



O Sistema Dérmico

CADERNO DE CAMPO Vol. V

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA –
FACULDADE DE CIÊNCIAS – UP

Rubim Almeida 2025

Conteúdo

1. À Conquista da Terra.....	3
2. O Que Teve de Mudar?	3
3. As Primeiras Plantas e a Sua Evolução	4
4. A Organização do Corpo Vegetal.....	6
5. O Aparecimento da Semente	7
6. Os Tecidos	8
7. A Epiderme	10
8. Formas e Células da Epiderme.....	12
9. Os Tricomas.....	15
10. Os Estomas	17
11. No Laboratório	21
Observações de Estomas	21
Observações de Tricomas.....	22
Observação de Preparações Definitivas.....	23
12. Referências Bibliográficas.....	24

1. À Conquista da Terra

A conquista da terra pelas plantas é um notável exemplo da adaptação e evolução no reino vegetal. As plantas que vivem na água estão geralmente adaptadas às condições de baixo teor de oxigênio nos seus tecidos e, estando constantemente em contacto com a água, não enfrentam o problema da desidratação (Lüttge et al., 2006). No entanto, para que essas plantas pudessem sair do ambiente aquático e colonizar a terra, tiveram que passar por uma série de modificações vegetativas e reprodutivas fundamentais (Kenrick & Crane, 1997).

Essas mutações permitiram a formação de um sistema radicular eficiente, capaz de extrair água do solo. Além disso, criaram um sistema vascular que possibilita a distribuição da água e nutrientes por todas as partes da planta, juntamente com o desenvolvimento de uma epiderme que possui cutícula para minimizar a perda hídrica (Evert, 2006). Essas adaptações não apenas garantiram a sobrevivência das plantas em ambientes terrestres hostis como também facilitaram o seu crescimento e diversificação (Willis & McElwain, 2014).

É fascinante observar como várias espécies marinhas conseguiram colonizar os ambientes terrestres. Estruturas especializadas como raízes profundas, caules robustos e folhas amplas são exemplos claros dessa adaptação ao meio terrestre. À medida que o tamanho das plantas aumentava e mais partes se elevavam acima do solo ou da água, surgia a necessidade de repor rapidamente a água evaporada e transportar nutrientes vitais entre os órgãos (Mauseth, 2017). Estas transformações acrescentaram uma nova dimensão à vida das plantas na Terra, permitindo não apenas a sua sobrevivência, mas também a criação duma imensa diversidade nos ecossistemas terrestres actuais (Raven et al., 2013).

2. O Que Teve de Mudar?

As plantas crescem durante toda a sua vida, e esse desenvolvimento dinâmico é possibilitado pelos meristemas, estruturas essenciais que têm a capacidade de acrescentar novas células ao corpo da planta (Taiz et al., 2015). Com um número impressionante de adaptações que garantiram a sua sobrevivência, as plantas também evoluíram para se reproduzir efetivamente em ambientes terrestres. Um exemplo disso é a produção de estruturas que protegem as células reprodutoras da desidratação, assegurando assim a continuidade das espécies (Simpson, 2019).

As Briófitas e as Pteridófitas, apesar da sua capacidade de sobreviverem em solos secos, têm uma necessidade vital de água para a reprodução. Os seus anterozóides nadam em busca das oosferas, que são produzidas em estruturas específicas designadas arquegónios (Dickison, 2000). Esta dependência hídrica é um aspecto crucial do ciclo de vida destas plantas (Graham et al., 2000).

Em muitos aspectos, as Briófitas representam uma transição importante entre as algas verdes e as plantas vasculares. Ambas compartilham características comuns, como cloroplastos bem desenvolvidos e células móveis que possuem flagelos laterais (Mauseth, 2017). Esta semelhança evidencia a evolução das plantas ao longo dos tempos (Lewis & McCourt, 2004).

3. As Primeiras Plantas e a Sua Evolução

Há cerca de 400 milhões de anos, durante o Silúrico, encontramos as primeiras plantas vasculares do grupo Rhyniophyta. Estas não apresentavam diferenciação entre raiz, caule e folha, possuíam apenas um eixo horizontal subterrâneo com ramos erectos cobertos por cutícula, com estomas e realizavam a fotossíntese (Kenrick & Crane, 1997).



Figura 1. Floresta de Rhyniophyta na Mongólia durante o período Pérmico.

Com o tempo e a especialização evolutiva, surgiram diferenças morfológicas e fisiológicas significativas que levaram à formação distinta dos órgãos da planta: raízes, caules e folhas (Evert, 2006). Quando essas plantas começaram a reter o gametófito feminino e o embrião sobre a planta-mãe — surgindo assim o grupo das espermatófitas — uma nova etapa na evolução vegetal se consolidou (Willis & McElwain, 2014).

Nas espermatófitas, o óvulo surge como uma nova formação essencial sendo considerado o precursor ontogenético da semente. O óvulo contém um

esporângio feminino envolvido por um tegumento nas gimnospérmicas ou por dois tegumentos nas angiospérmicas (Bierhorst, 1971). Uma evidência clara de que os ancestrais de *Cycas*, pertencentes ao grupo das gimnospérmicas, viveram em ambientes aquáticos é o facto dos seus anterozóides nadarem até à câmara arquegonial, onde finalmente alcançam a oosfera (o mesmo acontecendo, por exemplo, em *Ginkgo biloba*) (Norstog, 1987).

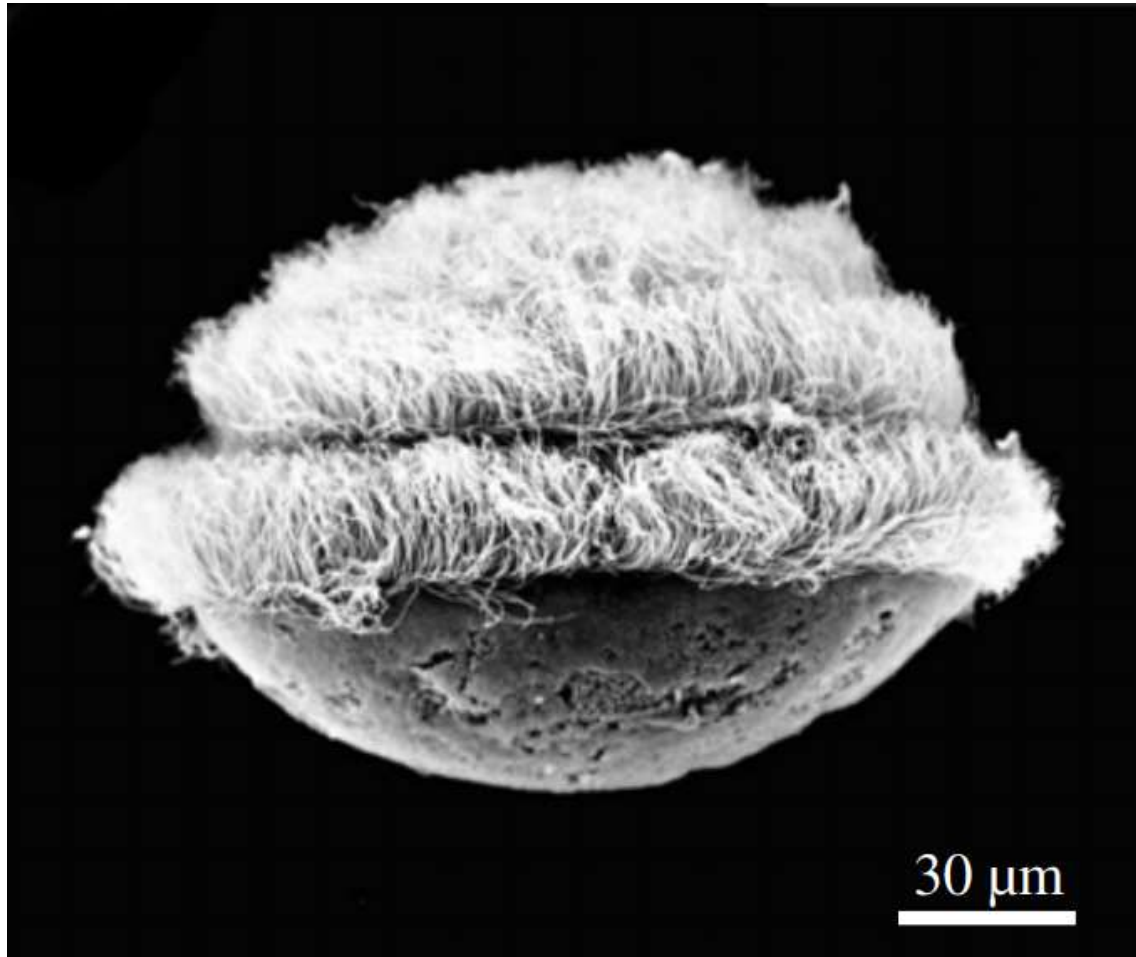


Figura 2. Microfotografia (SEM) de anterozoide multiflagelados de *Cycas revoluta*.

Uma questão significativa diz respeito à fase de núcleos livres do macrósporo que precede a formação do macrogametófito feminino. Em *Cycas*, essa fase pode gerar uns impressionantes 15.000 núcleos. Por outro lado, nas angiospérmicas esse número reduz-se para apenas 8 núcleos, dando origem ao saco embrionário (Friedman & Williams, 2004). Este consiste num gametófito feminino formado por três antípodas, duas sinérgidas e uma oosfera com uma célula central binucleada – mesocisto – ou duas células polares (Yadegari & Drews, 2004).

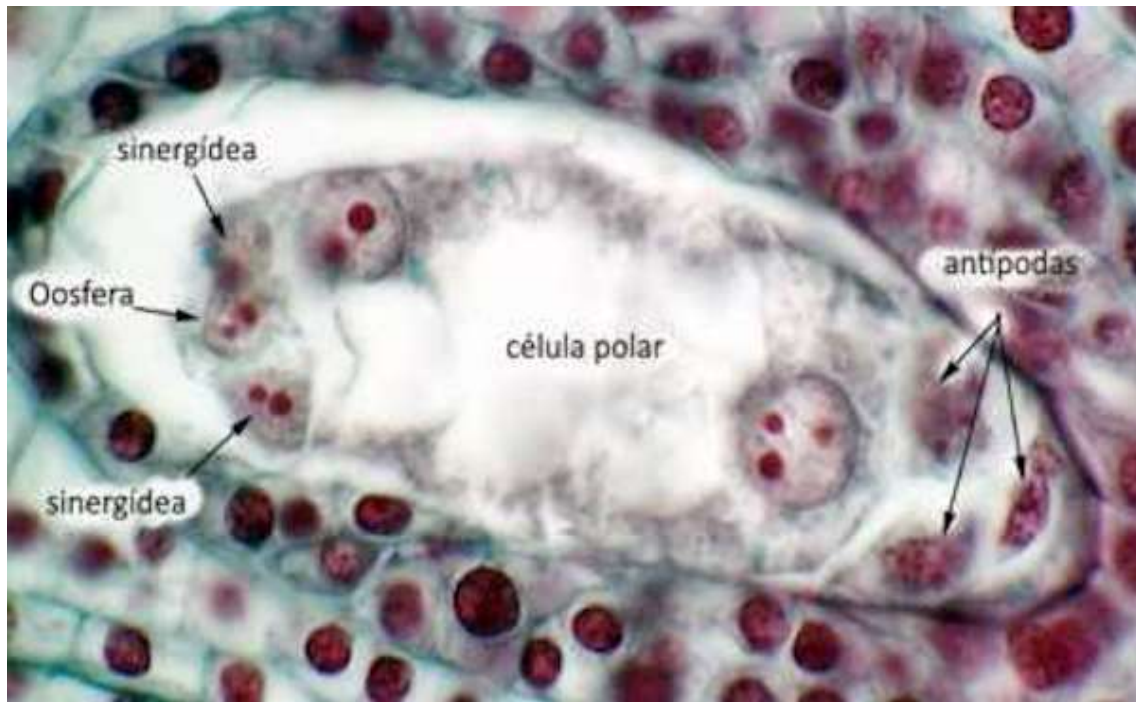


Figura 3. Saco embrionário de uma angiospérmica (*Lilium* sp.) podendo serem observados os 8 núcleos.

É importante chamar a atenção que enquanto as gimnospérmicas dependem dos tecidos do gametófito feminino para o desenvolvimento embrionário — tal como as pteridófitas — nas angiospérmicas esse suporte nutritivo provém do endosperma produzido após a fecundação do óvulo. O endosperma secundário triploide representa um marco vital na evolução das angiospérmicas e destaca-se como um dos mais importantes caracteres daquela classe (Baroux et al., 2002).

4. A Organização do Corpo Vegetal

As plantas são entidades organizadas nas quais as células se associam de diversas maneiras, formando massas coesas e tecidos que desempenham funções cruciais para a sobrevivência e para o desenvolvimento vegetal. Ao analisarmos os órgãos vegetativos, percebemos uma continuidade dos tecidos que percorrem todo o corpo do vegetal, revelando uma intrincada rede de interconexões (Cutler et al., 2007).

Esses tecidos podem ser agrupados em sistemas maiores como o sistema dérmico, que inclui a epiderme e/ou a periderme nas plantas que crescem em espessura, o sistema vascular, composto pelo xilema e floema; e o sistema fundamental, representado pelo parênquima, colênquima e esclerênquima. Cada um desses sistemas é essencial para as várias funções da planta — desde a proteção até a condução de nutrientes (Evert, 2006).

Ao realizarmos cortes transversais ou longitudinais em diferentes partes da planta, como raízes, caules e folhas, encontramos uma uniformidade nos tipos de tecidos presentes. No entanto, a verdadeira beleza da botânica reside na organização particular desses tecidos conforme o órgão em questão. É fascinante observar como essa estrutura interna reflete as adaptações necessárias para cada parte da planta prosperar (Mauseth, 2017). Quando o embrião dentro da semente está completamente formado, está pronto para ser disperso — uma fase crucial na perpetuação das espécies vegetais. Os agentes bióticos e abióticos responsáveis pela polinização também desempenham um papel significativo na dispersão das sementes, ampliando assim as oportunidades de vida das plantas em novos ambientes (Howe & Smallwood, 1982).

5. O Aparecimento da Semente

A germinação das sementes é um momento crucial que marca o início do desenvolvimento das plantas superiores. Cada semente abriga um embrião, que possui um eixo hipocótilo-radicular, essencial para o seu crescimento. Dependendo do grupo botânico, essa estrutura pode incluir muitos cotilédones, apenas um ou dois cotilédones, diferindo assim as gimnospermas das monocotiledóneas e das eudicotiledóneas (Bewley, 1997).

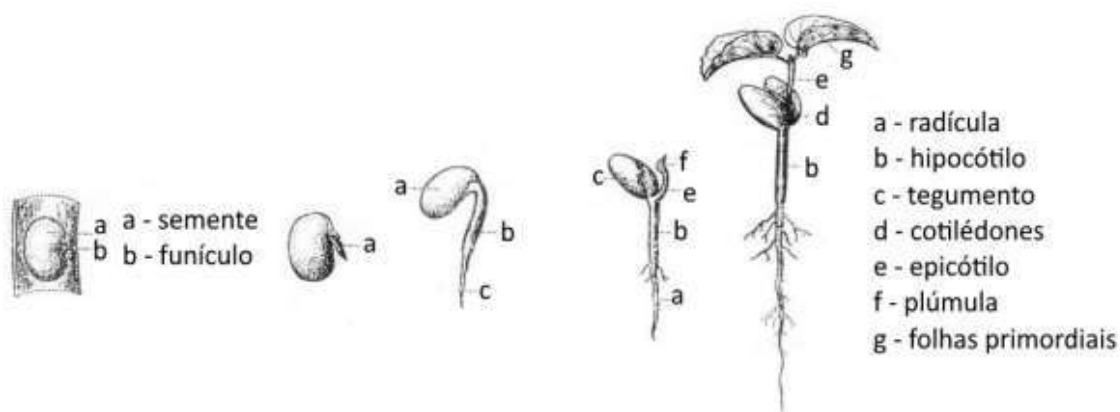


Figura 4. Germinação da semente e formação da plântula] Figura 4. Germinação da semente e formação da plântula exibindo as diferentes partes da sua constituição.

O embrião tem um pólo caulinar na parte superior e um pólo radicular na inferior - eixo hipocótilo-radícula - cada qual com seus respectivos meristemas apicais. Essa bipolaridade possibilita que a planta cresça em ambas as direções. Durante a germinação, o pólo radicular é ativado, resultando na formação da raiz primária (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). O desenvolvimento da plântula avança por meio da atividade dos meristemas apicais caulinar e radicular. O meristema apical do caule é constituído pelo promeristema e por uma parte inferior formada pelos tecidos meristemáticos primários: protoderme, meristema fundamental e procâmbio. Com a continuidade desse crescimento, os tecidos

organizam-se para formar a estrutura primária do caule — composta pela epiderme, córtex e sistema vascular (Beck, 2005).

No ápice da raiz, encontramos zonas meristemáticas formadas por células iniciais protegidas pela coifa e seguidas pela zona de alongamento celular, onde os mesmos tecidos primários desempenham a sua função essencial (Barlow, 2003).

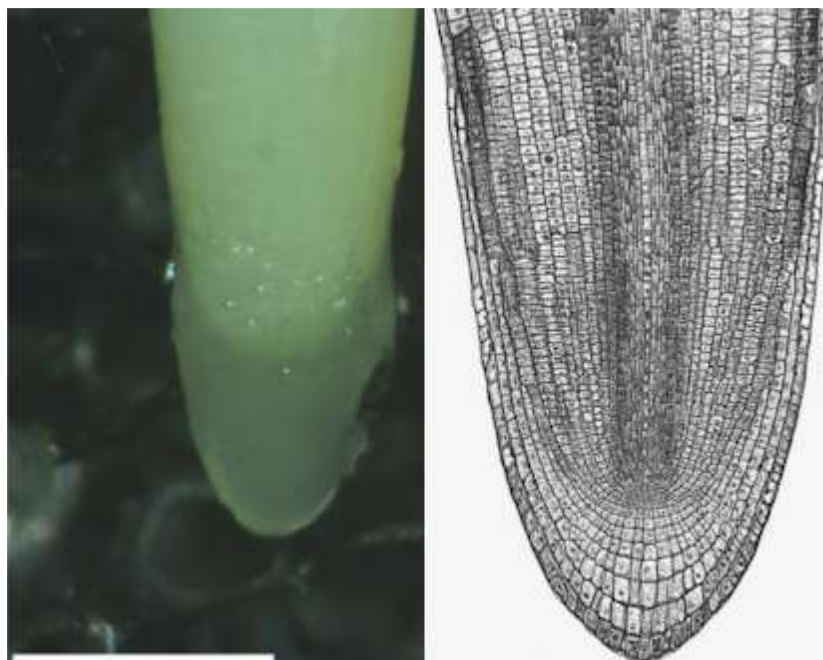


Figura 5. Aspecto da coifa de milho (*Zea mays*) na extremidade da raiz e do corte longitudinal de uma raiz de saramago (*Raphanus sativus*).

Esses processos garantem que tanto os caules como as raízes cresçam adequadamente através de estruturas bem definidas. Esse crescimento primário representa uma característica essencial da maioria das espécies herbáceas de monocotiledóneas e eudicotiledóneas. Já nas eudicotiledóneas mais desenvolvidas, bem como nas Gimnospérmicas, ocorre também o crescimento secundário (crescimento em diâmetro), resultado da atividade do câmbio (Larson, 1994).

6. Os Tecidos

Após a germinação, a semente inicia o processo de transformação em plântula. Esse processo, vital para o ciclo de desenvolvimento das plantas, tem início com a absorção de água pelo embrião, culmina com a formação e emissão da radícula. As células começam a organizar-se e a associarem-se de diversas formas, formando tecidos (Taiz et al., 2015).

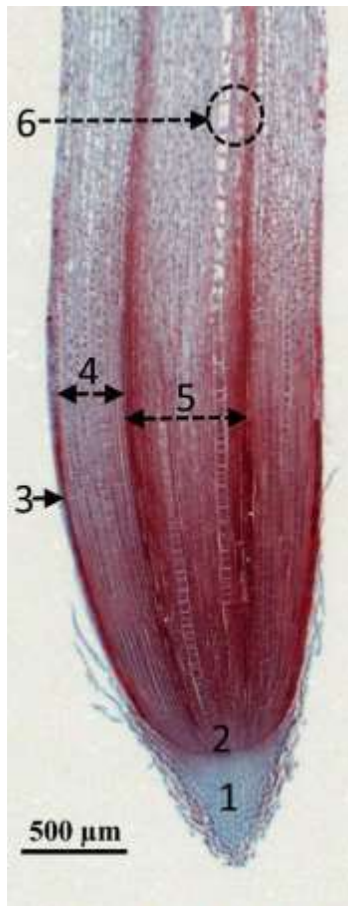
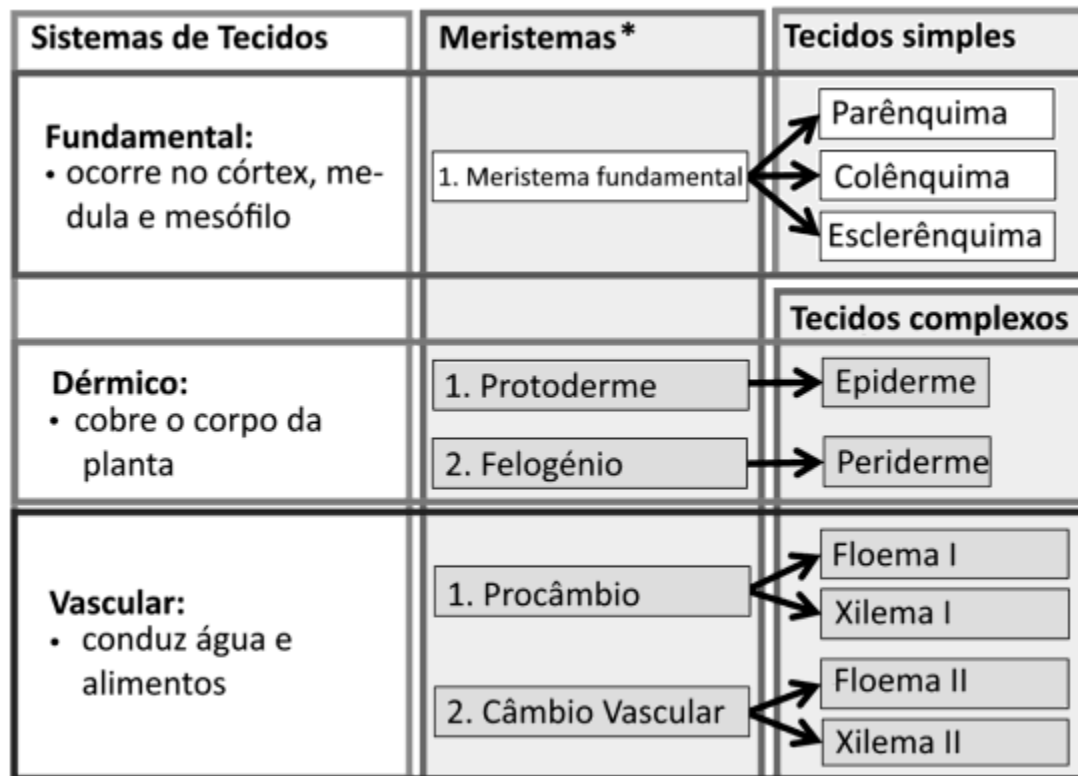


Figura 6. Secção longitudinal de *Zea mays* (milho). 1) coifa; 2) meristema apical; 3) protoderme; 4) meristema fundamental; 5) procâmbio; 6) feixe vascular.

Os principais tecidos vegetais estão agrupados em unidades maiores que mantêm continuidade ao longo do corpo da planta. Desde o embrião, inicia-se o processo de diferenciação dos tecidos, que vão derivar dos meristemas, que podem ser definidos como tecidos indiferenciados responsáveis pela origem de novas células (Lyndon, 1998). A notável versatilidade destas células meristemáticas permite que elas se desenvolvam em qualquer tipo especializado dentro do organismo vegetal. Entre os tipos mais relevantes estão o meristema apical radicular (localizado na raiz) e o meristema apical caulinar (no caule). Esses meristemas dão origem aos sistemas de tecidos vegetais: sistema de revestimento para proteção – dérmico –, sistema vascular para condução de seiva – vascular - e sistema fundamental para funções diversas como preenchimento e fotossíntese (Evert, 2006).

No decorrer do desenvolvimento inicial da planta, observamos as diferenciações nos meristemas primários: protoderme (que origina a epiderme), procâmbio (dando origem ao xilema e floema), e o meristema fundamental (que gera parênquima, colênquima e esclerênquima) (Fahn, 1990). A estrutura dos tecidos vegetais pode ser classificada como simples ou complexa. Os primeiros, tecidos definitivos simples, contêm apenas um tipo celular (parênquima, colênquima, esclerênquima), enquanto os segundos, tecidos definitivos complexos, integram mais de um tipo (epiderme, floema, xilema) (Mauseth, 2017).



* 1. = meristemas primários derivados do crescimento produzido pelos meristemas apicais
 2. meristemas secundários

Figura 7. Diagrama da origem dos tecidos vegetais a partir dos meristemas.

Em destaque estão ainda os processos relacionados com o crescimento secundário. Este crescimento conduz ao crescimento em diâmetro da planta através da ação dos meristemas secundários – câmbio vascular gerando xilema secundário e floema secundário. Mais tarde pela formação da periderme pelos componentes felogénio, felema e feloderme (Dickison, 2000).

7. A Epiderme

A epiderme é um sistema de células compactamente arranjadas que reveste o corpo primário da planta. Nos órgãos onde o crescimento secundário é escasso ou nulo, esta camada de proteção mantém-se enquanto a planta vive. Quando ocorre crescimento secundário, a epiderme geralmente é substituída pela periderme (Dickison, 2000). Constituindo, em geral, uma única camada de células que cobre todo o corpo da planta, a epiderme representa o tecido mais externo dos órgãos vegetais na estrutura primária (Fahn, 1990).

Nas epidermes aéreas, forma-se uma cutícula — uma camada não celular composta por substâncias lipídicas como a cutina. A cutícula é secretada pelas células epidérmicas, polimerizando no exterior, e possui propriedades impermeabilizantes, entre outras, impedindo trocas gasosas, entrada de água, entrada de elementos patogénicos, etc. (Jeffree, 2006).

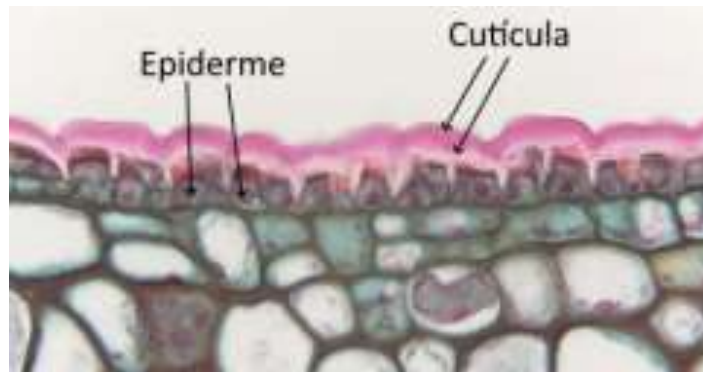


Figura 7. Corte transversal de folha mostrando a epiderme com a cutícula.

Uma das particularidades das células epidérmicas é a presença de papilas, protruções que aumentam a superfície da célula e podem auxiliar na absorção de luz ou na retenção de água (Glover, 2000).

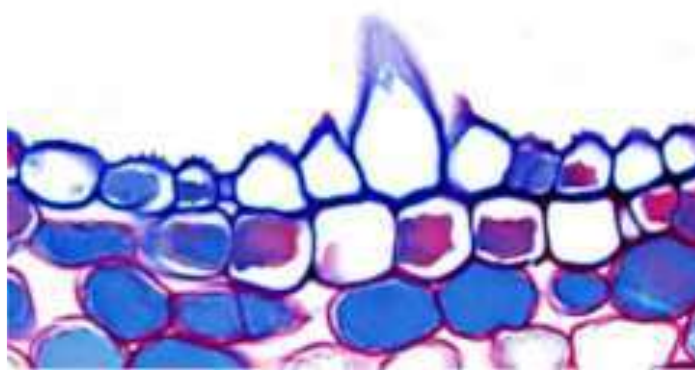


Figura 8. Epiderme com papilas.

Além disso, essas células armazenam substâncias ergásticas como cristais e taninos, proporcionando resistência contra pragas e doenças, além de contribuir para o desenvolvimento da planta (Franceschi & Nakata, 2005).

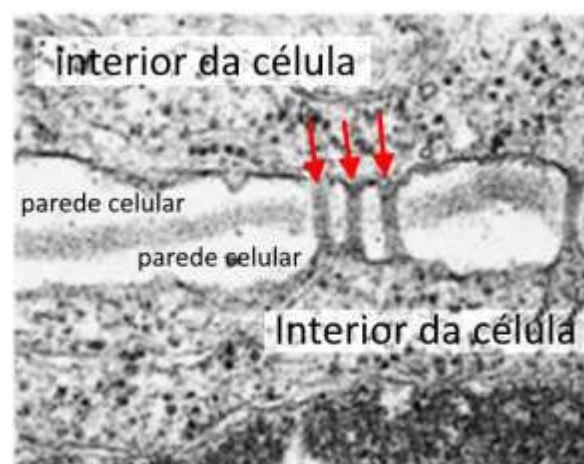


Figura 9. Plasmodesmos (setas vermelhas) ligando duas células.

A epiderme desempenha um papel fundamental na estrutura das plantas, atuando como uma barreira protetora e reguladora. A parede celular anticlinal, que pode ser reta ou sinuosa, e a periclinal, com variações de espessura, são cruciais

para a integridade das células epidérmicas (Cutler et al., 2007). Além disso, estruturas como plasmodesmos e ectodesmos¹ possibilitam a comunicação entre os meios internos e externos da planta (Schönherr & Bukovac, 1972).

A epiderme, devido às suas variadas funções, é composta por uma diversidade de tipos celulares. As células fundamentais ou epidérmicas são vivas, vacuolizadas e tabulares, com ausência de espaços intercelulares. Essa diversidade vai além do comum. Algumas células epidérmicas têm funções e formas específicas. Por exemplo, encontramos uma epiderme múltipla no tegumento das sementes de *Phaseolus* sp. (Fabaceae) ou de *Lunaria annua* (Brassicaceae), nas epidermes secretoras de nectários de *Passiflora* sp. e de *Euphorbia* sp., ou nas raízes aéreas de epífitas como *Vanilla planifolia* ou nas folhas de *Ficus elastica* e outras (Fahn, 1990).

8. Formas e Células da Epiderme

No que diz respeito aos limbos das folhas, as células epidérmicas apresentam formas poligonais ou irregulares. Nos órgãos alongados como pecíolos, caules e raízes, assim como nos limbos com nervação paralelinérvea, as células epidérmicas tendem a ser alongadas (Cutter, 1978).



Figura 10. A verde-escuro idioblastos, no mesófilo de uma folha (em corte transversal).

Células isoladas ou em pequenos grupos completamente diferentes das que as rodeiam – idioblastos – também podem ocorrer, numa variedade múltipla de funções (Foster, 1956).

Uma das funções vitais da epiderme é a absorção de substâncias essenciais, como adubos, além da excreção de compostos como cutina e ceras

¹ Nota: O termo ectodesmos é histórico e a sua natureza estrutural tem sido debatida. Atualmente, considera-se que representam domínios na parede celular com propriedades que facilitam o transporte, em vez de serem canais estruturados como os plasmodesmos (Schönherr, 2006).

epicuticulares. A cutícula, que reveste as células epidérmicas, pode conter depósitos interessantes que variam entre espécies. Cristais de sais em espécies como *Tamarix* sp., bem como cristais, resinas e óleos em **Cyperaceae** e **Poaceae**, mostram a diversidade funcional desta camada protetora (Fahn, 2000). Além disso, mucilagens presentes em certas famílias botânicas oferecem adaptabilidade adicional no armazenamento de água (Gregory & Baas, 1989). As funções da epiderme não param por aqui: reveste o corpo primário da planta enquanto proporciona também proteção mecânica essencial contra fatores externos prejudiciais. A sua capacidade de regular trocas gasosas por meio dos estomas é vital para o equilíbrio hídrico e gasoso do organismo vegetal. Portanto, sob uma perspectiva ampla e integrada, a epiderme emerge não apenas como uma estrutura passiva, mas como um componente activo na sobrevivência vegetativa frente aos desafios ambientais constantes (Willmer & Fricker, 1996).

As células buliformes, presentes em **Poaceae** e outras Monocotiledôneas, desempenham um papel crucial na adaptação das plantas ao ambiente. Essas células grandes e em forma de leque são altamente vacuolizadas e ricas em água, situando-se principalmente na epiderme adaxial. A sua estrutura única, com membranas radiais delgadas e a exterior espessada, permite que realizem a função de evitar a evaporação excessiva e auxiliar na abertura e fecho das folhas (Raven et al., 2013).

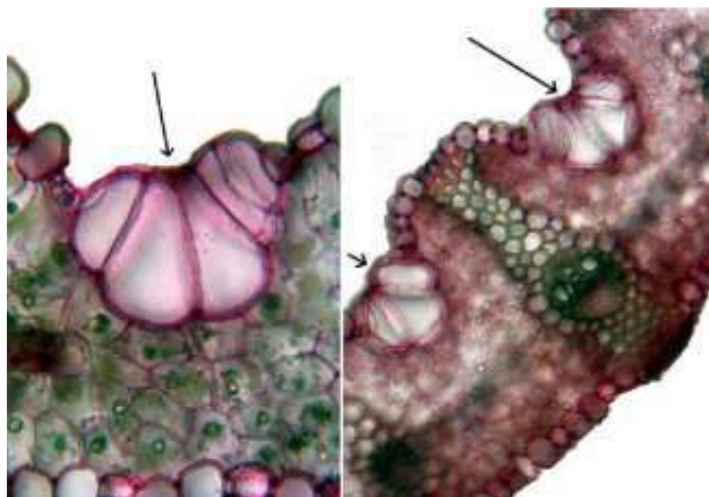


Figura 11. Células buliformes (setas) de *Alopecurus arundinaceus*.

Além das células buliformes, encontramos células siliciosas e suberosas que conferem rigidez e proteção às folhas das *Poaceae* e das *Cyperaceae*. As células suberosas possuem paredes suberificadas que garantem uma resistência adicional às condições ambientais adversas. Já as células siliciosas contêm corpos de sílica variados nas suas paredes celulares, características que ajudam na identificação de espécies e na defesa contra herbivoria (Metcalf, 1960; Hodson & Sangster, 1988).

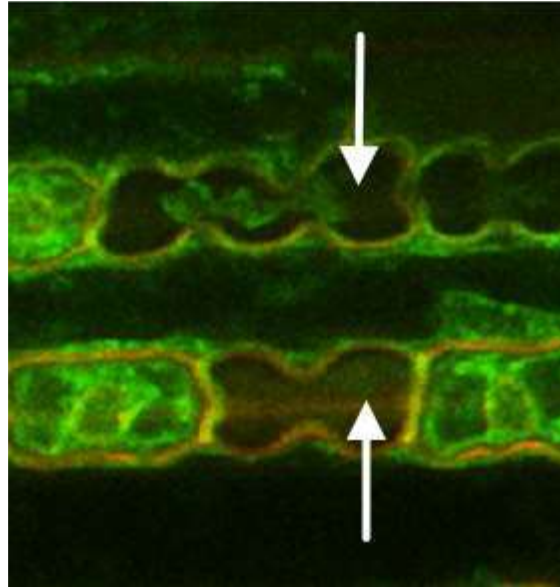


Figura 12. Células de sílica (setas), em *Sorghum bicolor* (vista paradermal).

A percepção de estímulos para a execução de movimentos násticos e reações fotoperiódicas é também uma característica muito importante. Um exemplo notável dessa adaptação ocorre durante o processo de reprodução sexual, no qual a epiderme do estigma desempenha um papel crucial na identificação e aceitação do pólen (Heslop-Harrison, 2000).



Os litocistos também têm destaque com a sua função de reserva de cálcio. São basicamente cristais de carbonato de cálcio chamados cistólitos, formados a partir da invaginação das paredes celulares. Isso não apenas armazena nutrientes essenciais, mas também proporciona uma defesa contra herbívoros (Setoguchi et al., 1989).

Figura 13. Cistólito num litocisto, numa epiderme múltipla de *Ficus* sp.

9. Os Tricomas

Por último, não nos podemos esquecer dos tricomas -estruturas epidérmicas, vivas ou mortas, que podem ocorrer em qualquer parte da planta, cair ou persistir toda a vida. São estruturas secretoras ou não secretoras, classificados de acordo com a sua morfologia, posição e funções que desempenham (protecção ou defesa) (Werker, 2000). É comum encontrar “pêlos” nas epidermes. Os pêlos da raiz, pêlos radiculares ou absorventes, são simples expansões das células epidérmicas, os das folhas e caules são, em geral, multicelulares. A função desses pêlos varia conforme a sua localização na planta. Nas raízes, aumentam a área de absorção e nos órgãos aéreos ajudam na retenção de água, protegem contra os insectos, calor, perdas excessivas de água, radiação, etc. (Evert, 2006).



Figura 14. Raiz com pêlos absorventes.

Os tricomas são estruturas fascinantes que desempenham um papel crucial na protecção e na interacção das plantas com o ambiente. Com paredes, em geral celulósicas, estas proeminências podem apresentar grandes variações na sua morfologia e função. A cutícula dos tricomas pode ser lisa ou esculpida, refletindo as adaptações de cada espécie ao seu habitat específico (Glover, 2000). Em alguns casos, as paredes dos tricomas encontram-se impregnadas de sílica ou carbonato de cálcio, conferindo-lhes ainda mais resistência. Um desses casos e um dos exemplos mais intrigantes de adaptação da epiderme é encontrado na folha das urtigas (*Urtica* sp.). Os pêlos urticantes são semelhantes a agulhas hipodérmicas em que a extremidade do tricoma apresenta a sua parede celulósica

reforçada com sílica motivo pelo qual rompe facilmente, promovendo lesões que permitem a entrada do conteúdo celular irritante (Thurston & Lersten, 1969).



Figura 15. Pêlo urticante de *Urtica dioica*.

Em geral, os tricomas simples unicelulares possuem um pé que se insere na epiderme e um corpo que se projeta para fora; um exemplo notável são os pêlos da semente de *Gossypium hirsutum* – algodão - usados como a fibra têxtil mais importante globalmente (Basra & Malik, 1984). Além disso, os tricomas podem variar em complexidade - desde simples pluricelulares até estruturas mais elaboradas como os ramificados unicelulares e pluricelulares que possuem formatos distintos. As utilidades industriais dessas estruturas são variadas, por exemplo, os pêlos da face interna do fruto de *Ceiba pentandra* são utilizados no enchimento de almofadas e outros utilitários devido à sua leveza e macieza (Johnson, 1998).

Classificação dos tricomas Papilas: protuberâncias pouco pronunciadas, muitas vezes sensitivas. Podem ser finas, semelhantes a pêlos - pétalas de *Rosa* ou caule de *Malva silvestris*, por exemplo. Na classificação os tricomas podem ser considerados unicelulares e multicelulares (pluricelulares). Os tricomas unicelulares são compostos por apenas uma célula, enquanto os multicelulares são formados por mais do que uma célula. Os tricomas multicelulares podem ainda ser classificados em unisseriados, quando as suas células estão alinhadas numa fiada única, ou multisseriados, quando as suas células se alinham em mais do que uma fiada. Tanto os tricomas unisseriados como os multisseriados podem ser ramificados, isto é, apresentarem ramificações. Os tricomas glandulares são estruturas capazes de produzir e secretar substâncias do metabolismo secundário da planta, enquanto os tricomas não-glandulares são desprovidos de glândulas secretoras. Os tricomas glandulares são apêndices epidérmicos compostos por uma base (conjunto de células epidérmicas) e o corpo. O corpo é formado por um pedúnculo (composto por uma ou muitas células) e uma cabeça (porção apical secretora). Os tricomas glandulares, podem ser unicelulares ou pluricelulares (Fahn, 2000).

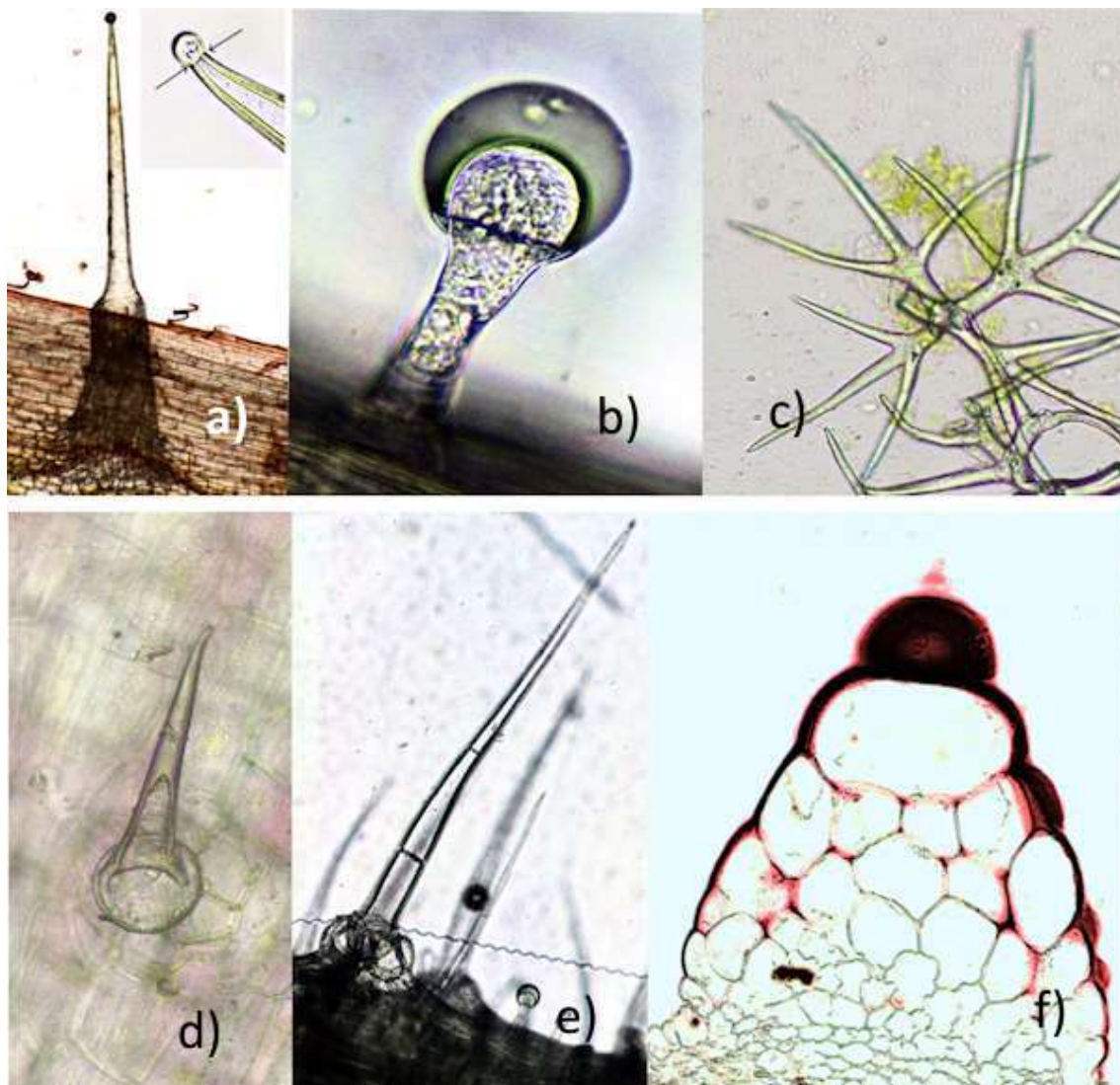


Figura 16. Tipos de tricomas. a) tricoma urticante, pêlo unicelular glandular, de *Urtica dioica* (no inset, as setas apontam a região em que a substância incrustante entre as fibras da celulose da parede passa a ser o silício – cabeça); (b) pêlo glandular unicelular; (c) pêlo pluricelular ramificado; (d) pêlo unicelular; (e) pêlo pluricelular unisseriado; (f) pêlo pluricelular multisseriado.

10. Os Estomas

Um aspecto muito relevante das epidermes das partes aéreas, é o complexo estomático ou estomas que desempenham um papel fundamental nas trocas gasosas das plantas. Os estomas são constituídos por duas células epidérmicas especializadas, as células guarda, células oclusivas ou células estomáticas, que conforme variam a sua configuração provocam a abertura e o fecho do ostíolo – o poro formado pelas duas referidas células (Zeiger, 1983).

Em certas plantas, os estomas encontram-se rodeados por células epidérmicas que variam na forma e no conteúdo das restantes células e que se designam células subsidiárias. De acordo com a presença ou ausência das células

subsidiárias e da sua disposição em relação às células oclusivas, formam-se padrões de ocorrência e distribuição das células, que se podem reconhecer e serem usados para caracterizar determinadas taxa vegetais (Carpenter, 2005). Essas classificações, em alguns casos muito complexas, podem ser muito extensas, contando com dezenas de tipos de complexos estomáticos. Serão referidos apenas os mais comuns (Metcalfe & Chalk, 1950).

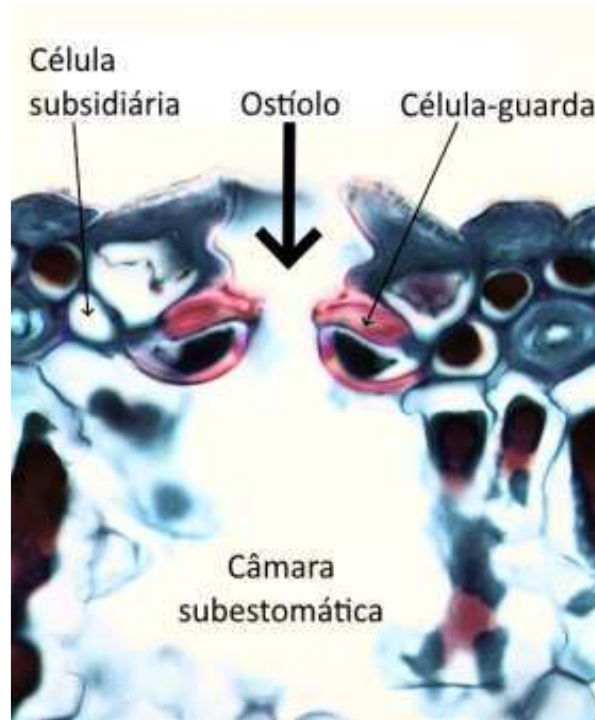


Figura 17. Estoma escavado de *Pinus* sp. (X100).

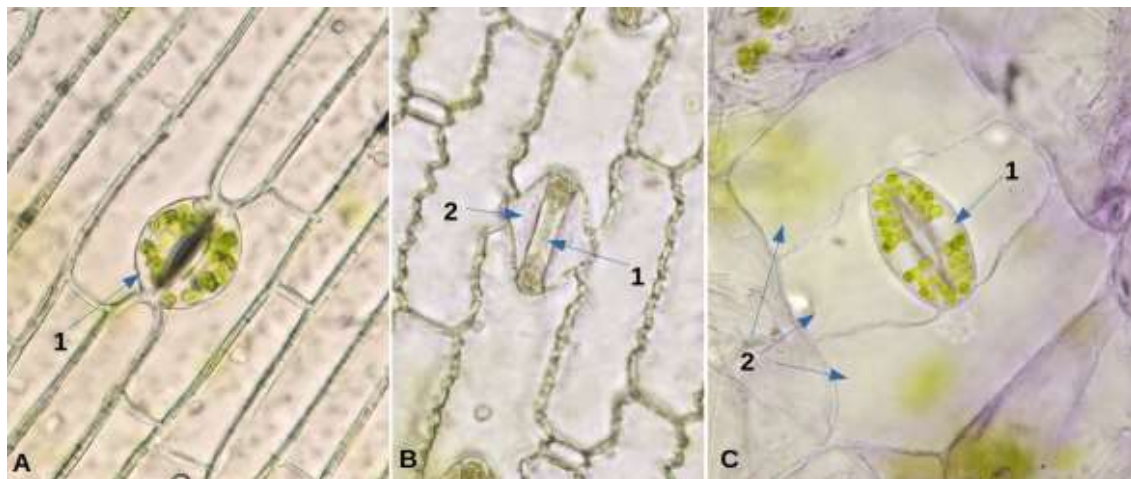


Figura 18. Padrões de complexos estomáticos em Monocotiledóneas, com a indicação de células-guarda (1) e de células subsidiárias (2). A - tipo anomocítico (*Dracena*); B- paracítico (milho e a maioria das *Poaceae*) e C - tetracítico (*Tradescantia*).

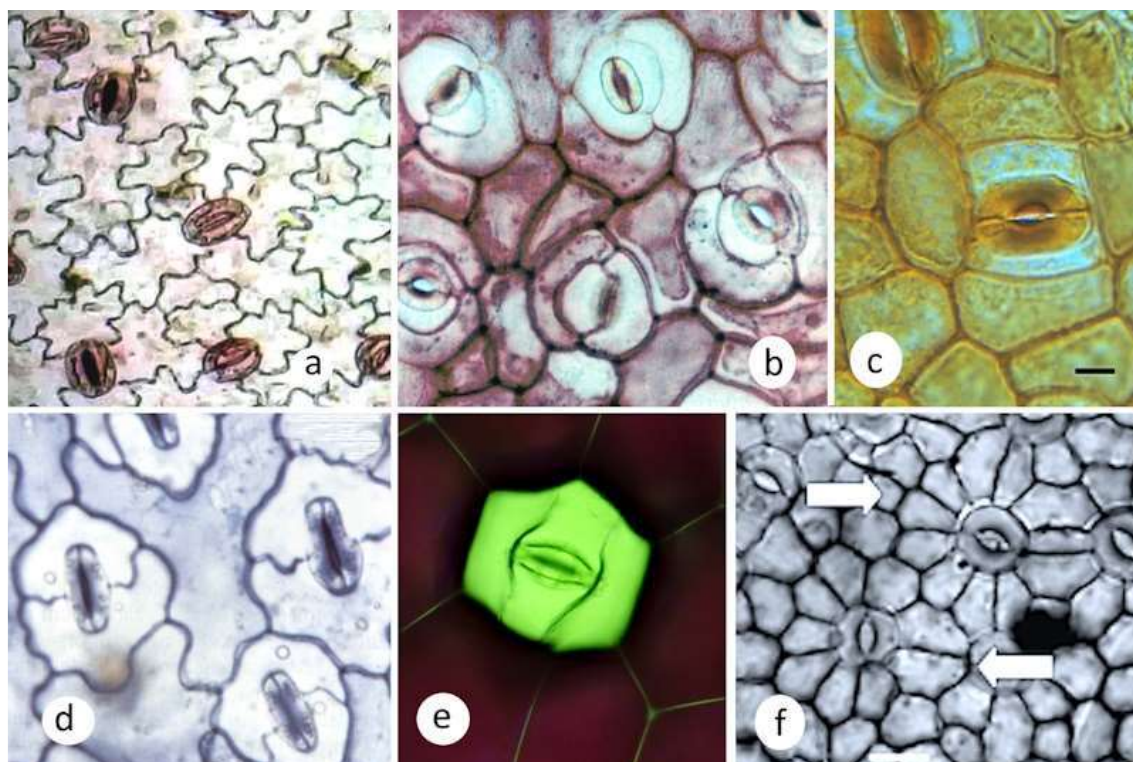


Figura 19. Estomas do tipo (a) anomocítico; (b) anisocítico; (c) paracítico; (d) diacítico; (e) tetracíclico e (f) actinocítico.

Tabela 1. Classificação dos complexos estomáticos em Eudicotiledóneas e Monocotiledóneas (adaptado de Metcalfe & Chalk, 1988).

Eudicotiledóneas

Tipo	Descrição
Actinocítico	muitas células subsidiárias que irradiam das células guarda
Anomocítico (Ranunculáceo)	sem células subsidiárias diferenciadas
Anisocítico (Crucífero)	3 células subsidiárias, uma geralmente mais pequena
Diacítico (Cariofiláceo)	2 células subsidiárias em que as paredes comuns fazem ângulo recto com o eixo maior das células guarda
Paracítico (Rubiáceo)	2 células subsidiárias paralelas ao eixo maior das células guarda

Tabela 1. (Cont.) Classificação dos complexos estomáticos em Eudicotiledóneas e Monocotiledóneas (adaptado de Metcalfe & Chalk, 1988).

Monocotiledóneas

Tipo	Descrição
Anomocítico	sem células subsidiárias diferenciadas
Gramineae (paracítico)	muitas células subsidiárias que irradiam das células guarda
Tetracítico	2 células subsidiárias paralelas ao eixo maior das células guarda e 2 células subsidiárias em que os maiores eixos fazem ângulo recto com o eixo maior das células guarda



11. No Laboratório

Observações de Estomas



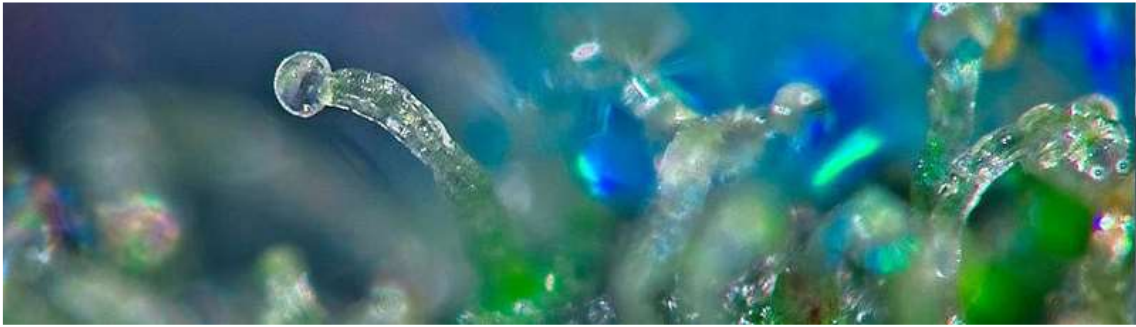
- Preparar secções paradermais por raspagem, clareamento, “cópia” (verniz) ou corte da epiderme.

– montar numa gota de água entre lâmina e lamela e observar ao microscópio. Desenhar.

Estomas de Eudicotiledóneas: *Pelargonium* sp., *Dianthus* sp., *Mesembryanthemum* sp. e *Sedum* sp.

Estomas de Monocotiledóneas: *Iris* sp. e *Tradescantia* sp.

Observações de Tricomas



- Executar preparações extemporâneas de epiderme ou mesmo de tricomas.
- montar numa gota de água entre lâmina e lamela e observar ao microscópio. Classificar os tricomas quanto ao número de células, forma e função.
- Desenhar.

Estomas de: *Rosmarinus* sp., *Pelargonium* sp. *Solanum* sp., *Olea* sp., *Urtica* sp. e *Verbascum* sp.

Observação de Preparações Definitivas



Observe, desenhe e legende:

Epiderme com pêlos radiculares - *Ruscus aculeatus*

Epiderme múltipla de raiz – velamen – *Vanda tricolor* ou *Vanilla planifolia*

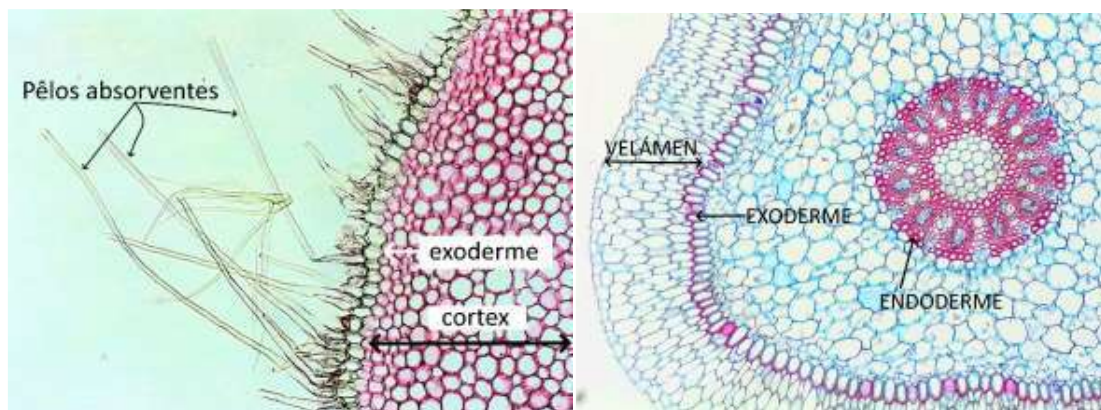


Figura 21. Cortes transversais de raízes. Do lado esquerdo corte transversal da raiz de *Ruscus aculeatus* podendo observar-se um conjunto de pêlos absorvente (pêlos radiculares); à direita, o corte transversal da raiz de **Orchidaceae** exibindo o velamen, a epiderme múltipla.

12. Referências Bibliográficas

Barlow, P. W. (2003). The root cap: a short history of its functions. *Plant, Soil and Environment*, 49(12), 559-569.

Baroux, C., Spillane, C., & Grossniklaus, U. (2002). Evolutionary origins of the endosperm in flowering plants. *Genome Biology*, 3(9), reviews1026.1.

Basra, A. S., & Malik, C. P. (1984). Development of the cotton fiber. *International Review of Cytology*, 89, 65-113.

Beck, C. B. (2005). *An Introduction to Plant Structure and Development*. Cambridge University Press.

Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9(7), 1055-1066.

Bierhorst, D. W. (1971). *Morphology of Vascular Plants*. Macmillan.

Carpenter, K. J. (2005). Stomatal architecture and evolution in basal angiosperms. *American Journal of Botany*, 92(10), 1595-1615.

Cutter, E. G. (1978). *Plant Anatomy: Part 1: Cells and Tissues* (2nd ed.). Addison-Wesley.

Cutler, D. F., Botha, T., & Stevenson, D. W. (2007). *Plant Anatomy: An Applied Approach*. Blackwell Publishing.

Dickison, W. C. (2000). *Integrative Plant Anatomy*. Harcourt Academic Press.

Evert, R. F. (2006). *Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function, and Development* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Fahn, A. (1990). *Plant Anatomy* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

Fahn, A. (2000). Structure and function of secretory cells. *Advances in Botanical Research*, 31, 37-75.

Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501-523.

Foster, A. S. (1956). Plant idioblasts: remarkable examples of cell specialization. *Protoplasma*, 46(1), 184-193.

Franceschi, V. R., & Nakata, P. A. (2005). Calcium oxalate in plants: formation and function. *Annual Review of Plant Biology*, 56, 41-71.

Friedman, W. E., & Williams, J. H. (2004). The evolution of the female gametophyte in flowering plants: an 8-nucleate breakthrough. *Protoplasma*, 224(3-4), 169-183.

Glover, B. J. (2000). Differentiation in plant epidermal cells. *Journal of Experimental Botany*, 51(345), 497-505.

Graham, L. E., Cook, M. E., & Busse, J. S. (2000). The origin of plants: body plan changes contributing to a major evolutionary radiation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 19(6), 591-618.

Gregory, M., & Baas, P. (1989). A survey of mucilage cells in the leaves of the dicotyledons. *Israel Journal of Botany*, 38(2-3), 125-174.

Heslop-Harrison, J. (2000). Control of pollen-stigma interaction in grasses. *Annals of Botany*, 85(suppl_1), 1-10.

Hodson, M. J., & Sangster, A. G. (1988). Silica deposition in the inflorescence bracts of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Annals of Botany*, 62(1), 45-52.

Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228.

Jeffree, C. E. (2006). The fine structure of the plant cuticle. In C. E. Jeffree & M. Riederer (Eds.), *Biology of the Plant Cuticle* (pp. 11-125). Blackwell Publishing.

Johnson, D. V. (1998). Non-wood forest products: tropical palms. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Kenrick, P., & Crane, P. R. (1997). *The Origin and Early Diversification of Land Plants: A Cladistic Study*. Smithsonian Institution Press.

Larson, P. R. (1994). *The Vascular Cambium: Development and Structure*. Springer-Verlag.

Lewis, L. A., & McCourt, R. M. (2004). Green algae and the origin of land plants. *American Journal of Botany*, 91(10), 1535-1556.

Lüttge, U., Kluge, M., & Bauer, G. (2006). *Botânica*. Livraria Santos Editora.

Lyndon, R. F. (1998). *The Shoot Apical Meristem: Its Growth and Development*. Cambridge University Press.

Mauseth, J. D. (2017). *Botany: An Introduction to Plant Biology* (6th ed.). Jones & Bartlett Learning.

Metcalf, C. R. (1960). *Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae*. Clarendon Press.

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press.

Metcalfe, C. R., & Chalk, L. (1988). *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. 2: *Wood Structure and Conclusion of the General Introduction* (2nd ed.). Clarendon Press.

Norstog, K. (1987). The "Fertilization" of *Zamia* and *Cycas*. *American Journal of Botany*, 74(9), 1333-1339.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Biology of Plants* (8th ed.). W. H. Freeman and Company Publishers.

Schönherr, J. (2006). Characterization of aqueous pores in plant cuticles and permeation of ionic solutes. *Journal of Experimental Botany*, 57(11), 2471-2491.

Schönherr, J., & Bukovac, M. J. (1972). Penetration of stomata by liquids. *Plant Physiology*, 49(5), 813-819.

Setoguchi, H., Okazaki, M., & Suga, S. (1989). The structure and function of the cystoliths in the leaves of *Ficus microcarpa*. *Journal of Plant Research*, 102(3), 323-332.

Simpson, M. G. (2019). *Plant Systematics* (3rd ed.). Academic Press.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.

Thurston, E. L., & Lersten, N. R. (1969). The morphology and toxicology of plant stinging hairs. *Botanical Review*, 35(4), 393-412.

Werker, E. (2000). Trichome diversity and development. *Advances in Botanical Research*, 31, 1-35.

Willis, K. J., & McElwain, J. C. (2014). *The Evolution of Plants* (2nd ed.). Oxford University Press.

Willmer, C., & Fricker, M. (1996). *Stomata* (2nd ed.). Chapman & Hall.

Yadegari, R., & Drews, G. N. (2004). Female gametophyte development. *The Plant Cell*, 16(suppl_1), S133-S141.

Zeiger, E. (1983). The biology of stomatal guard cells. *Annual Review of Plant Physiology*, 34, 441-475.