



INSTITUTO DE BOTÂNICA – IBt
Programa de Pós Graduação em
Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente
Curso de Capacitação de monitores e educadores

ADAPTAÇÕES ESTRUTURAIS DAS PLANTAS AO AMBIENTE

Elisa Mitsuko Aoyama & Solange Cristina Mazzoni-Viveiros

São Paulo, outubro de 2006

ADAPTAÇÕES ESTRUTURAIS DAS PLANTAS AO AMBIENTE

Elisa Mitsuko Aoyama¹ & Solange Cristina Mazzoni-Viveiros²

(1. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica; 2. Pesquisadora Científica do Instituto de Botânica)

Introdução

Por adaptação entende-se a possível harmonia entre o organismo e o meio. Quando as plantas estão naturalmente ajustadas às condições ambientais, todas as características estruturais e funcionais capazes de atenderem a tal ajustamento serão adaptativas (Rizzini 1997).

Segundo a definição de Combes (1946), adaptação é o conjunto de modificações provocadas na constituição de um organismo pela ação contínua de um meio diferente daquele onde, inicialmente, este se desenvolveu ou seus ascendentes.

Conforme Rizzini (1997), os fatores morfogenéticos são aqueles que influenciam a forma e a estrutura dos vegetais. São, portanto, condições de clima e de solo capazes de determinarem ou modificarem, mais ou menos visivelmente, a organização vegetal. Embora para cada ser vivo haja um padrão de desenvolvimento estabelecido e comandado pelo seu patrimônio genético (genótipo), os fatores abióticos atuam sobre os genes, modificando a sua expressão em vários sentidos.

Durante a história evolutiva das plantas, diversas alterações ambientais drásticas ocorreram no ambiente, isso direcionou o desenvolvimento de caracteres adaptativos a essas novas condições, eliminando as plantas que não apresentavam características adaptadas a elas (Raven *et al.* 1996). Por força da seleção natural esses caracteres adaptativos foram fixados geneticamente, de maneira que a forma atual é o produto final da interação genótipo-ambiente, que a evolução apresentou nos habitats naturais. O resultado da adaptação fixada no genótipo é tão bem definido que pequenas variações no ambiente não irão modificar o fenótipo da planta, como, por exemplo, os exemplares da família Cactaceae que apresentam folhas transformadas em espinhos, independente do ambiente em que se desenvolvem.

Na atualidade, em alguns casos e dependendo do ambiente em que ocorram, as plantas estão mais expostas a modificações por fatores de desenvolvimento ou ambientais do que outras mais estáveis. Há genótipos com maior ou menor grau de plasticidade fenotípica, permitindo a ocorrência de seus representantes em ambientes diversos ou não, respectivamente (Heywood 1970).

Portanto, a plasticidade fenotípica é a habilidade de um organismo em alterar sua fisiologia/morfologia em resposta a mudanças nas condições ambientais; habilidade particularmente importante para as plantas, cujo estilo de vida estática requer que as mesmas lidem com as diferentes condições ambientais (Schlichting 1986). Por exemplo, uma mesma planta exhibe, freqüentemente, folhas morfologicamente diferentes denominadas folhas de sol e de sombra (fig. 1), de acordo com o grau de exposição a que estiveram sujeitas (Rizzini 1997). Deve-se lembrar, no entanto, que plasticidade fenotípica não implica necessariamente em adaptação, podendo ser, inclusive, negativa (Schlichting 1986).

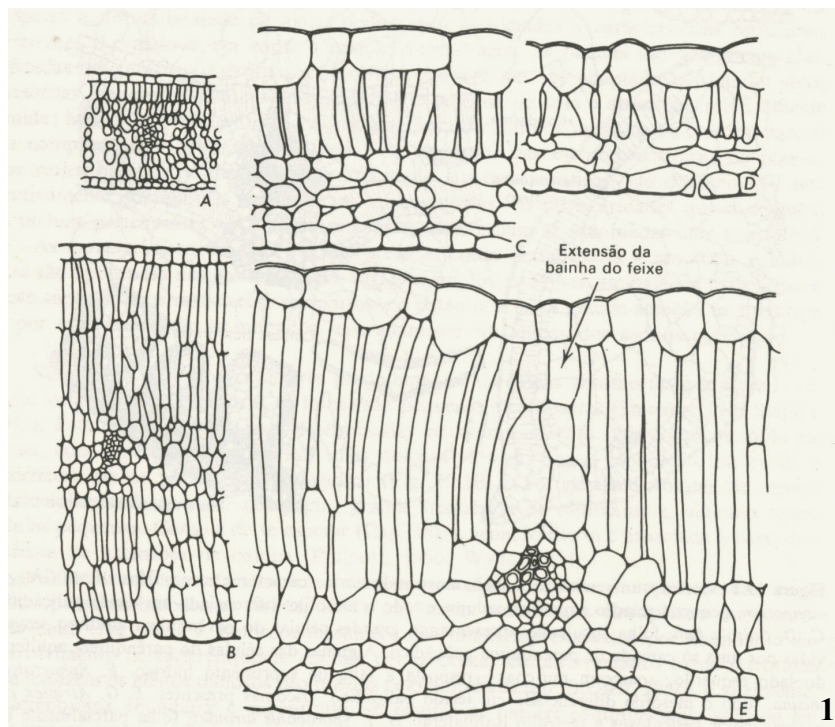


Figura 1. A e B. *Baccharis halimifolia* L. – Asteraceae. A. Folha normal. B. Folha nascida em local exposto aos borrifos do oceano com aumento de suculência (Boyce 1954 *apud* Esau 1974). C a E. *Acer platanoides* L. – Aceraceae. C. Folha moderadamente sombreada. D. Folha fortemente sombreada. E. Folha ensolarada com maior desenvolvimento do parênquima paliçádico (Wylie 1949 *apud* Esau 1974).

As plantas podem ser distribuídas em grupos ecológicos, com base nos tipos de habitats e nas estruturas e funções envolvidas em cada caso (Rizzini 1997).

As adaptações podem envolver as partes vegetativas e/ou reprodutivas de uma planta e podem ser classificadas conforme a situação a ser enfrentada (Rizzini 1997).

I. Adaptações vegetativas

Adaptações vegetativas são aquelas que ocorrem nos órgãos não reprodutivos de uma planta, denominados de vegetativos, isto é, raízes, caules e folhas.

I.1. Adaptações úteis contra a perda de água

Adaptações de órgãos ou estruturas relacionadas com a prevenção ou redução à perda de água; comum em plantas de ambientes secos (xéricos) ou que vivem sobre as rochas (fig. 2).

- Cutícula

A parede das células epidérmicas apresenta cutina, principalmente nas partes aéreas da planta, como as folhas. A cutina é um composto de lipídios, impermeável à água, que se encontra impregnada às paredes epidérmicas ou se apresenta como camada separada, denominada de cutícula, na superfície da epiderme (figs. 3 e 4). Sua função é de proteção contra a perda d'água (Alquini *et al.* 2003).

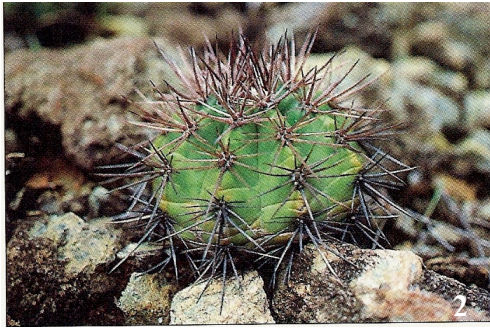
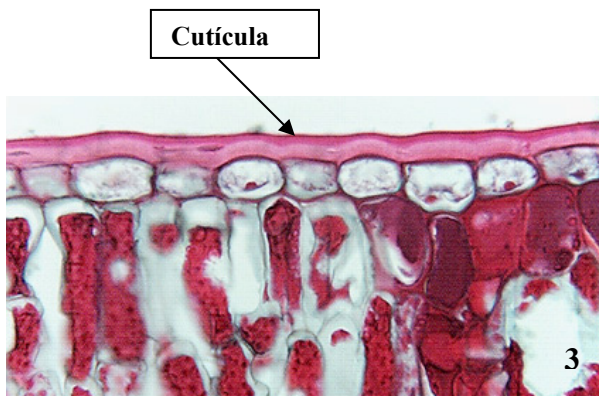
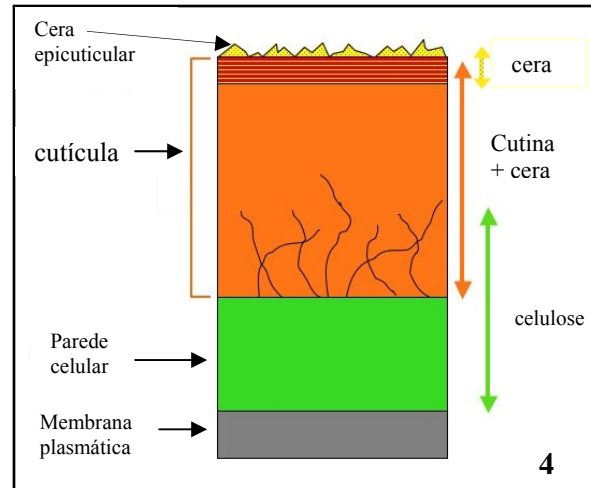


Figura 2 . *Melocactus* sp – Cactaceae, com adaptações para sobreviver em climas secos (Berg 1997).



<http://www.sbs.utexas.edu/mausetz/web/lab/webchap10epi/10.2-4.htm>



www.biologie.tu-dresdende

Figura 3. Secção transversal foliar de *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. – Ericaceae com cutícula espessa.
Figura 4. Esquema representado as camadas que envolvem as células epidérmicas.

- Pilosidade densa

Na superfície das plantas podem ocorrer apêndices de origem epidérmica, comumente denominados tricomas, muito variáveis na sua estrutura e de valor diagnóstico para a taxonomia. Como apresentam grande variedade de formas, podem ser classificados de diversas maneiras. São classificados em tectores (não glandulares) e glandulares. (Esau 1974, Alquini *et al.* 2003). Os tricomas tectores possuem função protetora, evitando a transpiração excessiva (Oliveira & Akisue 1989).

- Posição dos estômatos na folha

Nas folhas, os estômatos podem ser encontrados apenas na face superior (adaxial), sendo a folha classificada como epiestomática, como ocorre na folha da ninfêia e outras plantas aquáticas flutuantes (fig. 5); somente na face inferior (abaxial), sendo a folha classificada como hipoestomática (fig. 6); ou ocorrer em ambas as faces e sendo denominada de folha anfiestomática (fig. 7) (Esau 1974, Alquini *et al.* 2003).

- Estômatos afundados na epiderme e oculto em criptas

Os estômatos estão relacionados com a entrada e saída de ar no interior dos órgãos em que se encontram ou, ainda, com a saída de água na forma de vapor. São encontrados freqüentemente nas partes aéreas fotossintetizantes, principalmente nas folhas, e podem também ser encontrados, em menores quantidades, nos pecíolos, caules jovens e partes florais (Alquini *et al.* 2003).

As células estomáticas podem se encontrar no mesmo nível das demais células epidérmicas, estar elevadas em relação a estas, ou em depressões. Em algumas folhas, essas depressões são amplas e contêm muitos tricomas e estômatos, sendo denominadas criptas estomáticas (fig. 8). Como, nesse caso, o estômato não fica exposto às condições do ambiente, isso diminui a perda de água. A posição das células estomáticas normalmente está relacionada às condições hídricas do ambiente (Esau 1974, Alquini *et al.* 2003).

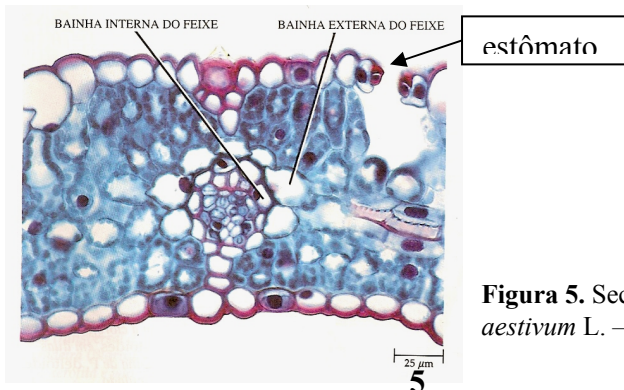


Figura 5. Secção transversal de folha de trigo, *Triticum aestivum* L. – Poaceae (Raven *et al.* 1996).

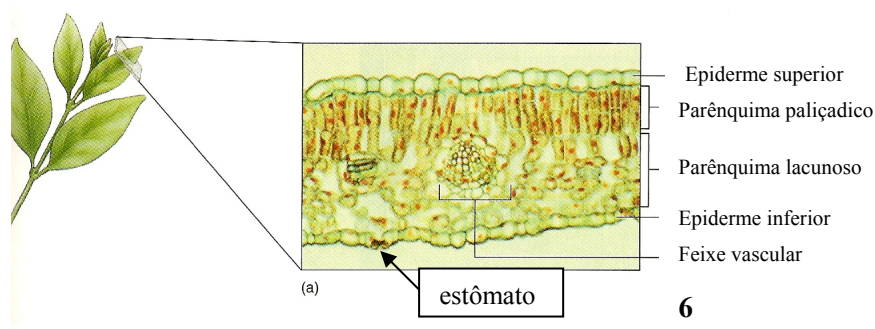


Figura 6. Secção transversal de folha de *Ligustrum vulgare* L. – Oleaceae (Berg 1997).

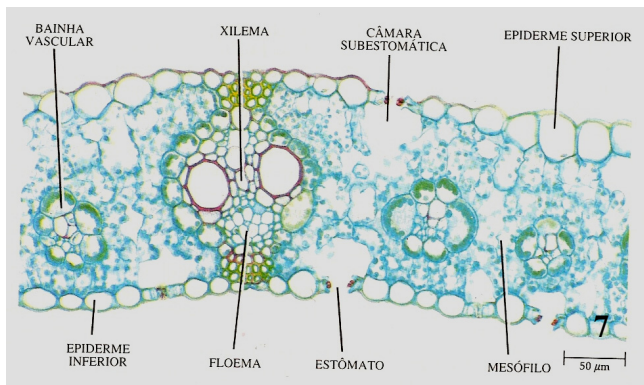


Figura 7. Secção transversal de folha de milho, *Zea mays* L. – Poaceae (Raven *et al.* 1996).

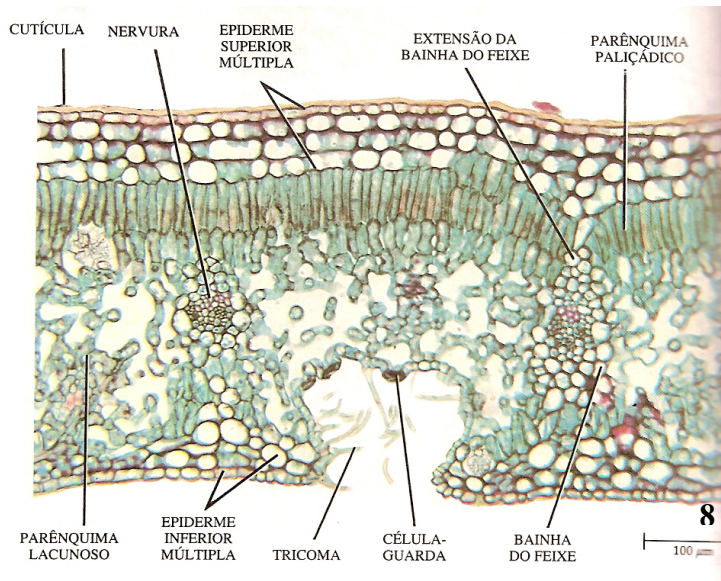


Figura 8. Secção transversal de folha de espirradeira, *Nerium oleander* L. –Apocynaceae (Raven *et al.* 1996).

- Células Buliformes

As células buliformes são maiores que as demais epidérmicas e possuem parede celular fina e grande vacúolo. Constituem a epiderme adaxial inteiramente ou ocupam áreas isoladas entre as nervuras. Em secção transversal, as células buliformes são facilmente reconhecidas pela forma de leque, cuja célula central é a mais alta (fig. 9). Não possuem cloroplastos e o seu vacúolo armazena água. Denominam-se também células motoras, por estarem, acredita-se, envolvidas no mecanismo de enrolamento e desenrolamento das folhas (Alquini *et al.* 2003).

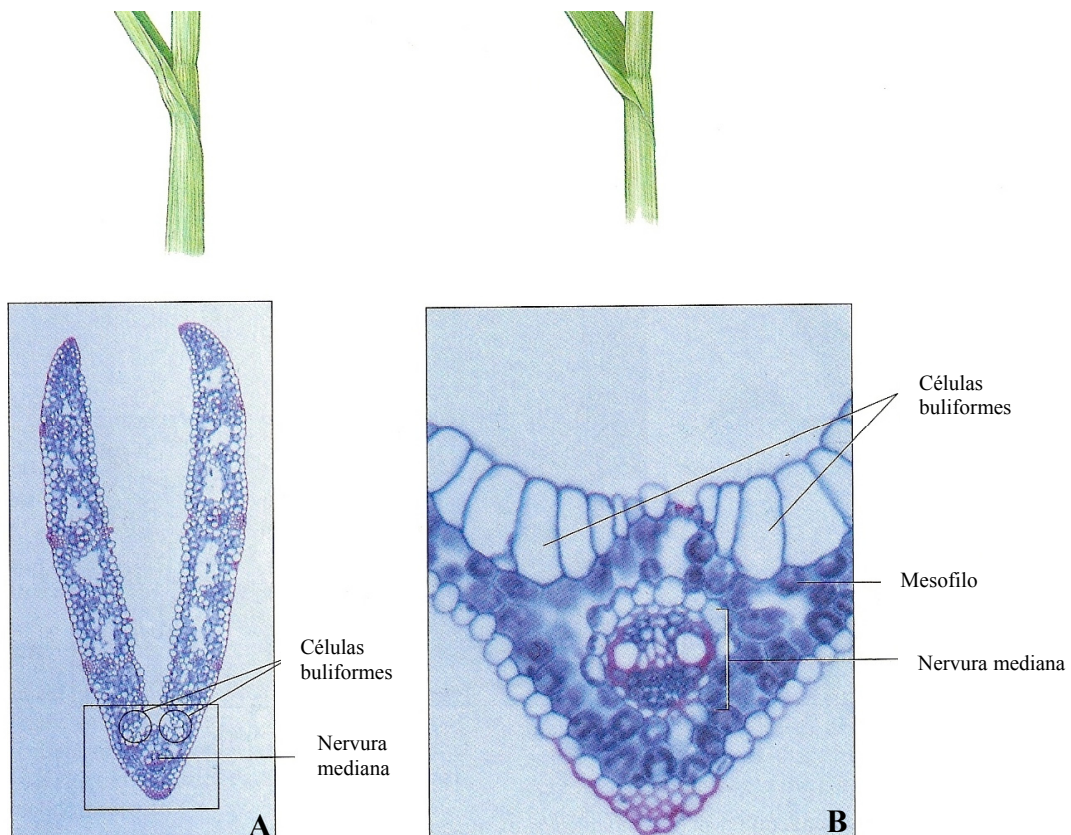


Figura 9. Secções transversais de folha de *Poa pratensis* Rydb. – Poaceae. A. Folha dobrada com células buliformes localizadas na epiderme superior parcialmente colapsadas. B. Nervura mediana com aumento na turgescência das células buliformes causando desdobraimento da folha (Berg 1997).

- Suculência

Algumas espécies apresentam um tecido especializado no armazenamento de água, no caule ou folhas, como nas Cactaceae, e em folhas e raízes de plantas epífitas e xerófitas.

As células são volumosas, com grande vacúolo e paredes finas e geralmente desprovidas de cloroplastos (fig. 10). As células aquíferas são ricas em mucilagem, o que aumenta sua capacidade de reter água, pois a mucilagem é hidrófila (Scatena & Scremin-Dias 2003).

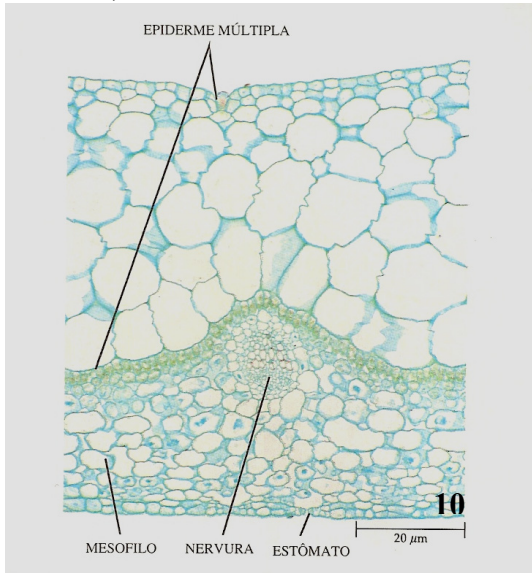


Figura 10. Seção transversal de folha de *Peperomia* sp – Piperaceae, (Raven et al. 1996).

- Espinescência

Caules suculentos não só armazenam muita água, como serve também de órgão assimilador pela superfície bem verde, ao passo que as folhas são suprimidas ou reduzidas, existindo no seu lugar só alguns feixes de espinhos (fig. 11) (Rawitscher 1976).

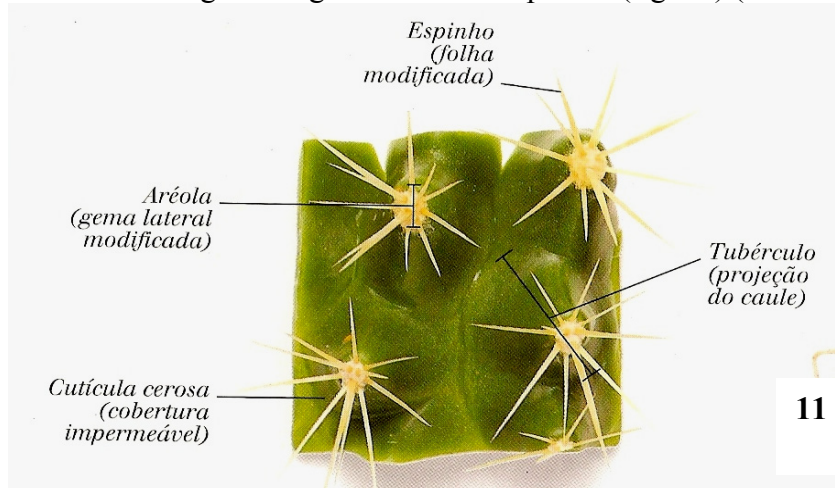


Figura 11. Detalhe da superfície do caule, cacto barril-dourado (*Echinocactus* sp - Cactaceae) (Guizzo 1994).

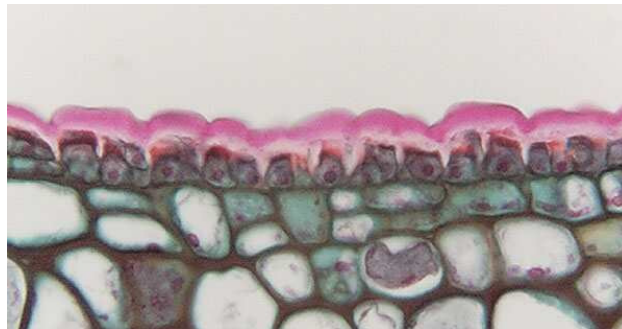
I.2. Adaptações úteis contra o excesso da radiação solar

Adaptações de órgãos ou estruturas relacionadas com a proteção contra o excesso da radiação solar; comum em plantas de ambientes secos (xéricos), que habitam áreas abertas ou sobre as rochas.

- **Cutícula**

Sabe-se que as plantas desenvolvem uma espessa camada cerosa, a cutícula (fig. 12) e que a sua presença pode ter um papel significativo na fotoproteção. Existem evidências da importância da cutícula na determinação quantitativa e qualitativa da radiação que chega ao mesofilo (Oliveira 2005).

Por se tratar de uma camada brilhante e refletora, atua também na proteção contra o excesso de luminosidade ou radiação solar (Alquini *et al.* 2003).



<http://www.sbs.utexas.edu/mauseh/web/lab/webchap10epi/10.2-14.htm>

Figura 12. Secção transversal foliar de *Ficus* sp (Moraceae) com cutícula espessa.

- **Periderme**

Nos órgãos que sofrem crescimento secundário, principalmente nos caules, ocorre o desenvolvimento da periderme como tecido de revestimento, em substituição à epiderme (Esau 1974). A formação da periderme está relacionada não só com a idade do órgão mas, também, com as condições ambientais e com possíveis lesões na superfície do órgão (fig. 13). O tecido de revestimento externo protege a planta contra temperaturas extremas, provocadas, por exemplo, por fogo, geada e radiação solar. Evita superaquecimento das estruturas internas, constituindo-se num isolante térmico. Em geral, o isolamento é diretamente proporcional à espessura da casca (Mazzoni-Viveiros & Costa 2003).

A cor externa da casca tem importante papel na proteção à intensidade luminosa (fig. 14), sendo as cores claras as que conferem à planta maior grau de adaptação às condições tropicais, por refletirem a luz, evitando o superaquecimento dos tecidos internos (Mazzoni-Viveiros & Costa 2003).

I.3. Adaptações úteis à flutuação na água

- **Aerênquima**

Também chamado de parênquima aerífero, a função desse tecido é armazenar ar entre suas células (fig. 15). Tem como principal característica a presença de grandes e numerosos espaços intercelulares ou lacunas, onde o ar é acumulado. O aerênquima é comum principalmente em plantas aquáticas, mas pode estar presente em outras plantas, em geral naquelas que habitam solos sujeitos ao alagamento (Scatena & Scremin-Dias 2003). O aerênquima pode estar distribuído nas raízes, caules e folhas, contribuindo para o transporte de gases para toda a planta e resistência mecânica para as partes submersas, além de permitir sua flutuação (Scremin-Dias 1999).

Em geral as folhas flutuantes apresentam o pecíolo preso ao centro do limbo, dando uma maior estabilidade, o que permite uma melhor acomodação à superfície d'água. Essas folhas podem apresentar cristais ou células chamadas esclereídes, que fornecem sustentação ao órgão, bem como evitam a herbivoria (Scremin-Dias 1999).

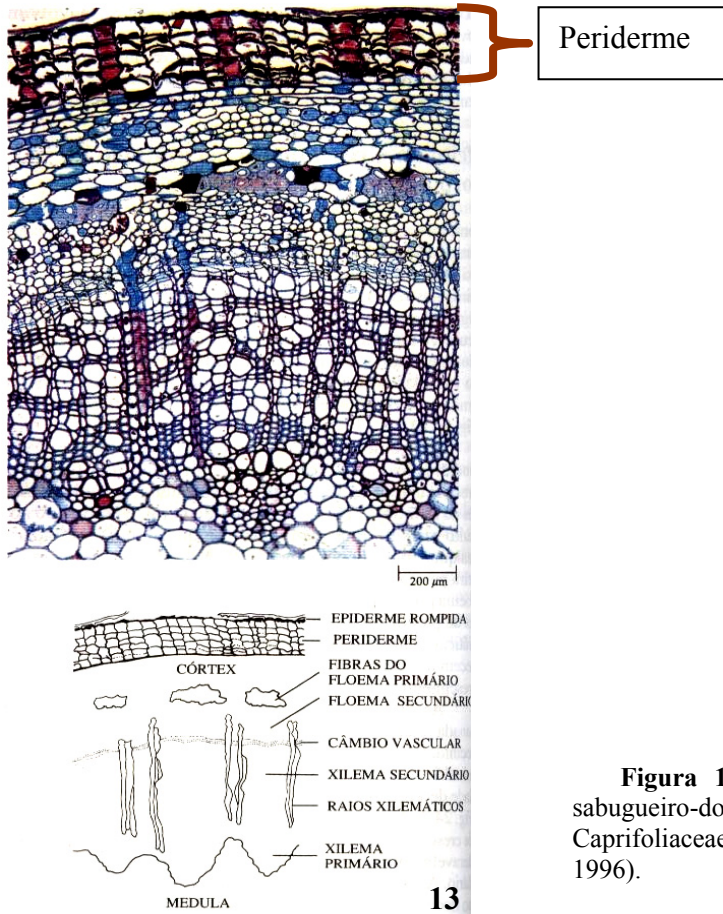


Figura 13. Secção transversal do caule de um sabugueiro-do-canadá (*Sambucus canadensis* L. - Caprifoliaceae), caule com 3 anos de idade (Raven *et al.* 1996).



Figura 14. Vista externa da casca das seguintes espécies: a - *Quercus macrocarpa* Michx. (Fagaceae); b - *Carya ovata* (Mill.) K. Koch (Juglandaceae); c - *Pinus resinosa* Ait. (Pinaceae); d - *Betula papyrifera* Marsh. (Betulaceae) (Berg 1997).

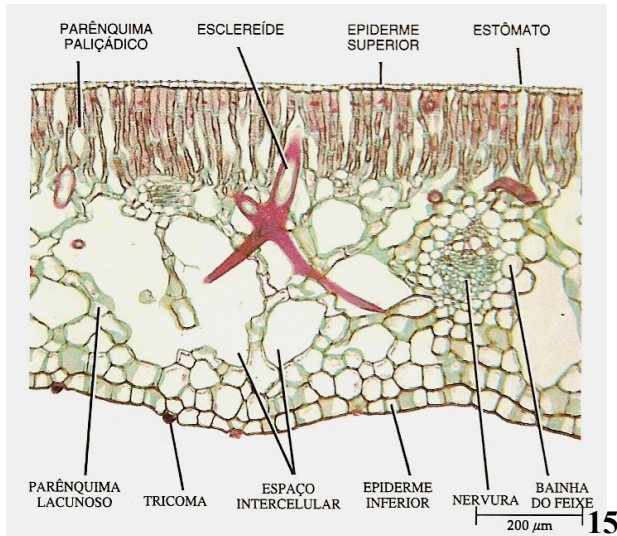


Figura 15. Secção transversal de folha de ninfêia, *Nymphaea odorata* Aiton. - Nympheaceae (Raven *et al.*, 1996).

I.4. Adaptações relevantes à vida em ambiente aquático (submerso)

- Superfície permeável ao líquido circundante e circulação interna do ar

Segundo Scremin-Dias (1999) as folhas das plantas aquáticas submersas são geralmente muito finas e recortadas, apresentando internamente poucas camadas de células, de formato homogêneo, e muitos espaços aeríferos (fig. 16). As folhas delgadas constituem adaptações importantes para a planta suportar turbulências ou oscilações da água, evitando a dilaceração do órgão. Na margem das folhas submersas podem ocorrer fibras que apresentam certa elasticidade, as quais oferecem resistência à dilaceração.

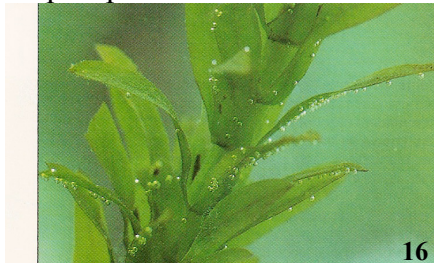


Figura 16. Aspecto geral de *Egeria densa* Planch. - Hydrocharitaceae, as bolhas de oxigênio são resultantes da fotossíntese (Berg 1997).

I.5. Adaptações para a vida sobre árvores

- Caules trepadores

Os caules trepadores, pela sua fragilidade ou pela deficiência em tecidos de sustentação, não conseguem se manter eretos, necessitando de suporte para seu desenvolvimento. Os caules volúveis não apresentam órgão de fixação à superfície do suporte, eles simplesmente se enrolam nele (fig. 17). Conforme o enrolamento se procede da direita para a esquerda, ou da esquerda para a direita, eles recebem o nome, respectivamente, de dextroso e sinistroso (Oliveira & Akisue 1989).

- Caules trepadores providos de órgãos fixadores ou caules escandentes

Segundo Modesto & Siqueira (1981), algumas espécies de plantas trepadeiras podem apresentar órgãos especializados na fixação ao suporte, que pode ser uma árvore ou no ambiente urbano pode ser um muro, poste, etc. Elas podem ter:

- a) **Raízes grampiformes:** raízes aéreas com forma de grampos que têm por função a fixação dos vegetais em suportes (fig. 18).
- b) **Raízes estranguladoras:** raízes que envolvem o caule da planta suporte, causando sua morte. Estas raízes apresentam crescimento em espessura e ficam com consistência lenhosa, podendo comprimir a planta suporte, impedindo o seu desenvolvimento. Essas raízes também são chamadas mata-paus, quando causam a morte da planta suporte e geralmente já se fixaram no solo. Após a morte, começa a decomposição da planta suporte. Exemplos de raízes estranguladoras ocorrem em certas espécies de figueiras (*Ficus* sp).
- c) **Raízes cinturas:** raízes aéreas, tenras, que abraçam o caule da planta suporte (fig. 19).
- d) **Gavinhas:** modificações caulinares ou foliares que servem de órgão de fixação enrolando-se no suporte (Oliveira & Akisue 1989). As gavinhas têm irritabilidade por contato, geralmente é o contato de um suporte que provoca curvatura e enrolamento da parte irritada, em direção ao suporte (Rawitscher 1976).



Figura 17 . Caule volúvel (www.nucleoaprendizagem.com.br)



Figura 18. Raízes grampiformes (seta) de *Hedera helix* L. – Araliaceae.



Figura 19. Raízes cinturas de aráceas em tronco de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman – Arecaceae.

- **Providos de órgãos sugadores de seiva ou haustórios**

As plantas denominadas de parasitas são aquelas que devem estar ligadas à hospedeira através de estruturas especiais (haustórios) que penetram no interior da planta, e atuam como órgãos sugadores. Dependendo do produto retirado da planta elas podem ser classificadas em:

- a) **Hemiparasitas:** ou parasitas facultativas, têm aparência de uma planta verde normal, porém não são auto-suficientes e dependem parcialmente do hospedeiro,

necessitando de água e sais minerais e, portanto, os haustórios ficam em contato com o xilema e o floema. Como têm clorofila, realizam a fotossíntese utilizando a seiva bruta obtida do hospedeiro (fig. 20).

b) Holoparasitas: ou parasitas totais, devido à ausência de clorofila não realizam a fotossíntese, não podem viver de outra forma a não ser dependendo completamente da planta hospedeira em relação à água, sais minerais e matéria orgânica já pronta (fig. 21). Os haustórios ficam em contato com o floema (Modesto & Siqueira 1981).



Figura 20. Erva-de-passarinho, exemplo de uma hemiparasita (www.nucleoaprendizagem.com.br)



Figura 20. Cipó-chumbo (*Cuscuta* sp. — Convolvulaceae), exemplo de uma holoparasita.

- **Velame**

Em raízes aéreas de algumas orquídeas, aráceas epífitas, entre outras, há uma epiderme múltipla constituída de células mortas com paredes espessadas denominada velame (fig. 22), que dá proteção mecânica ao córtex e reduz a perda de água (Apezzato-da-Glória & Hayashi 2003).

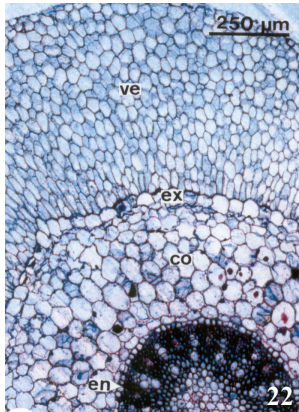


Figura 22. Secção da raiz de 17-*Stanhopea lietzei* Schltr.
– Orchidaceae. (ve = velame; ex = exoderme; co = córtex; en = endoderme).

- **Escamas**

As bromélias apresentam folhas longas e dispostas em uma roseta formando um tanque que armazena a água da chuva (fig. 23). Na superfície das folhas existem estruturas especializadas na absorção da água e sais minerais. Essas estruturas são chamadas de escamas e são formadas por várias células (fig. 24). As raízes têm função só de fixação na casca da árvore (Paula & Silva 2001).

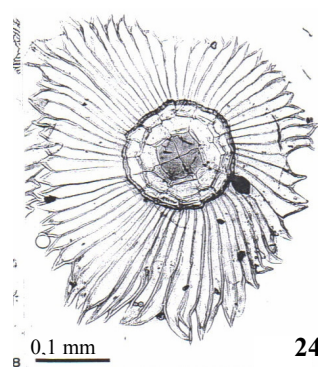


Figura 23. Aspecto geral de uma bromélia epífita (seta).
Figura 24. Vista frontal de uma escama de *Tillandsia recurvata* L. – Bromeliaceae (Scatena & Segecin 2005)

I.6. Adaptações para a reserva de água e de substâncias nutritivas

- **Tubérculos aquíferos e amiláceos, bulbos, rizomas**

As células desses órgãos apresentam parênquima amilífero, as células reservam grão de amido, sendo este carboidrato depositado nos amiloplastos. O parênquima amilífero ocorre nos caules da batata-inglesa, na raiz da batata-doce e da mandioca, nos rizomas de várias espécies de monocotiledôneas, e outros órgãos subterrâneos, tanto de dicotiledônea como de monocotiledônea (fig. 25).

Essas reservas, contidas nas células do parênquima amilífero, podem servir de alimento a diversas espécies de animais ou constituir estratégia para sobrevivência de plantas que habitam ambientes com sazonalidade bem definida. Nesse caso, os órgãos subterrâneos permanecem ricos em amido durante o período em que o ambiente possui algum fator limitante para a propagação da espécie, sendo utilizado pela planta quando as condições ambientais estiverem favoráveis (Scatena & Scremin-Dias 2003).

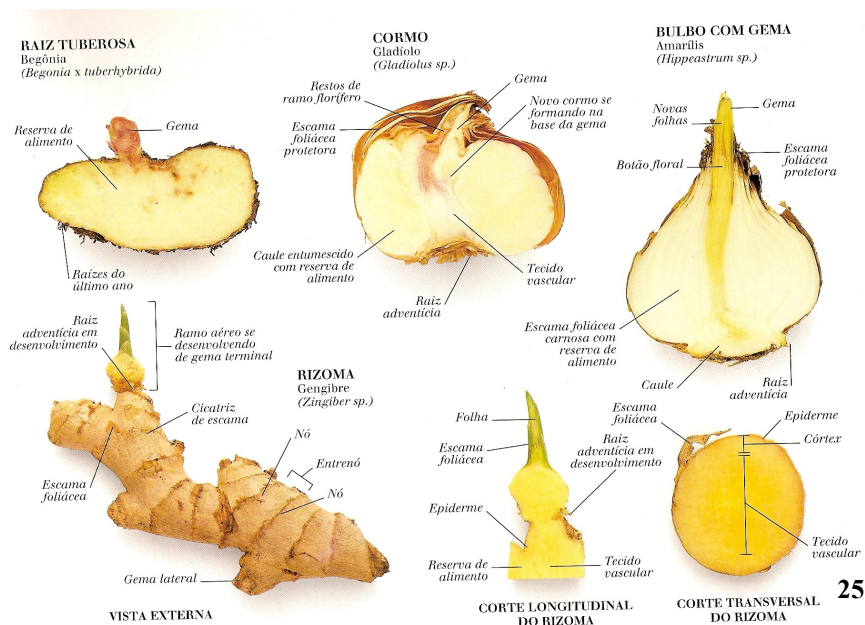


Figura 25. Exemplos de adaptações para a reserva de substâncias nutritivas (Guizzo 1994)

I.7. Adaptações para a aeração

- **Lenticelas**

Lenticela pode ser definida como uma parte limitada da periderme em que o felogênio é mais ativo do que nas demais e produz um tecido que, em contraste com o felema, apresenta numerosos espaços intercelulares (fig. 26) e ocorre como componente comum dos órgãos com crescimento secundário (raízes e caules) (Esau 1974). A formação de lenticelas pode ocorrer concomitantemente com o desenvolvimento da primeira periderme, ou um pouco depois, e o tempo necessário para isso varia conforme as diferentes espécies (Mazzoni-Viveiros & Costa 2003).

Em razão da presença de suberina nas paredes de suas células, a periderme é impermeável à água e aos gases. Assim, a aeração dos tecidos internos de raízes aéreas, caules e frutos, bem como a infiltração de água em raízes submersas são realizadas através das lenticelas, ricas em espaços intercelulares (Mazzoni-Viveiros & Costa 2003).

Diferente dos estômatos que apresentam um mecanismo de fechamento e abertura que controla a entrada de gases e, conseqüentemente, a perda de água, as lenticelas não apresentam tal controle.



Figura 26. Periderme com lenticela no caule de sabugueiro-do-canadá (*Sambucus canadensis* L. - Caprifoliaceae) (Raven et al. 1996)

No caso de inundação, quando os caules ficam submersos por um período longo, as lenticelas sofrem hipertrofia na região submersa e acima desta. Isso pode levar a um aumento no número e alteração na forma, devido ao aumento do tecido de enchimento e dos espaços intercelulares, com conseqüente aumento da aeração, como meio de compensar a região submersa (fig. 27; Mazzoni-Viveiros & Costa 2003).



Figura 27. Detalhe das lenticelas e raízes adventícias de *Gymnocoronis spilanthoides* (D.Don) DC. – Asteraceae, a seta indica o nível da água (Scremin-Dias 1999).

II. Adaptações Reprodutivas

São aquelas que ocorrem nos órgãos reprodutivos de uma planta, isto é, nas flores, frutos e sementes.

Uma das principais adaptações envolvendo órgãos reprodutivos é a que envolve a dispersão de sementes. Segundo Raven *et al.* (1996), os frutos evoluíram em relação a seus agentes dispersores, num sistema de co-evolução com muitas modificações em relação aos diferentes agentes dispersores. Algumas adaptações dos frutos em relação aos seus agentes dispersores:

a) Frutos e sementes dispersos pelo vento

Os frutos e sementes são leves, em algumas espécies os frutos apresentam alas (fig. 28), as quais podem ser formadas por partes do perianto, sendo deste modo capazes de flutuar de um lugar para outro. Outras plantas lançam suas sementes. Contrastando com estes métodos ativos de dispersão, as sementes ou frutos de muitas plantas simplesmente caem no solo, sendo dispersos mais ou menos passivamente (ou são dispersos por agentes esporádicos, como correntes de água).



Figura 28. Exemplos de fruto (*Acer saccharum* Marsh. - Aceraceae) e semente (*Asclepias* sp - Asclepiadaceae) que apresentam estruturas para dispersão pelo vento (Berg 1997).

b) Frutos e sementes dispersos pela água

Os frutos e sementes de muitas plantas, especialmente aquelas que crescem próximas a corpos d'água, são adaptados para a flutuação. Os frutos podem conter ar armazenado em seu interior, ou o fruto pode possuir um tecido que inclui grandes espaços entre as células.

c) Frutos e sementes dispersos por animais

A evolução de frutos carnosos doces e frequentemente coloridos está claramente envolvida no processo de co-evolução de animais e plantas com flores. A maioria dos frutos, em que a maior porção do pericarpo é carnosa, acaba sendo comida por animais vertebrados (fig. 29). Quando esses frutos são comidos por aves e mamíferos, as suas sementes são espalhadas após passarem intactas pelo trato digestivo, ou, no caso das aves, podem também ser regurgitadas a alguma distância do local de ingestão. Algumas vezes a digestão parcial das sementes facilita sua germinação, por agir sobre a cobertura destas (Raven *et al.* 1996).



Figura 29. Roedor se alimentando de frutos de *Ribes trista* Pall. - Grossulariaceae (Berg 1997)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALQUINI, Y., BONA, C., BOEGER, M.R.T., COSTA, C.G. & BARROS, C.F. 2003. Epiderme. *In Anatomia Vegetal* (B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.) UFV, Viçosa, p.87-107.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & HAYASHI, A.H. 2003. Raiz. *In Anatomia Vegetal* (B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.) UFV, Viçosa, p.267-281.
- BERG, L.R. 1997. *Introductory Botany: plants, people, and the environment*. Saunders College Publishing, Ft. Worth.
- COMBES, R. 1946. *La forme des végétaux et le milieu*. A. Colin, Paris.
- ESAU, K. 1974. *Anatomia das Plantas com sementes*. Edgard Blucher, São Paulo.
- HEYWOOD, V.H. 1970. *Taxonomia Vegetal*. Editora Nacional/EPU, São Paulo.
- GUIZZO, J. 1994. *Plantas*. 2 ed. Ática, São Paulo. (Série Atlas Visuais).
- MAZZONI-VIVEIROS, S.C. & COSTA, C.G. 2003. Periderme. *In Anatomia Vegetal* (B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.) UFV, Viçosa, p.237-263.
- MODESTO, Z.M.M. & SIQUEIRA, N.J.B. 1981. *Botânica*. EPU, São Paulo.
- OLIVEIRA, A.F.M. 2005. Ceras Epicuticulares como fator antiestresse. *In Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas* (R.J.M.C. Nogueira, E.L. Araújo, L.G. Willadino & U.M.T. Cavalcante, eds.) Imprensa Universitária, UFRPE, Recife, p.32-41.
- OLIVEIRA, V. C. 1997. Aspectos morfo-anatômicos dos órgãos vegetativos de nove espécies de Orchidaceae. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 110 p.
- OLIVEIRA, F. & AKISUE, G. 1989. *Fundamentos de Farmacobotânica*. Atheneu, Rio de Janeiro.
- PAULA, C.C. & SILVA, H.M.P. 2001. *Cultivo prático de Bromélias*. 2 ed. UFV, Viçosa.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. 1996. *Biologia Vegetal*. 5 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- RAWITSCHER, F. 1976. *Elementos básicos de Botânica: Introdução ao estudo da Botânica*. 7 ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo.
- RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2 ed. Âmbito Cultural Edições, Rio de Janeiro.
- SCATENA, V.L. & SCREMIN-DIAS, E. 2003. Parênquima, Colênquima e Esclerênquima. *In Anatomia Vegetal* (B. Appezzato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.) UFV, Viçosa, p.109-127.
- SCATENA, V.L. & SEGECIN, S. 2005. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:635-649.
- SCHLICHTING, C.D. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecological and Systematics* 17:667-693.
- SCREMIN-DIAS, E. 1999. O retorno à origem aquática. *In Nos jardins submersos da Bodoquena* (E. Scremin-Dias, V.J. Pott, R.C. Hora & P.R. Souza, orgs.) UFMS, Campo Grande, p.25-41.