

Filotaxia

Bruno Edson-Chaves *, Thaíla Vieira Alves dos Santos †,

Fernanda M^a Cordeiro de Oliveira ‡

*Universidade Estadual do Ceará

†Universidade Estadual de Feira de Santana

‡Universidade Federal de Santa Catarina

CITAÇÃO

Edson-Chaves, B., Santos, T. V. A.,
Oliveira, F. M. C. (2021)
Filotaxia,
Rev. Ciência Elem., V9(02):046.
doi.org/10.24927/rce2021.046

EDITOR

José Ferreira Gomes,
Universidade do Porto

EDITOR CONVIDADO

Paulo Ribeiro-Claro
Universidade do Porto

RECEBIDO EM

08 de março de 2021

ACEITE EM

19 de abril de 2021

PUBLICADO EM

15 de junho de 2021

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2021.
Este artigo é de acesso livre,
distribuído sob licença Creative
Commons com a designação
[CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite
a utilização e a partilha para fins
não comerciais, desde que citado
o autor e a fonte original do artigo.

rce.casadasciencias.org



A morfologia foliar e a distribuição das folhas ao longo do eixo caulinar são muito variáveis nas plantas vasculares, sendo características importantes no sistema de classificação das plantas. A variação na distribuição das folhas, denominado filotaxia, leva em consideração o número de folhas por nó, sua orientação e ângulo entre as folhas de um nó e o nó consecutivo. Esta distribuição permite que as plantas minimizem o sombreamento provocado pelas próprias folhas, possibilitando melhor captação da luz solar. Neste artigo, trazemos os principais tipos de filotaxia encontrados nas plantas vasculares, juntamente com uma breve descrição e imagens para a identificação dos mesmos.

Entre os órgãos vegetativos das plantas vasculares, as folhas são as que exibem maior variedade de formas. Tais estruturas são determinadas cedo ainda no Meristema Apical Caulinar (MAC)³. Inicialmente esta região é radialmente simétrica¹ porém, através de estímulos do hormônio Auxina² há rápidas divisões na zona de diferenciação, dando origem aos primórdios foliares³ e, posteriormente, através de crescimento pós-meristemático, e pela ação do meristema intercalar, os primórdios (agora mais desenvolvidos), vão ocupando a sua posição no ramo, dando origem à filotaxia (do grego, *phyllo* - folha e *taxis* - ordenação⁴) final² a determinação da filotaxia.

Assim, filotaxia é definida pelo estudo da disposição das folhas no eixo caulinar^{5, 6} sendo um caráter variável, sobretudo quanto ao número de folhas por nó e quanto ao ângulo entre elas em nós consecutivos⁷. Funcionalmente, buscam minimizar o sombreamento de uma folha sobre a outra⁸ para permitir uma melhor captação da luz solar para a fotossíntese.

Além disso, também pode desempenhar um importante papel na determinação da ramificação da planta⁹.

A filotaxia é relevante para a delimitação de gêneros e/ou famílias, mas apresenta pouca utilidade para delimitação de espécies¹⁰. Isso ocorre porque, além de ser uma característica geneticamente definida⁵, ou seja, não é afetada por condições ambientais, pode ser observada em qualquer período do ano, já que as plantas sempre apresentam folhas ou cicatrizes foliares⁷.

Para realização da observação desta característica é sugerível utilizar ramos mais velhos, pois a flexibilidade dos ramos novos podem gerar, em alguns casos, uma falsa aparência e prejudicar a identificação correta da filotaxia⁷.

Os padrões de filotaxia encontrados são:

1. Filotaxia alterna (FIGURA 1): quando existe apenas uma folha por nó⁹. Este tipo é característico de algumas angiospermas basais (ex.: Nymphaeaceae, Canellaceae, algumas Piperaceae, Aristolochiaceae, Magnoliaceae e Anonaceae), monocotiledôneas (com raras exceções) e diversas Eudicotiledôneas (p. ex. Malvaceae, Anacardaceae, Sapindaceae, Rutaceae, Fabaceae-Papilionoideae, Passifloraceae, Solanaceae, Cucurbitaceae, entre outras)¹¹.
 - a) Monóstica (ou secundifolia)⁶: todas as folhas estão dispostas em um mesmo lado do caule, vista de cima mostra-se como uma fileira de folhas. Este tipo é considerado raro⁹, mas pode ser observado em alguns representantes da família Costaceae (FIGURA 1 A).
 - b) Dística (FIGURA 1B e C): as folhas estão dispostas em duas fileiras distantes 180° uma da outra⁹, ou seja, em um mesmo plano de simetria⁸. Comum em Poaceae.
 - c) Trística (FIGURA 1D): as folhas estão dispostas em três fileiras distantes 120° uma da outra⁹. Comum em Cyperaceae, mas pode ocorrer em algumas outras famílias como Arecaeae.
 - d) Espiralada (ou helicoidal⁸) (FIGURA 1E): as folhas estão dispostas em mais de três fileiras de folhas⁹, em ângulos diversos (exceto 360°, 180° e 120°), dando uma aparência espiralada. Neste caso, as filotaxias podem ser expressas por uma fração ou por ângulos, no caso de frações as mais frequentes são 2/5, 3/8, 5/13 e 8/21, ou seja, a folha 2 é superposta da folha 5, a 3 superposta a 8 e assim respectivamente; quanto a angulação a projeção 2/5 apresenta 144° (ângulo medido entre as folhas 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4 etc.)¹². O ângulo mais comum, entretanto, é 137,5 (fração 8/21), o ângulo de ouro, sendo que os padrões de angulações têm estimulado diversas investigações na interface biologia-matemática-física¹³. Um exemplo são espécies do gênero *Senecio* (Asteraceae)
 - e) Rosuladas (ou roseta) (FIGURA 1F): Folhas alternas espiraladas, dispostas em caules com entrenós muito curtos, ficando as folhas sobrepostas umas às outras e possibilitando, em alguns casos, o acúmulo de água (ex. Bromeliaceae)⁶. Outro exemplo bastante interessante são os representantes do gênero *Echeveria* (Crasulaceae). Muitas vezes o caule é tão curto que há a impressão de que a planta não tem caule, sendo erroneamente denominadas de plantas acaules⁷.
 - f) Pseudoverticiladas: resulta de um conjunto de folhas de filotaxia alterna espiralada com entrenós muito curtos, separados de outro conjunto de entrenós curtos por um entrenó longo⁹.



FIGURA 1. Plantas com filotaxia alternata. A) Monóstica - Costaceae. B) Dística – Piperaceae. C) Dística – Poaceae. D) Trística – Cyperaceae. E) Espiralada – Apocynaceae. F) Rosuladas - Bromeliaceae.

2. Filotaxia oposta: quando existem duas folhas por nó, inseridas em direção opostas uma da outra (distantes por um ângulo de 180°). Este tipo é característico de algumas angiospermas basais (ex.: alguns representantes de Piperaceae, Siparunaceae, Monimiaceae e Lauraceae), raro em monocotiledôneas (ex.: alguns representantes de Hydrocaritaceae, Potamogetonaceae, Dioscoreaceae e Orchidaceae) e diversas Eudicotiledôneas (p. ex.: Amaranthaceae, Bignoniaceae, Combretaceae, Clusiaceae, Oleaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Verbenaceae, entre outras)¹¹.
 - a) Dísticas (ou simples⁵) (FIGURA 2A e B): o par de folhas subsequentes saem em um mesmo plano de simetria^{6,7}. Este tipo é raro⁷.
 - b) Cruzadas (ou decussada) (FIGURA 2C): o par de folhas subsequentes partem em planos de simetria diferentes, formando ângulo de 90° entre eles⁶, neste caso, vista de cima forma a imagem de uma cruz^{5,7}. São caracteristicamente encontradas em Melastomataceae e em Crassulaceae.
3. Filotaxia gemina: sai um par de folhas por nó, no mesmo ponto do nó¹⁴.
4. Filotaxia verticilada (FIGURA 2D): quando ocorrem três ou mais folhas por nó, em diferentes direções⁶, neste tipo o número de folhas por nó apresenta importante valor na taxonomia das espécies⁵. Este tipo ocorre em alguns grupos de Eudicotiledôneas (p. ex. algumas espécies de Apocynaceae, Nyctaginaceae, Rubiaceae e Vochysiaceae)¹¹.

5. Filotaxia fasciculada : saem três ou mais folhas de um mesmo local do nó, na mesma direção, formando um fascículo (ou braquiblasto⁷). Neste caso podem sair de uma ou mais gemas⁶. É característico de *Pinus* sp. (Pinaceae).

Dos tipos descritos os padrões de filotaxia alterna e oposta são os mais comuns. Vale destacar ainda que em alguns casos as folhas podem apresentar uma orientação secundária causada por: (i) estratégias de torção dos entrenós, (ii) alongamento diferencial dos pecíolos, (iii) crescimento diferencial da folha, (iv) atividade dos pulvinos ou (v) por combinação de uma ou mais dos fatores supracitados⁵. A filotaxia alterna monóstica geralmente é associada a entrenós assimétricos entre folhas sucessivas gerando uma ligeira torção (espiromonóstica), no caso de folhas alternas turísticas com torção é denominado espirotrística⁹, em outros casos filotaxia alterna dística pode se tornar espiralada ou opostas dísticas em opostas cruzadas por torção do ramo⁵.

A filotaxia, embora comumente usada na morfologia foliar, pode ser utilizada também para outras partes da planta, como folíolos e flores (FIGURA 3). No caso de folíolos (FIGURA 3 A) e B)), quando se apresenta disposição alterna, é predominantemente dístico⁷.

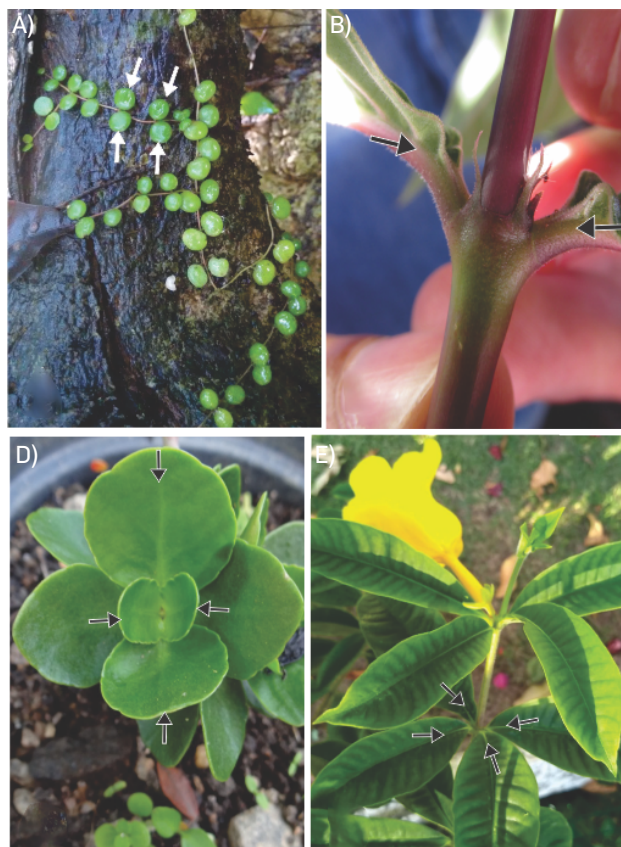


FIGURA 2. Plantas com filotaxia oposta. (A-C). A. Dísticas – Piperaceae. B) Dística – Rubiaceae. C) Cruzada – Crassulaceae. D) Verticilada – Apocynaceae. E) floral cíclica – Portulacaceae.

A filotaxia das peças do perianto (folhas modificadas) também é comumente utilizada para a distinção dos grandes grupos vegetais. Angiospermas basais apresenta filotaxia floral espiraladas (FIGURA 3C), enquanto monocotiledôneas e Eudicotiledôneas apresentam filotaxia floral cíclica (FIGURA 3D).

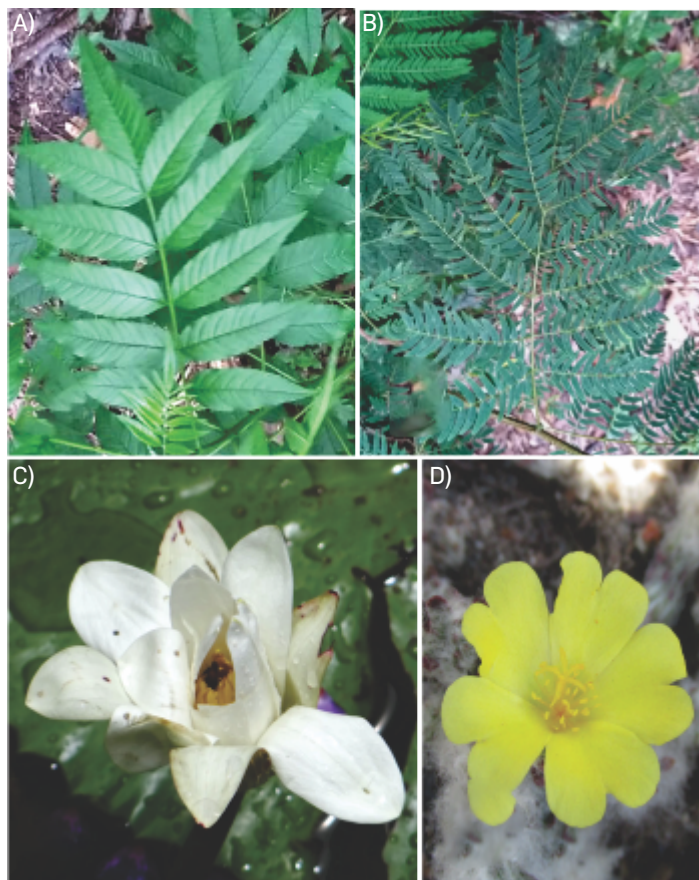


FIGURA 3. Filotaxia em outras partes da planta (A) e B)). Folíolos A) Dística – Meliaceae. B) Dística – Fabaceae. (C) e D)) C) Espiralada – Nymphaeaceae. D) Floral, C) Cíclica – Portulacaceae.

REFERÊNCIAS

- ¹ NUNES, A. S. *et al.*, *Folha: Desenvolvimento e Estrutura*, São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, pp: 23-32. 2013.
- ² GALVAN-AMPUDIA, C. *et al.*, *Phyllotaxis: from patterns of organogenesis at the meristem to shoot architecture*, *WIREs Developmental Biology*, 5 (4), p.460 - 473. DOI: [10.1002/wdev.231](https://doi.org/10.1002/wdev.231). 2016.
- ³ BRESINSKY, A. *et al.*, *Tratado de botânica de Strasburger*, 36 ed. Porto Alegre: Artmed. 2012.
- ⁴ FONT QUER, P., *Diccionario de Botânica*, Barcelona: Labor. 1965.
- ⁵ SILVA JÚNIOR, M. C. *et al.*, *Guia dos observadores de árvores*, Brasília: Rede de sementes do Cerrado. 2014.
- ⁶ GOMES-PIMENTEL, R. *et al.*, *Morfologia de Angiospermas*, Rio de Janeiro: Technical Books. 2017.
- ⁷ SOUZA, V. C. *et al.*, *Introdução à Botânica: morfologia*, São Paulo: Instituto Plantarum. 2013.
- ⁸ PEREIRA, A. B. & PUTZKE, J., *Dicionário brasileiro de Botânica*, Curitiba: Editora CRV. 2010.
- ⁹ BELL, A. & BRYAN, A., *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology*, 2 ed. Portland and London: Timber Press. 2008.
- ¹⁰ GONÇALVES, E. & LORENZI, H., *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*, São Paulo: Instituto Plantarum. 2007.
- ¹¹ SOUZA, V. C. & LORENZI, H., *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV*, São Paulo: Instituto Plantarum. 2019.
- ¹² FERRI, M. G., *Botânica: morfologia externa das plantas*, São Paulo: Nobel, 15 ed.. 1983.
- ¹³ KUHLEMEIER, C., Phyllotaxis. *Trends in Plant Science*, 12 (4), 143-0. DOI: [10.1016/j.tplants.2007.03.004](https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.03.004). 2007.
- ¹⁴ VIDAL, W. N. & VIDAL, M. R. R., *Botânica: organografia*, Viçosa: EdUFV, 3 ed.. 1992.