), roseira (*Rosa* sp., Rosaceae) e pêsego (*Prunus pérsica* - Rosaceae).

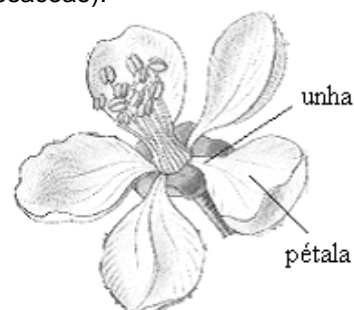


Figura 15 – Corola rosácea

**Cariofilácea ou Cravinosa:** constituída de cinco pétalas de unhas longas e limbo lacínulado (fig. 16).

Exemplo: cravina (*Dianthus chinensis* - Caryophyllaceae).

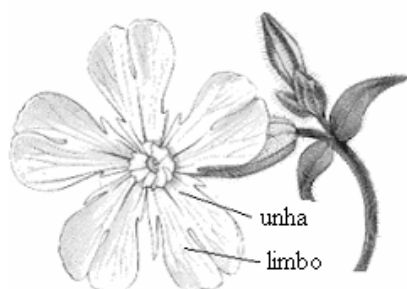


Figura 16 – Corola cariofilácea

b) Zigomorfa trímera

**Orquídeacea:** com duas pétalas laterais chamadas asas e uma mediana inferior chamada de labelo (fig. 17). Exemplo: orquídea (*Cattleya* sp. - Orchidaceae).

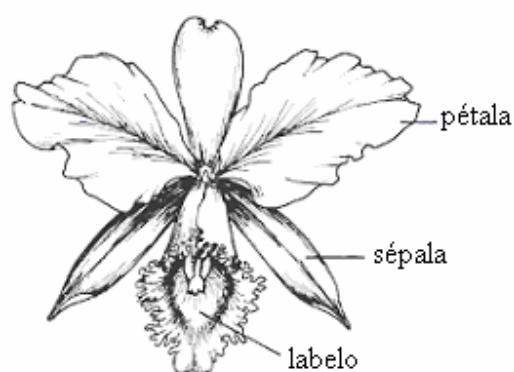


Figura 17 – Corola orquídeacea

c) Zigomorfa pentâmera

**Vexilar:** corola com cinco pétalas. Uma pétala superior livre e maior chamada *estandarte* ou *vexilo* recobrimdo duas laterais, iguais, chamadas *asas*. As duas inferiores, unidas pelas bordas e mais internas sendo envolvidas pelas asas, constituem a *carena* ou *quilha*. Exemplo: espécies da família Fabaceae (sub-família Papilionoideae).

**Carenal:** corola constituída de cinco pétalas, porém o estandarte ou vexilo está situado internamente e recoberto em parte pelas duas asas e estas pelas duas pétalas da carena ou quilha, que são separadas. Exemplo: espécies da família Fabaceae (sub-família Caesalpinioideae).

**Anômala:** é toda a corola dialipétala que não se enquadra nos tipos já descritos, e que apresenta

irregularidades notáveis, tais como tipos e disposição das pétalas (fig. 18). Exemplo: violeta (*Viola* sp. - Violaceae).

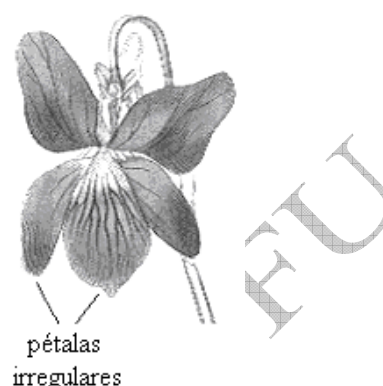


Figura 18 – Corola anômala

2) Gamopétala

a) Actinomorfa

**Tubulosa:** apresenta um número variável de pétalas soldadas entre si, formando um tubo relativamente longo e mais ou menos cilíndrico (fig. 19a e 19b). Exemplo: flores do disco de girassol (*Helianthus* sp., - Asteraceae) e margarida (*Chrysanthemum* sp. - Asteraceae).

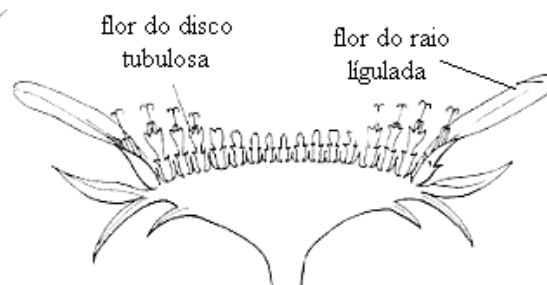


Figura 19a – Corte longitudinal do capítulo de girassol

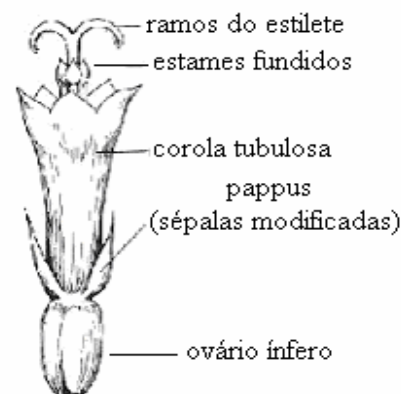


Figura 19b – Flor do disco

**Rotácea ou Rotada:** corola com tubo curto e limbo plano, circular, semelhante a uma roda (fig. 20). Exemplo: tomate (*Lycopersicum* sp. - Solanaceae) e manacá (*Brunfelsia* sp. - Solanaceae).

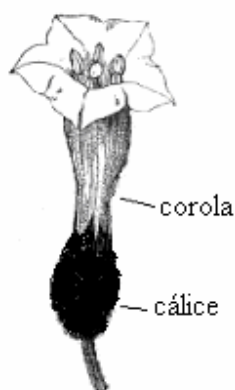


Figura 20 – Corola rotácea

**Infundibuliforme:** corola com tubo alongado que se estreita abruptamente para baixo como um funil (fig. 21). Exemplo: enrola-semana (*Ipomea cairica* - Convolvulaceae) e batata-doce (*Ipomea batatas* - Convolvulaceae).

**Campanulada:** o conjunto se assemelha a uma campainha, cujo tubo se alarga rapidamente na base, mantendo depois um diâmetro constante (fig. 22). Exemplo: *Campanula* sp. - Campanulaceae.

**Urceolada:** tubo alarga-se rapidamente na base e estreitando-se para cima (forma de jarra ou urna), (fig. 23). Exemplo: érica (*Erica tetralix* - Ericaceae).

**Hipocrateriforme:** corola com tubo alongado, alargando-se rapidamente na parte superior, com o limbo plano ou em forma de taça (fig. 24). Exemplo: jasmin (*Jasminum* sp. - Oleaceae) e vinca (*Cotharanthus roseus* - Apocynaceae).

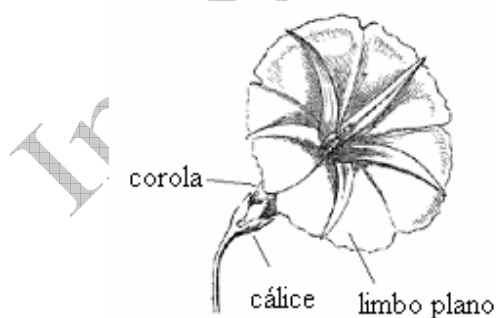


Figura 21 – Corola infundibuliforme

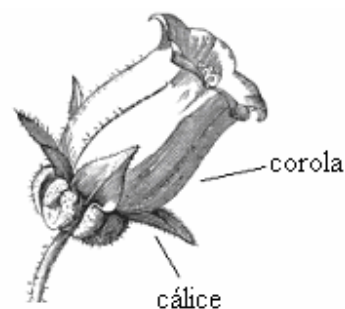


Figura 22 – Corola campanulada

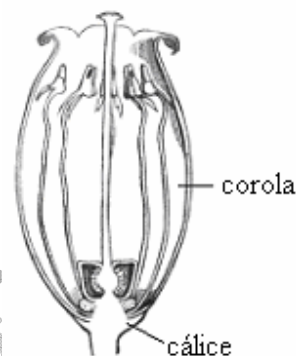


Figura 23 – Corte longitudinal da flor com corola urceolada

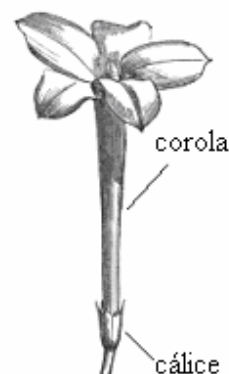


Figura 24 – Corola hipocrateriforme

b) Zigomorfa

**Labiada:** corola tubulosa com o limbo dividido em dois lábios, o inferior com três pétalas e o superior com duas pétalas (fig. 25). Exemplo: cardeal (*Salvia* sp. - Lamiaceae).

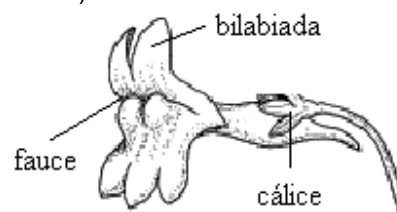


Figura 25 – Corola do tipo labiada

**Personada:** corola tubulosa e bilabiada, com o lábio inferior recurvado para cima, cobrindo a fauce (abertura do tubo da corola) tal como na (fig. 26). Exemplo: boca-de-leão (*Antirrhinum majus* - Scrophulariaceae).

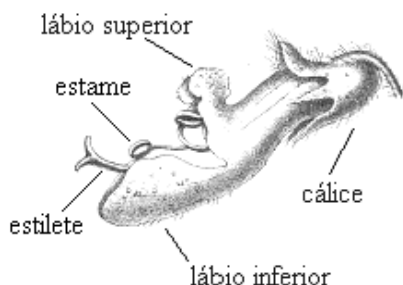


Figura 26 – Corola personada

**Ligulada:** Tubo da corola bem curto, com o limbo das pétalas soldados entre si, formando uma lingüeta lançada para um dos lados. A distinção das pétalas, só se faz pelos dentes do ápice do limbo (fig. 27). Exemplo: flores periféricas do capítulo de Asteraceae, tais como dalias (*Dahlia* sp.), margaridas (*Chrysanthemum* sp.) e girassóis (*Helianthus* sp.).

c) Anômalo

Corola que não se enquadra em nenhum dos tipos mencionados (fig. 28). Exemplo: cana-da-Índia (*Canna generalis* - Cannaceae).

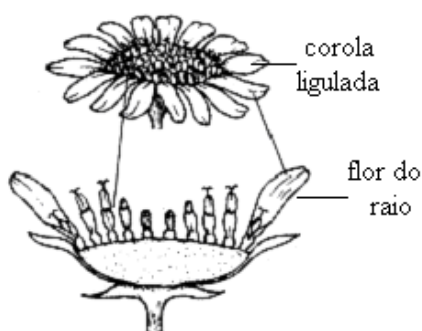


Figura 27 – Corola ligulada



Figura 28 – Corola anômala

## Prefloração

A flor jovem encontra-se no estágio de *botão floral*. Nesta fase é possível analisar a prefloração do cálice e/ou corola. A prefloração é a disposição que as sépalas ou pétalas assumem no botão floral antes da antese (exposição dos órgãos sexuais da flor).

Durante a maturação, a flor passa do estágio de botão para a antese, que pode ser definida como o momento de abertura do botão floral. São vários os tipos de prefloração:

**Valvar:** é a prefloração caracterizada pelo simples contato das peças florais (sépalas ou pétalas), apenas se tocando pelos bordos. Exemplo: corola das espécies de Malvaceae.

**Imbricada:** quando existe uma peça totalmente interna e outra totalmente externa e as restantes se recobrem e são recobertas. Exemplo: as camélias apresentam o cálice com prefloração imbricada e as rosáceas têm a corola com este tipo de prefloração

**Contorta:** cada sépala recobre a seguinte e é recoberta pela anterior. Exemplo: jasmim-manga (*Jasminum* sp. - Oleaceae).

**Quincuncial:** são duas pétalas externas, duas internas e uma semi-interna, isto é, com um só lado recoberto. Exemplo: cálice das Malpighiaceae.

## Verticilos Fértéis

Os verticilos férteis são o androceu e o gineceu, que são a parte masculina e feminina da flor, respectivamente.

### Androceu

É o verticilo floral fértil “masculino”, formado pelos estames (microsporófilos) que produzem os microsporângios (sacos polínicos), encarregados de produzir os micrósporos, que são produtos imediatos da meiose; estes por sua vez são transformados em grãos de pólen que contém os microgametófitos.

Um estame típico consta de uma parte estéril chamada filete ou filamento e uma parte fértil, a antera unida por um tecido denominado conectivo (fig. 29).

Estaminódios são estames estéreis que apresentam diversas funções, tais como nectários,

estruturas petalóides atrativas para polinizadores e alimento para insetos e aves.

A antera é a porção do estame que fica geralmente na região superior do filete e é na antera que se formam os grãos de pólen. Geralmente a antera é constituída por duas *tecas* (cada uma das quais apresentando dois sacos polínicos), unidas entre si por um tecido estéril, o *conectivo* que é um prolongamento do filete. Neste caso as anteras são chamadas *bitecas*. Há também anteras *monotecas* que possuem somente uma teca. Exemplo: brinco de princesa (*Hibiscus rosa-sinensis* - Malvaceae).

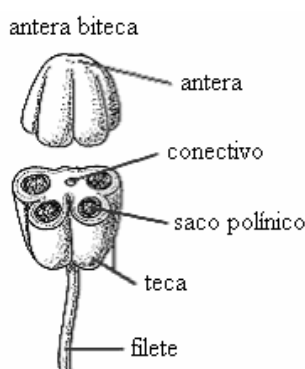


Figura 29 – Corte transversal da antera

Ao se levar em conta o número, arranjo, fusão dos estames e características da antera, o androceu pode ser classificado de diferentes maneiras.

De acordo com o *número de estames em relação ao número de pétalas*, as flores podem ser classificadas em:

**Oligostêmones:** se o número de estames for menor que o número de pétalas. Exemplo: ipê (*Tecoma stans* - Bignoniaceae).

**Isostêmones:** se o número de estames for igual ao de pétalas (fig. 30). Exemplo: café (*Coffea arabica* - Rubiaceae).

**Diplostêmones:** se o número de estames for o dobro do número de pétalas (fig. 31). Exemplo: quaresmeira (*Tibouchina granulosa* - Melastomataceae).

**Polistêmones:** se o número de estames for maior que o número de pétalas, exceto o dobro (fig. 32). Exemplo: goiaba (*Psidium guajava* - Myrtaceae).



Figura 30 Flor isostêmonica

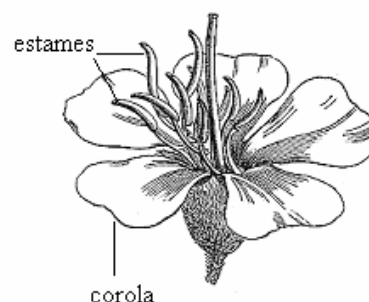


Figura 31 – Flor diplostêmonica



Figura 32 - Corte longitudinal de flor polistêmonica

Segundo o *tamanho dos estames*, o androceu pode ser classificado em:

**Isodínamo:** apresenta todos os estames de tamanhos iguais (fig. 33). Exemplo: dama-da-noite (*Ipomoea alba* - Convolvulaceae).

**Didínamo:** apresenta 4 estames, sendo 2 maiores e 2 menores (fig. 34). Exemplo: ipê-de-jardim (*Tecoma stans* - Bignoniaceae).

**Tetradínamo:** apresenta 6 estames, sendo 4 maiores que os restantes (fig. 35). Exemplo: cesto-de-ouro (*Aurinaria saxatilis* - Brassicaceae).

**Heterodínamo:** apresenta pelo menos um estame de tamanho diferente (fig. 36). Exemplo: flamboyant (*Delonix regia* - Fabaceae).



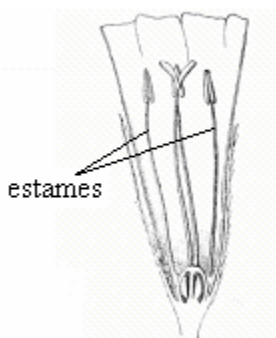


Figura 33 – Androceu isodínamo

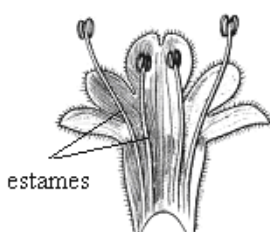


Figura 34 – Androceu didínamo

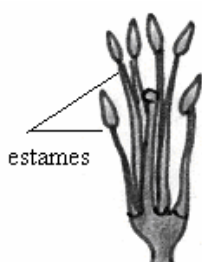


Figura 35 – Androceu tetradínamo



Figura 36 – Androceu heterodínamo

Com relação à *soldadura dos filetes*, o androceu pode ser classificado em:

**Dialistêmone:** os filetes são livres entre si.

**Gamostêmone:** os filetes estão soldados entre si. Neste caso podem ser de várias formas:

**Monadelfo:** todos os estames permanecem unidos em um só grupo (fig. 37). Exemplo: hibisco (*Hibiscus* sp. - Malvaceae).

**Diadelfo:** um dos estames é livre e os demais soldados entre si (fig. 38). Exemplo: glicínia (*Wisteria sinensis* - Fabaceae)

**Poliadelfo:** os estames são soldados pelo filete em mais de três grupos. Exemplo: flor de laranjeira (*Citrus sinensi* - Rutaceae).



Figura 37 – Androceu monadelfo

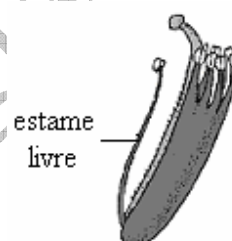


Figura 38 – Androceu diadelfo

As anteras são geralmente livres entre si, porém em algumas famílias, como Asteraceae, as anteras podem estar unidas. Tal fato é chamado *sinanteria* (fig. 39).

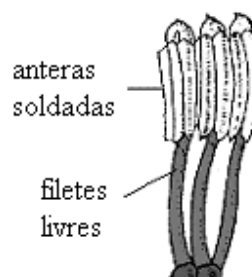


Figura 39 - Sinanteria

De acordo com a *disposição dos estames em relação à corola*, estes podem ser:

**Livres:** estames presos apenas ao receptáculo (fig. 40).

**Epipétalos:** estames adnatos (aderentes) às pétalas (fig. 41).

**Inclusos:** estames que não ultrapassam o nível da entrada da corola ou do cálice (fig. 42).

**Exertos:** estames que se sobressaem na garganta do cálice ou da corola (fig. 43).



Figura 40 – Estames livres

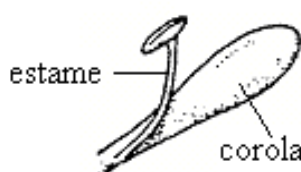


Figura 41 – Estames epipétalos

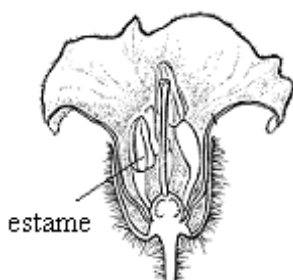


Figura 42 – Estames inclusos

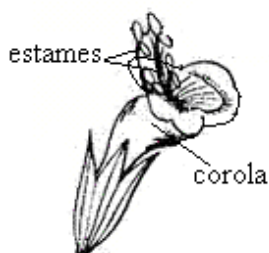


Figura 43 – Estames exertos

De acordo com a *união do filete à antera* estas podem ser classificadas em:

**Antera basifixa:** o filete une-se à antera pela base (fig. 44a).

**Antera dorsifixa:** o filete une-se à antera pelo dorso (fig. 44b).

**Antera apicefixa:** o filete une-se à antera pelo ápice (fig. 44c).

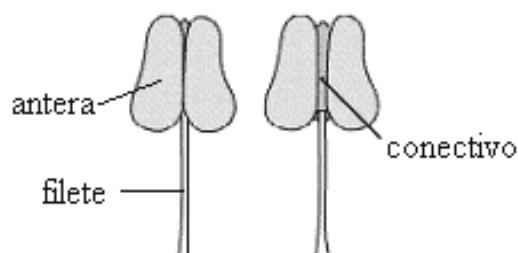


Figura 44 a – Antera basifixa

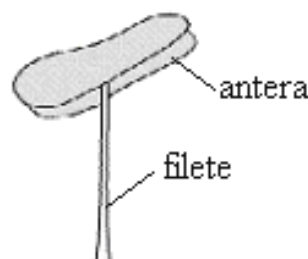


Figura 44b – Antera dorsifixa

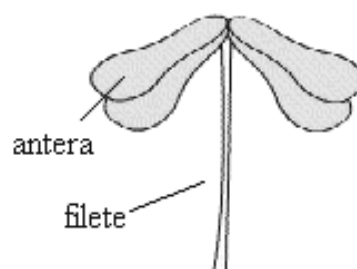


Figura 44c – Antera apicefixa

Quanto à *liberação do grão-de-pólen*, a deiscência (abertura) da antera, pode ser classificada em:

**Rimosa ou longitudinal:** a abertura ocorre por uma fenda longitudinal em cada teca, sendo este tipo o mais freqüente (fig. 45). Exemplo: cipó-una (*Arrabidaea brachypoda* - Bignoniaceae).

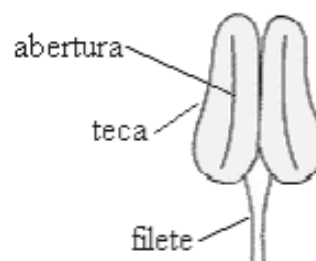


Figura 45 – Deiscência longitudinal

**Valvar ou opercular:** a abertura ocorre por uma ou duas valvas em cada teca. É mais raro e ocorre na família Lauraceae (fig. 46). Exemplo: abacate (*Persea americana* - Lauraceae).

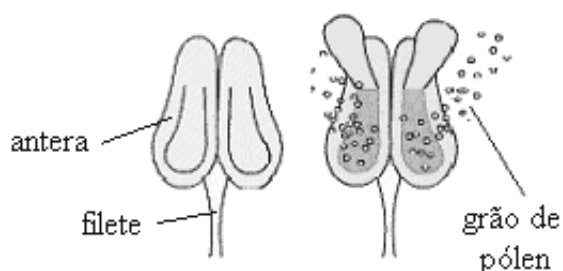


Figura 46 – Deiscência valvar

**Poricida:** a abertura ocorre por poros localizados geralmente na porção apical da teca (fig. 47). Exemplo: quaresmeira (*Tibouchina granulosa* - Melastomataceae).

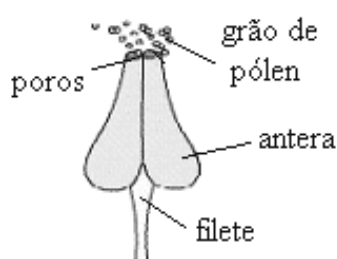


Figura 47 – Deiscência poricida

**Transversal:** ocorre por uma fenda transversal na teca (fig. 48). Exemplo: manta-de-dama (*Alchemilla xanthoclor* - Rosaceae).

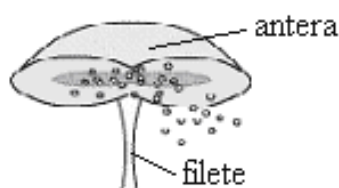


Figura 48 – Deiscência transversal

### Microsporogênese

*Microsporogênese* é a seqüência de eventos que ocorre desde a formação dos *microsporócitos* até a tetrade de micrósporos (fig. 49).

No início da *microsporogênese*, as células esporógenas do interior do saco polínico, podem dar origem diretamente às células-mãe do grão de pólen (*microsporócito*), sofrer algumas divisões, ou parte destas também pode degenerar.

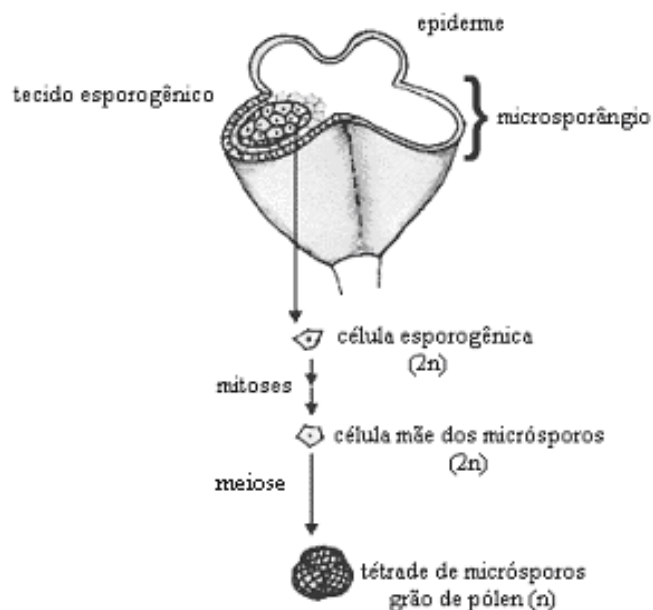


Figura 49 – Esquema de microsporogênese

Cada *microsporócito* ( $2n$ ) sofre uma divisão meiótica (R), originando uma tetrade de *micrósporos* ( $n$ ). Cada micrósporo da tetrade apresenta a metade do número de cromossomos da espécie (número haplóide ou  $n$ ) e dá origem a um grão de pólen.

### Microgametogênese

O micrósporo ( $n$ ) sofre uma divisão mitótica da qual resultam duas células: uma célula menor, a geradora, e uma maior, a vegetativa (ou célula do tubo). Cerca de 70% das espécies liberam seus grãos de pólen nesse estágio, e cada um desses constitui um microgametófito binucleado. Neste caso, a segunda mitose ocorre após a polinização, no estigma da planta receptora do pólen, antes do desenvolvimento do tubo polínico.

Nos restantes 30%, a célula geradora sofre uma nova mitose, resultando na formação dos *dois núcleos gaméticos masculinos*. Nesse caso, o grão de pólen constitui o microgametófito maduro, trinucleado.

### Estrutura do grão de pólen

O grão de pólen é o *microgametófito* ou *gametófito masculino* e apresenta formas bastante variadas. A mais comum é a arredondada ou ovóide, de cor amarela e algumas vezes avermelhada. Encontram-se normalmente livres nos sacos polínicos, sendo esses grãos denominados *mônades*. Em algumas famílias os grãos de pólen permanecem em *tétrades* que podem se unir em grupos maiores formando as *políades*.

Pode-se ter ainda a reunião de todos os grãos de pólen em um saco polínico, formando as *polínias* (fig. 50), muito comum em espécies de Orchidaceae (fig. 51) e Asclepiadaceae.

O grão de pólen maduro geralmente é tricolpado. Internamente é envolvido por uma fina camada de celulose, a *intina* e externamente por outra camada, a *exina*, que confere grande resistência ao grão de pólen. A ornamentação da exina pode ser bem variada, sendo os tipos mais comuns: *psilada* (lisa), *espinhosa*, *estriada*, e *reticulada*.

As *aberturas* são áreas delimitadas no grão de pólen, geralmente de parede fina. Tais aberturas são pontos por onde emerge o tubo polínico, durante a germinação do grão de pólen. Podem ser circulares (*poro*), alongadas (*colpo*, *sulco*) ou em forma de *anel* (fig. 52).

O estudo do grão de pólen tem papel relevante na taxonomia (palinotaxonomia), sendo importante no controle da origem e qualidade do mel, em pesquisas de arqueologia e geologia e na medicina (alergias).

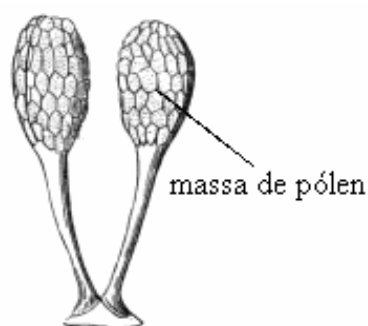


Figura 50 – Polínias

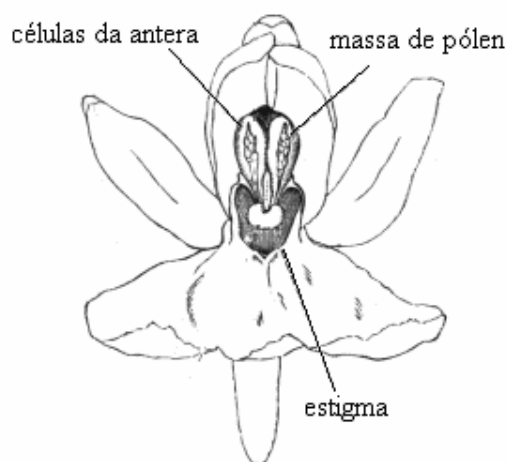


Figura 51 – Orchidaceae

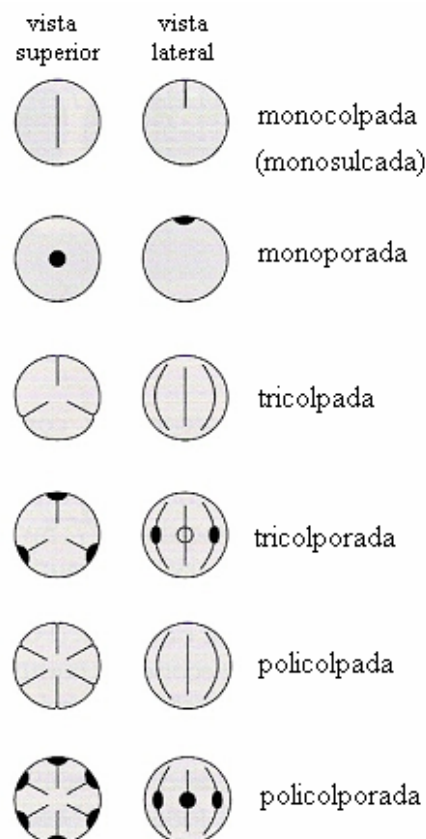


Figura 52 - Tipos de abertura do grão de pólen

### Gineceu

A parte “feminina” da flor denomina-se *gineceu* e é constituída por pistilos que são folhas profundamente modificadas, os *carpelos* (megasporófilos), que produzem os *óvulos* (megasporângios) que contêm os *megásporos*.

O *gineceu* compreende todos os pistilos da flor. Os pistilos são tipicamente compostos de um *estigma* (que serve como coletor e facilitador da germinação do pólen carregado pelo vento, água, ou vários animais), do *estilete* (região especializada para o crescimento do tubo polínico) e o *ovário* (uma porção basal dilatada que circunda e protege os óvulos) (fig. 53).

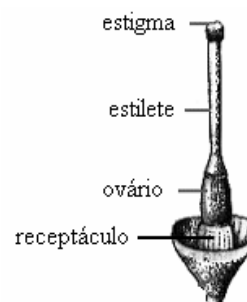


Figura 53 - Esquema do Gineceu

O pistilo pode ser formado por um só carpelo e nesse caso falamos em *pistilo simples* (unicarpelar). Se o pistilo é formado por dois ou mais carpelos unidos o pistilo é *composto* (bicarpelar, tricarpelar ou pluricarpelar), ou seja, é indispensável que os carpelos sejam soldados para que constituam um único pistilo (fig. 54).

O gineceu formado por dois ou mais carpelos soldados é denominado *sincárpico* ou *gamocarpelar* e quando cada carpelo constitui um pistilo e numerosos pistilos constituem o gineceu fala-se em gineceu *apocárpico* ou *dialicarpelar* como por exemplo a rosa (*Rosa grandiflora* - Rosaceae) (Fig. 55, 55a e 56).

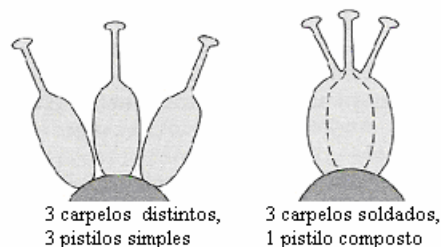


Figura 54 - Carpelo e pistilo



Figura 55 - Ovário tricarpelar e dialicarpelar



Figura 55a - Ovário tricarpelar e gamocarpelar



Figura 56 - Esquema de soldadura do estigma

Com relação ao **número de carpelos**, o ovário pode ser classificado em:

**Ovário unicarpelar:** o ovário é simples e, conseqüentemente, formado por um único carpelo (fig. 57).

**Ovário bicarpelar, tricarpelar ou pluricarpelar:** o ovário é composto, sendo formado respectivamente por 2, 3 ou mais carpelos soldados (fig. 58 e 59).

A cavidade do ovário que contém os óvulos denomina-se *lóculo*. De um modo geral, o número de lóculos do ovário corresponde ao número de carpelos. Segundo o número de lóculos o ovário pode ser, uni, bi, tri ou plurilocular se possui respectivamente 1, 2, 3 ou mais lóculos.

A inserção do estilete no ovário pode ser:

**Terminal:** inserção na parte superior do ovário.

**Lateral:** inserção ocorre lateralmente ao ovário.

**Ginobásico:** inserção na base do ovário.

O estigma também pode apresentar-se único ou ramificado, com várias formas.

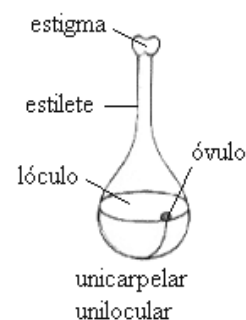


Figura 57 - Ovário simples

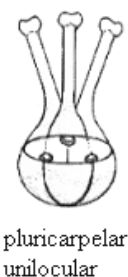


Figura 58 - Ovário composto

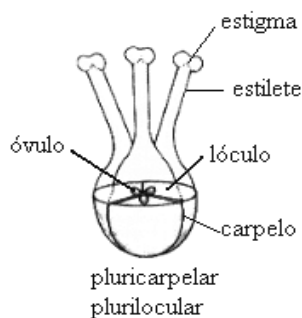


Figura 59 - Ovário composto



Figura 61 - Flor perígina - ovário súpero

### Flores quanto à posição do ovário

As peças florais (sépalas, pétalas e estames) exibem uma variação na sua disposição e no seu arranjo no receptáculo, e em relação ao ovário. De acordo com esta disposição a flor é caracterizada como hipógina, perígina ou epígina.

A flor *hipógina* apresenta ovário súpero (livre) e o pistilo se localiza acima da inserção dos demais verticilos (perianto e androceu) (fig. 60). Mesmo quando os estames são epipétalos, isto é, estão adnatos (aderentes) às pétalas em posição superior ao ovário, a flor também é hipógina. No entanto, quando as sépalas, pétalas e estames apresentam-se adnatos, isto é, soldados até uma certa altura, formando uma estrutura semelhante a um copo, denominada *hipanto*, o ovário é *súpero*, mas a flor é *perígina* (fig. 61). Nas flores períginas, podemos perceber o ovário apenas abrindo o hipanto.

*Obs:* O hipanto é definido como uma estrutura em forma de urna ou taça que circunda o ovário.

Quando os demais verticilos situam-se acima do ovário, não sendo possível separá-los dos tecidos que o revestem, o ovário é *ínfero* e a flor é chamada de *epígina* (fig. 62).

Mais uma observação pode ser feita com relação à posição dos órgãos essenciais da flor. Algumas flores apresentam um prolongamento do eixo floral elevando o gineceu, o androceu, ou ambos acima dos demais verticilos florais. Se apenas o gineceu é elevado, o prolongamento do eixo é denominado *ginóforo*. Exemplo: pata de vaca (*Bauhinia variegata* - Fabaceae).

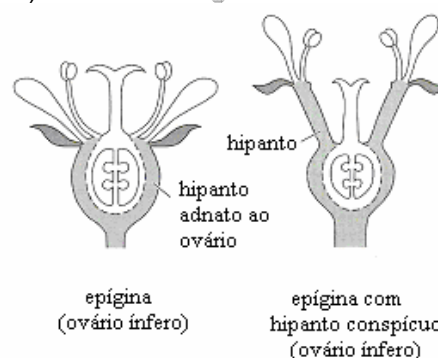


Figura 62 - Flor epígina

Se o eixo prolongado eleva o androceu acima do nível de inserção dos demais elementos do perianto, é denominado *andróforo*. Quando o gineceu e o androceu são elevados por um mesmo eixo este é denominado *androgínóforo*. Exemplo: flor do maracujá (*Passiflora* sp - Passifloraceae).

### Óvulo

O óvulo é o *megasporângio* das Gimnospermas e Angiospermas, onde são formados os *megásporos* ou *macrósporos* que originarão o *megagametófito* (saco embrionário). Depois da fecundação, o óvulo é transformado em semente.

O óvulo consta de um maciço celular, chamado *nucelo*, envolvido por dois tegumentos: *primina*, que é a membrana externa e *secundina* que é a membrana interna. Esses dois envoltórios não cercam completamente a nucela, deixando uma pequena abertura, a *micrópila*, por onde passará o tubo polínico (fig. 63). Nem todos os óvulos apresentam os dois

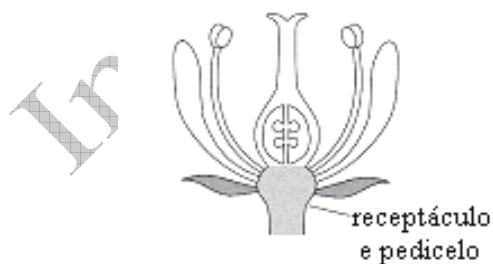


Figura 60 - Flor hipógina - Ovário súpero

tegumentos; óvulos com um só tegumento são comuns em Gimnospermas e Dicotiledôneas gamopétalas e óvulos com dois tegumentos, são próprios de Monocotiledôneas e Dicotiledôneas dialipétalas.

O óvulo prende-se à placenta por meio de um eixo, denominado *funículo*. O funículo, de dimensões variadas, apresenta um feixe vascular que se estende até a base da nucela, ou *chalaza*. No óvulo, o ponto de inserção do funículo chama-se *hilo*.

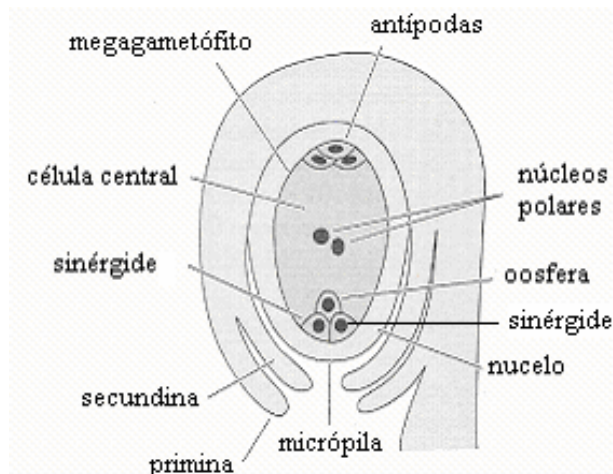


Figura 63 - Esquema de um óvulo com seus envoltórios

### Tipos de Óvulos

Considerando-se a curvatura do funículo e a torção da nucela, os óvulos podem ser classificados em:

**Ortótropo:** é o óvulo reto que não apresenta nenhuma curvatura; assim o funículo, chalaza e micrópila (voltada para cima) estão em linha reta (fig. 64). Os óvulos ortótropos são raros em Angiospermas e freqüentes entre as Gimnospermas.

**Anátropo:** este é o tipo de óvulo mais comum entre as Angiospermas. Nele o funículo sofre uma grande curvatura, o óvulo sofre uma rotação de 180° e a micrópila se aproxima do funículo. No entanto, a curvatura não afeta a forma do saco embrionário (fig. 65).

**Anfítropo:** quando ocorre uma curvatura semelhante à anterior, mas em que há também curvatura do saco embrionário; a chalaza não está oposta à micrópila.

**Campilótropo:** tipo de óvulo que apresenta uma curvatura sem afetar o saco embrionário, neste caso a

chalaza não fica oposta à micrópila, como acontece no óvulo anátropo (fig. 66).

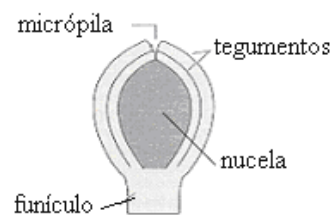


Figura 64 - Óvulo ortótropo

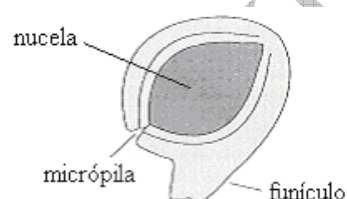


Figura 65 - Óvulo anátropo

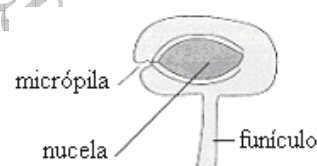


Figura 66 - Óvulo campilótropo

### Placentação

A região do ovário à qual os óvulos estão presos, cada um pelo seu funículo, é denominada *placenta*. A disposição ou localização da placenta ou placentas no ovário é denominada *placentação*, e é variável nas diferentes flores.

Os principais tipos de placentação são:

**Parietal:** os óvulos estão presos à parede do ovário ou as suas expansões (fig. 67).

**Axilar:** os óvulos estão presos na parte central de um ovário composto na axila dos septos. Neste caso o ovário apresenta número de lóculos igual ao número de carpelos (fig. 68).

**Central Livre ou Axial:** os óvulos estão ligados ao longo (ou na porção distal) de um eixo central livre na porção superior do ovário, mas ligado à sua base (fig. 69). É exclusiva de ovários uniloculares.

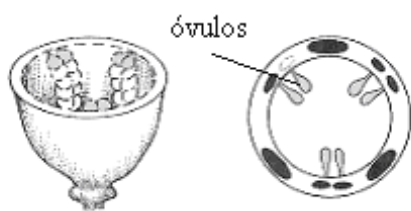


Figura 67 - Placentação parietal

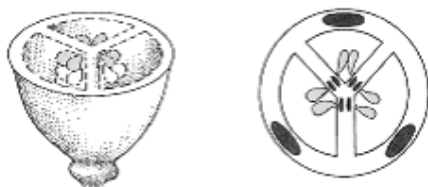


Figura 68 - Placentação axilar



Figura 69 - Placentação central livre ou axial

### Megasporogênese e megagametogênese

O óvulo forma-se na cavidade do ovário (lóculo) e inicialmente começa a crescer como uma protuberância, o *nucelo*. À medida que ocorre o desenvolvimento, começam a crescer os *tegumentos* (1 ou 2), que envolvem o nucelo, exceto na região da *micrópila*. Cada óvulo encontra-se ligado à placenta pelo *funículo*.

No interior do primórdio do óvulo, uma das quatro células torna-se mais evidente que as outras, maior em tamanho, citoplasma mais denso e núcleo mais conspícuo. Esta célula chamada de *megasporócito* ( $2n$ ) geralmente é a *célula-mãe dos megásporos* (fig. 70).

Após uma meiose a célula-mãe do *megásporo* ( $2n$ ) dará origem a 4 *megásporos* ( $n$ ). Três desses megásporos geralmente degeneram. O megásporo funcional vai então se desenvolver e dar origem ao *megagametófito*, que será chamado de *saco embrionário*. Inicialmente o megásporo cresce e o seu núcleo se divide. Os núcleos filhos migram para os pólos do saco embrionário, agora binucleado. Cada um dos núcleos sofre ainda duas divisões sucessivas, resultando um saco embrionário com 8 núcleos. De cada pólo um núcleo migra para o centro do saco embrionário; são os *núcleos polares*. A seguir formam-

se paredes celulares. No centro forma-se uma célula binucleada (com 2 núcleos polares); esta é a *célula-mãe do endosperma*.

Na extremidade micropilar tem-se *duas sinérgides* mais a *oosfera*. Na extremidade oposta formam-se três células denominadas *antípodas*.

Neste estágio, o óvulo está pronto para ser fecundado (fig. 71). Em resumo, a célula-mãe do megásporo ( $2n$ ) dá origem aos megásporos ( $n$ ), um dos quais vai crescer e formar o saco embrionário ( $n$ ), com todos os núcleos ( $n$ ) que posteriormente vão receber suas porções de citoplasma, formando as sete células, uma das quais binucleada ( $n+n$ ).

Obs: Além deste, existem vários outros tipos de saco embrionário.

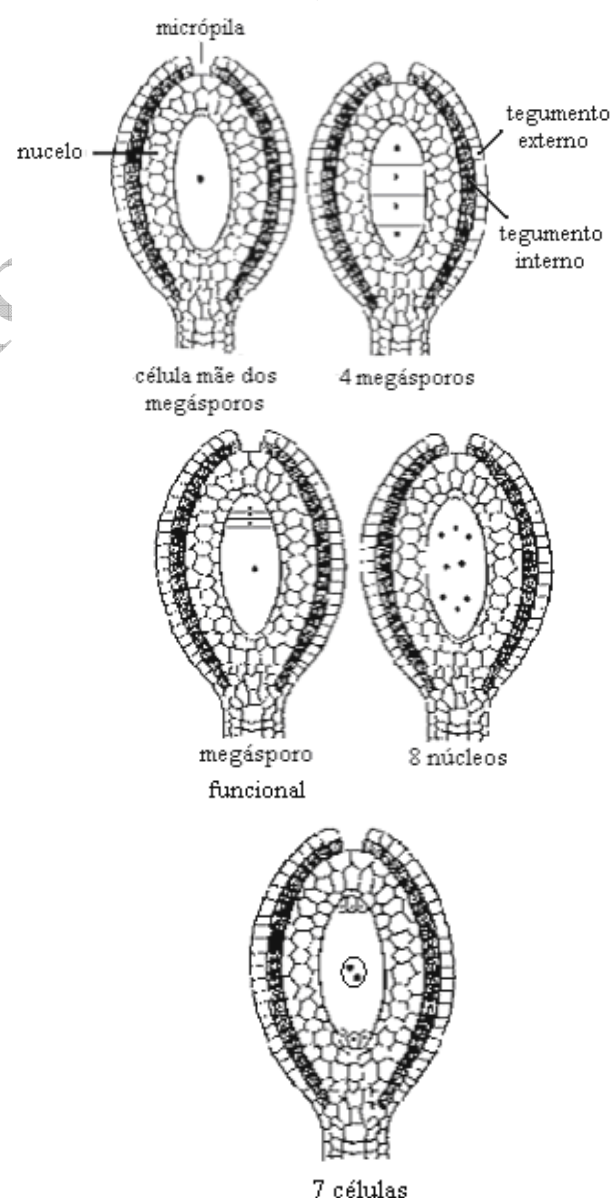


Figura 70 - Megasporogênese e Megagametogênese