



Priscila Andressa Cortez
Delmira da Costa Silva
Alba Lucilvânia Fonseca Chaves

MANUAL PRÁTICO DE
**MORFOLOGIA E
ANATOMIA VEGETAL**

ed. U
ed. S
Editora da UESC

MANUAL PRÁTICO DE
MORFOLOGIA E
ANATOMIA VEGETAL





Universidade Estadual de Santa Cruz

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
RUI COSTA - GOVERNADOR

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
WALTER PINHEIRO - SECRETÁRIO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
ADÉLIA MARIA CARVALHO DE MELO PINHEIRO - REITORA
EVANDRO SENA FREIRE - VICE-REITOR

DIRETORA DA EDITUS
RITA VIRGINIA ALVES SANTOS ARGOLLO

Conselho Editorial:

Rita Virginia Alves Santos Argollo – Presidente

Andréa de Azevedo Morégula

André Luiz Rosa Ribeiro

Adriana dos Santos Reis Lemos

Dorival de Freitas

Evandro Sena Freire

Francisco Mendes Costa

José Montival Alencar Junior

Lurdes Bertol Rocha

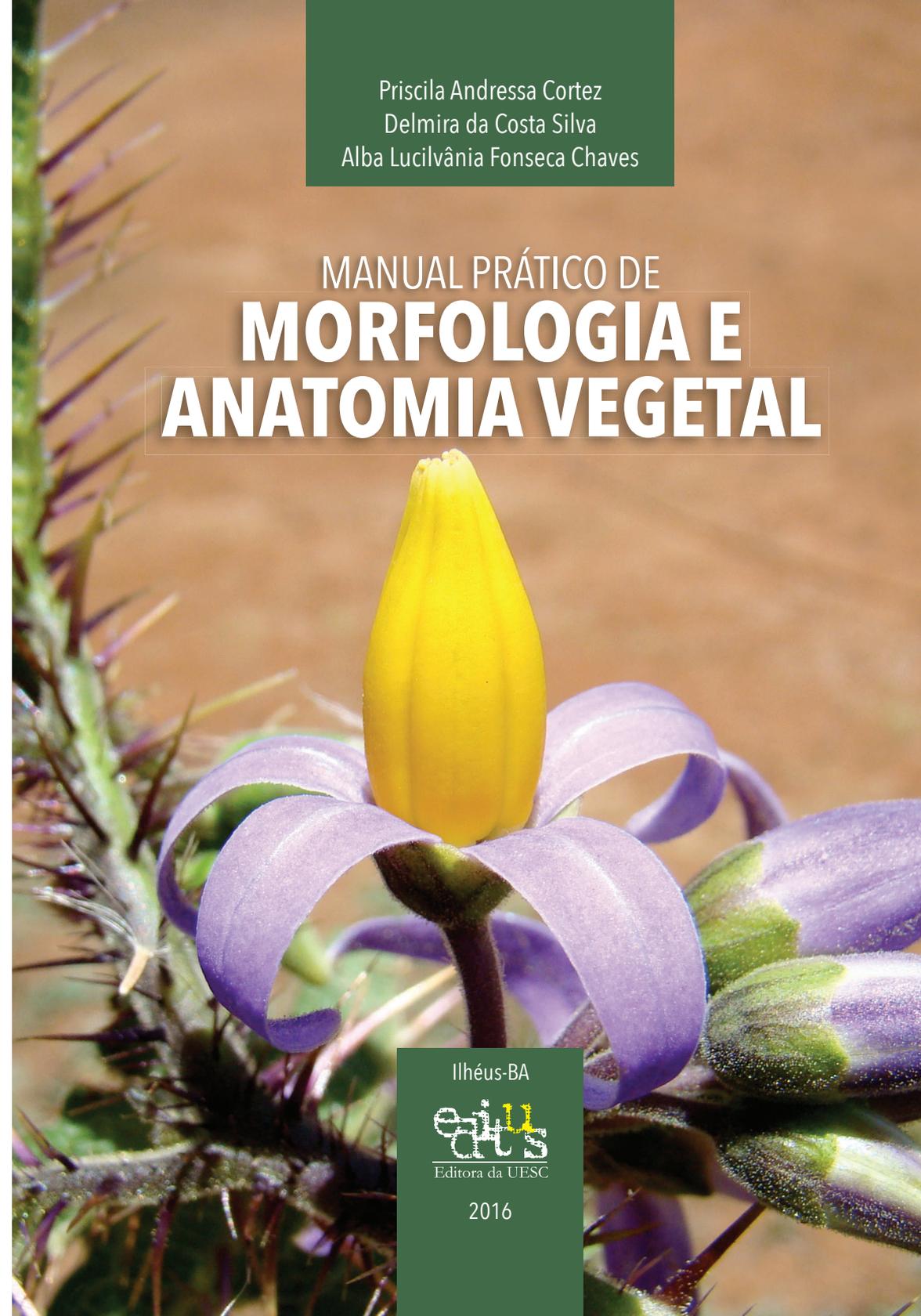
Maria Laura de Oliveira Gomes

Marileide dos Santos de Oliveira

Raimunda Alves Moreira de Assis

Roseanne Montargil Rocha

Silvia Maria Santos Carvalho



Priscila Andressa Cortez
Delmira da Costa Silva
Alba Lucilvânia Fonseca Chaves

MANUAL PRÁTICO DE
MORFOLOGIA E
ANATOMIA VEGETAL

Ilhéus-BA

eats
Editora da UESC

2016

Copyright ©2016 by
PRISCILA ANDRESSA CORTEZ
DELMIRA DA COSTA SILVA
ALBA LUCILVÂNIA FONSECA CHAVES

Direitos desta edição reservados à
EDITUS - EDITORA DA UESC

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio,
seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

Depósito legal na Biblioteca Nacional,
conforme Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004.

PROJETO GRÁFICO E CAPA
Deise Francis Krause

REVISÃO
Genebaldo Pinto Ribeiro
Maria Luiza Nora
Roberto Santos de Carvalho

FOTOGRAFIAS DE CAPA E MIOLO
PRISCILA ANDRESSA CORTEZ
DELMIRA DA COSTA SILVA
ALBA LUCILVÂNIA FONSECA CHAVES

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- C828 Cortez, Priscila Andressa.
Manual prático de morfologia e anatomia vegetal /
Priscila Andressa Cortez, Delmira da Costa Silva, Alba
Lucilvânia Fonseca Chaves. - Ilhéus, BA : Editus,
2016.
92 p. : il.
- Inclui referências.
ISBN 978-85-7455-423-5
1. Botânica - Morfologia. 2. Anatomia Vegetal.
I. Silva, Delmira da Costa. II. Chaves, Alba Lucilvânia
Fonseca. I. Título.

CDD 581.4

EDITUS - EDITORA DA UESC
Universidade Estadual de Santa Cruz
Rodovia Jorge Amado, km 16 - 45662-900 - Ilhéus, Bahia, Brasil
Tel.: (73) 3680-5028
www.uesc.br/editora
editus@uesc.br

EDITORA FILIADA À


Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1 BREVE HISTÓRICO DA MICROSCOPIA DE LUZ	9
2 NOÇÕES BÁSICAS DE MICROSCOPIA DE LUZ	11
3 PRINCIPAIS PARTES DO MICROSCÓPIO DE LUZ.....	15
4 NOÇÕES BÁSICAS SOBRE O MECANISMO DE FORMAÇÃO DA IMAGEM.....	19
5 ILUMINAÇÃO DE KÖHLER	21
6 PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA A OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO DE LUZ	23
7 CUIDADOS BÁSICOS COM O MICROSCÓPIO DE LUZ.....	25
8 NORMAS PARA UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE MORFOLOGIA VEGETAL	27
9 PROCEDIMENTO BÁSICO PARA OBSERVAR TECIDOS E CÉLULAS VEGETAIS.....	29
9.1 Fixação, desidratação e armazenamento.....	31
9.2 Inclusão e seccionamento.....	33
9.3 Afixação dos cortes nas lâminas de vidro e coloração	34
9.4 Montagem das lâminas	35
10 PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA AS ATIVIDADES PRÁTICAS	37
11 MATERIAIS NECESSÁRIOS À REALIZAÇÃO DAS AULAS PRÁTICAS	39

AULAS PRÁTICAS

Técnica de corte à mão para a confecção de lâmina histológica semipermanente.....	43
Parede celular e identificação de classes de compostos químicos.....	45
Tecidos meristemáticos.....	49
Sistema de revestimento: epiderme e periderme	51
Sistema fundamental: parênquima	53
Sistema fundamental: colênquima e esclerênquima	55
Sistema vascular: floema e xilema	57
Estruturas secretoras.....	59
Morfologia externa da raiz.....	61
Anatomia da raiz.....	65
Morfologia externa do caule.....	67
Anatomia do caule.....	73
Morfologia externa da folha.....	75
Anatomia da folha.....	81
Morfologia da flor.....	83
Chave para identificação dos principais tipos de frutos.....	87
Morfologia da semente.....	91
REFERÊNCIAS.....	92



APRESENTAÇÃO

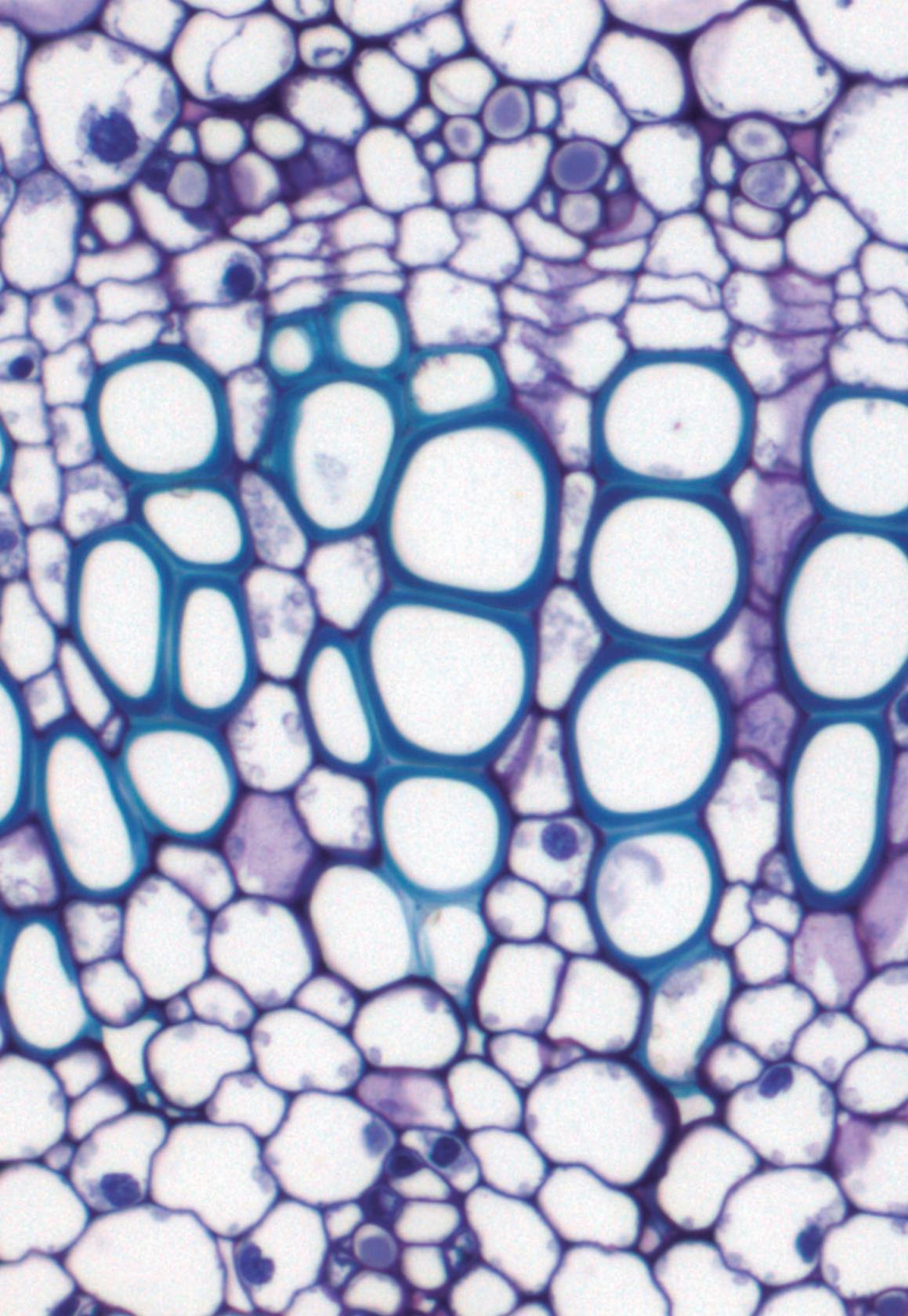
A Morfoanatomia Vegetal é uma área da Botânica que estuda as estruturas externas e internas dos organismos vegetais. Este conteúdo, em geral, é abordado como disciplina básica nos cursos de graduação em Ciências Biológicas, Agrárias e Farmacêuticas, proporcionando o conhecimento científico sobre a organização do corpo do vegetal.

A Morfologia, incluindo a Anatomia Vegetal, são ferramentas de apoio para outras disciplinas da Botânica básica ou aplicada, assim como para outras áreas do conhecimento.

Este Manual Prático de Morfologia e Anatomia Vegetal foi elaborado com o propósito inicial de atender às necessidades na execução de atividades práticas por todos aqueles que se interessam pela Botânica.

Fruto da ação conjunta de três pesquisadoras da área que, ao longo de suas experiências, têm se deparado com o problema da utilização de informações morfoanatômicas de plantas pouco frequentes em nossa flora. Assim, este trabalho procura reunir uma série de exercícios práticos de Morfologia e Anatomia Vegetal com plantas brasileiras comuns.

As atividades propostas incluem uma breve introdução teórica e são ordenadas com base na organização típica dos vegetais em raiz, caule, folha e estruturas reprodutivas, numa sequência que proporciona, aos estudiosos da Botânica, uma observação adequada e prazerosa do assunto objeto da aula, melhorando a compreensão das estruturas vegetais.

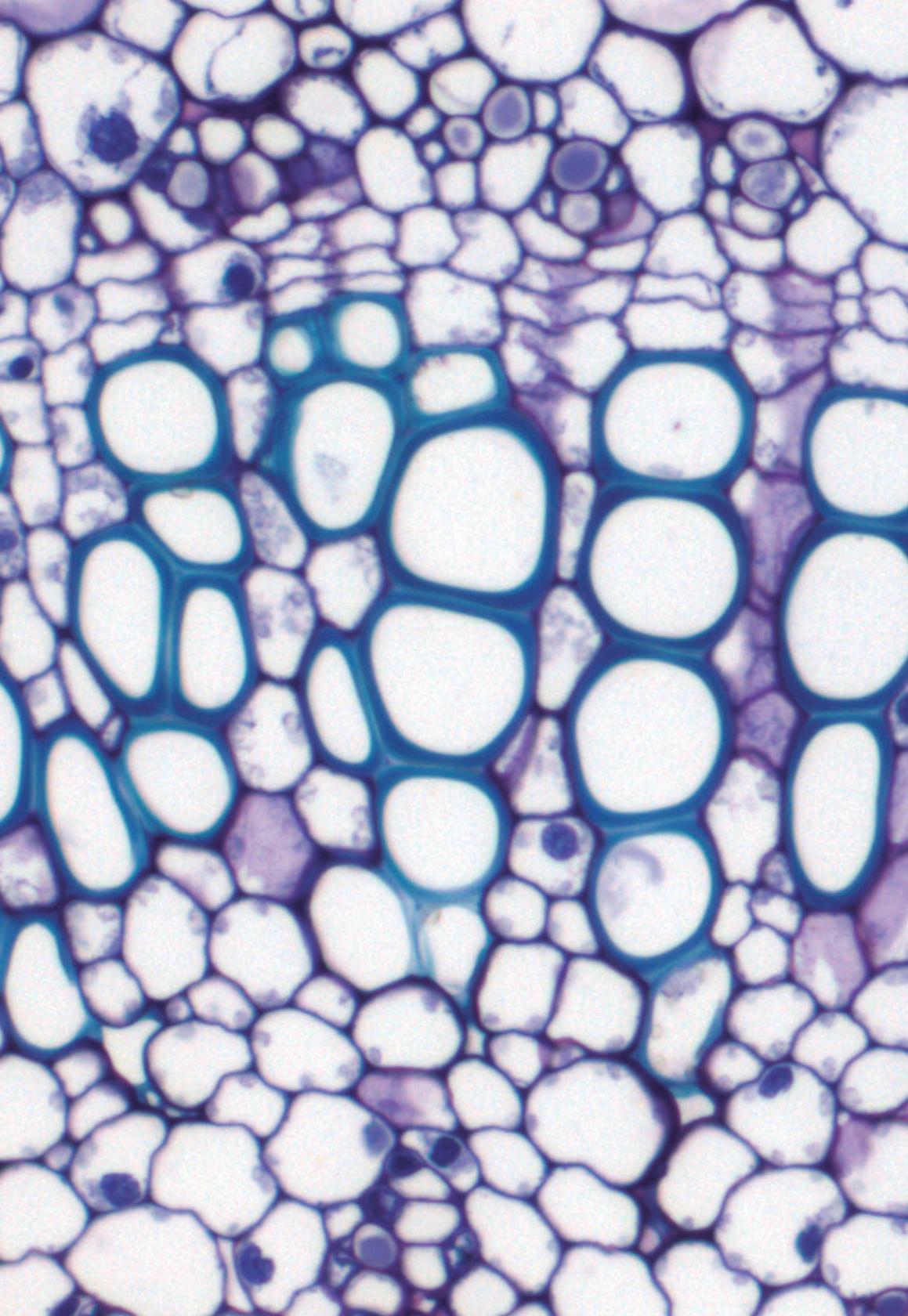


BREVE HISTÓRICO DA MICROSCOPIA DE LUZ

Acredita-se que o termo microscópio tenha sido introduzido em 1590, na época em que Zacharias Jansen produziu o primeiro equipamento constituído por lentes, que permitiu aumentar um objeto em cerca de nove vezes. No entanto, foi a partir de 1663, com os trabalhos de Descartes, Marcelo Malpighi e Robert Hooke, que a área de microscopia começou a se definir e a despertar efetivo interesse científico.

Em 1665, Robert Hooke publicou o livro intitulado "Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon" (disponível no endereço <<http://digital.library.wisc.edu/1711.dl/HistSciTech.HookeMicro>>), no qual documentou as observações detalhadas que fez utilizando o microscópio. Embora não tivesse inventado o equipamento, foi o primeiro a fazer observações descritivas com enfoque científico. Entre suas observações, a que ganhou maior notoriedade foi a descrição de fatias finas de cortiça constituídas por diminutas cavidades que ele chamou de células. Suas observações foram muito importantes e permitiram elaborar o conceito de célula como a unidade básica dos seres vivos, levando ao que hoje conhecemos como a teoria celular.

A teoria celular foi fornecida primeiramente por Schleiden e Schwann em 1839 e se tornou definitiva com Virchow, em 1858. De acordo com ela, todos os organismos são constituídos por células e cada célula corresponde à menor unidade viva, com todos os atributos vitais, sendo formada por outra pré-existente. O aperfeiçoamento dos microscópios de luz e o desenvolvimento de vários métodos de fixação e coloração de tecidos permitiram maior precisão na observação dos detalhes das células. Surgiu, assim, uma nova e promissora ciência, que engloba a histologia ou estudo dos tecidos, e a citologia ou estudo da célula.



NOÇÕES BÁSICAS DE MICROSCOPIA DE LUZ

A visão humana não é capaz de perceber objetos com dimensões inferiores a 0,1 mm, os quais precisam ser aumentados para que possam ser visualizados. Esse aumento pode ser conseguido com o auxílio do microscópio, um equipamento constituído por lentes com arranjo específico que usa a luz transmitida para revelar detalhes de um objeto. Os microscópios são denominados simples quando equivalem a uma lupa potente ou a um estereoscópio. Já os microscópios compostos, também chamados microscópios de luz (ou fotônico), são constituídos por dois sistemas de lentes que são chamados lente ocular e lente objetiva (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Microscópio de luz composto (A) Lentes oculares e (B) Lentes objetivas

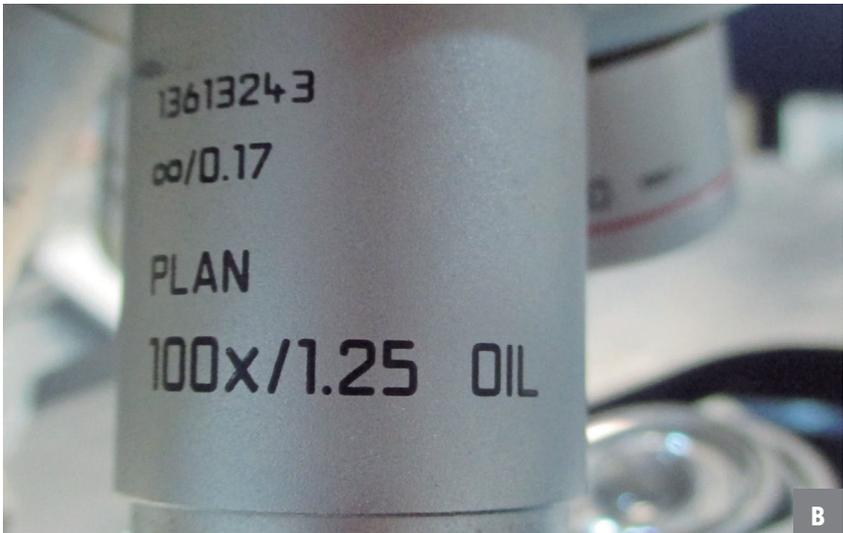
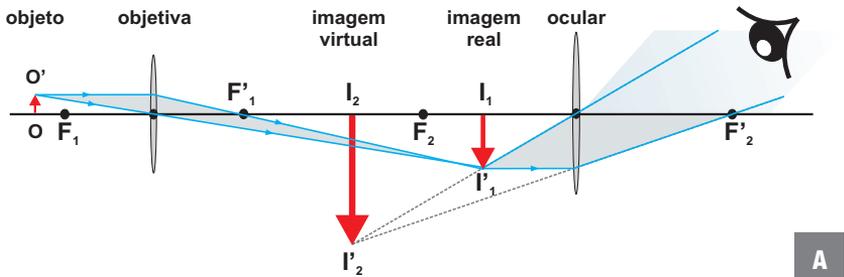




Fonte: Fotografias Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

No microscópio composto, a lente objetiva está localizada mais próxima do material observado e fornece uma imagem real, invertida e aumentada do material; já a lente ocular está mais próxima do observador e é responsável por ampliar a imagem que é fornecida pela lente objetiva, resultando numa imagem virtual e invertida ou direita (FIGURA 2A). Assim, a ampliação total obtida com o uso do microscópio composto é resultante do aumento dado pela lente objetiva, multiplicado pelo aumento dado pela lente ocular. Existem vários aumentos tanto para as lentes objetivas quanto para as lentes oculares e esses aumentos estão, geralmente, gravados nas próprias peças (FIGURA 2A e B).

FIGURA 1 - (A) Esquema simplificado do aumento fornecido pelo microscópio composto. (B) Informações gravadas na objetiva

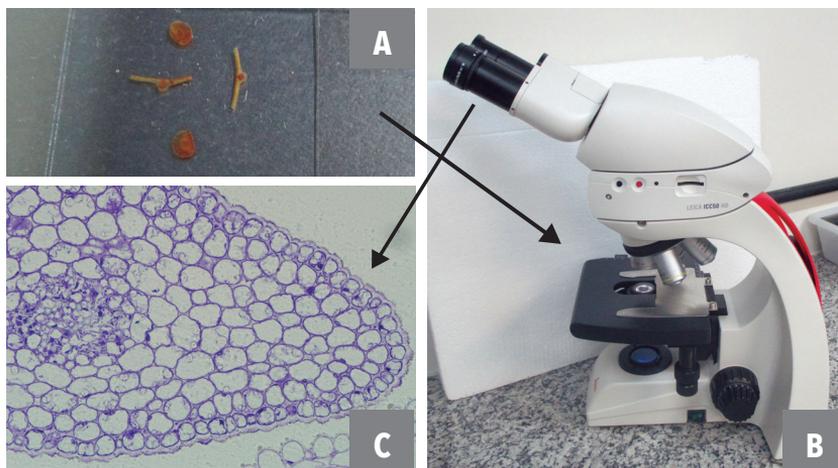


Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

A qualidade final da imagem ampliada que é fornecida pelo microscópio de luz depende do poder de resolução do equipamento. O poder de resolução é a capacidade que o microscópio tem de discriminar pontos muito próximos do preparado histológico, gerando uma imagem que é nítida e rica em detalhes. O microscópio de luz comum possui um limite de resolução próximo de $0,2 \mu\text{m}$; ou seja, dois pontos devem estar a uma distância mínima de $0,2 \mu\text{m}$ para que sejam observados de maneira individualizada. O limite de resolução depende essencialmente da lente objetiva, já que a lente ocular apenas aumenta de tamanho a imagem que foi fornecida pela lente objetiva.

A qualidade da imagem também depende da quantidade de luz que atravessa o material que está sendo observado. Como a profundidade de campo do microscópio de luz é muito pequena, o material que será observado deve ser pouco espesso. Assim, todo material de interesse deve passar por um processamento básico antes de poder ser visualizado, que inclui sua fragmentação em seções muito finas. As seções finas devem ser depositadas sobre lâminas de vidro juntamente com um meio de montagem específico para cada tipo de estudo, cobertas com uma lâmina de vidro fina, denominada lamínula, resultando no que costuma ser chamado de preparado histológico. O preparado histológico é então posicionado sobre a platina do microscópio, possibilitando ao observador analisar os detalhes dos tecidos e das células (FIGURAS 3A, B e C).

FIGURAS 3 - (A) Lâmina histológica preparada com material botânico. (B) Microscópio de luz. (C) Fotomicrografia com detalhes celulares possíveis de serem observados com o uso desta técnica

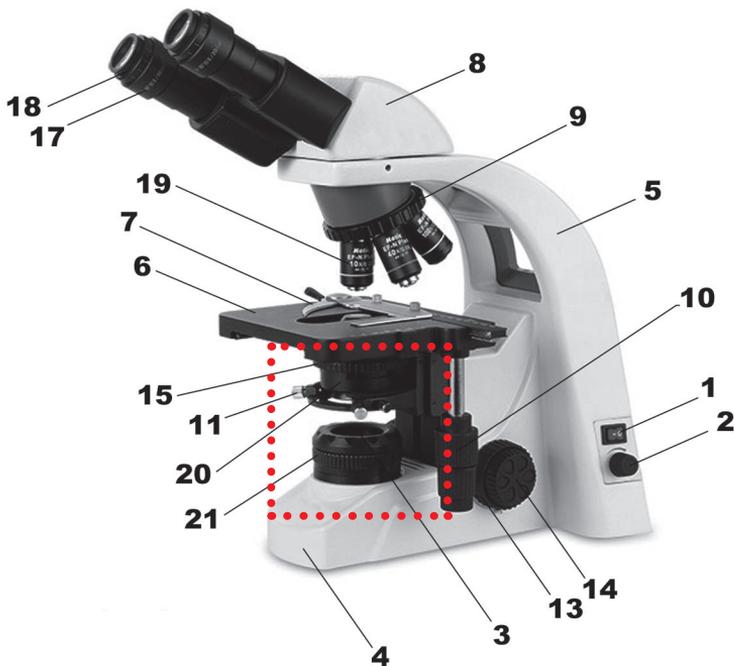


Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

PRINCIPAIS PARTES DO MICROSCÓPIO DE LUZ

O microscópio de luz é constituído por partes elétricas, mecânicas e óticas conforme a FIGURAS 4A e B.

FIGURAS 4A e B – Principais componentes do microscópio de luz



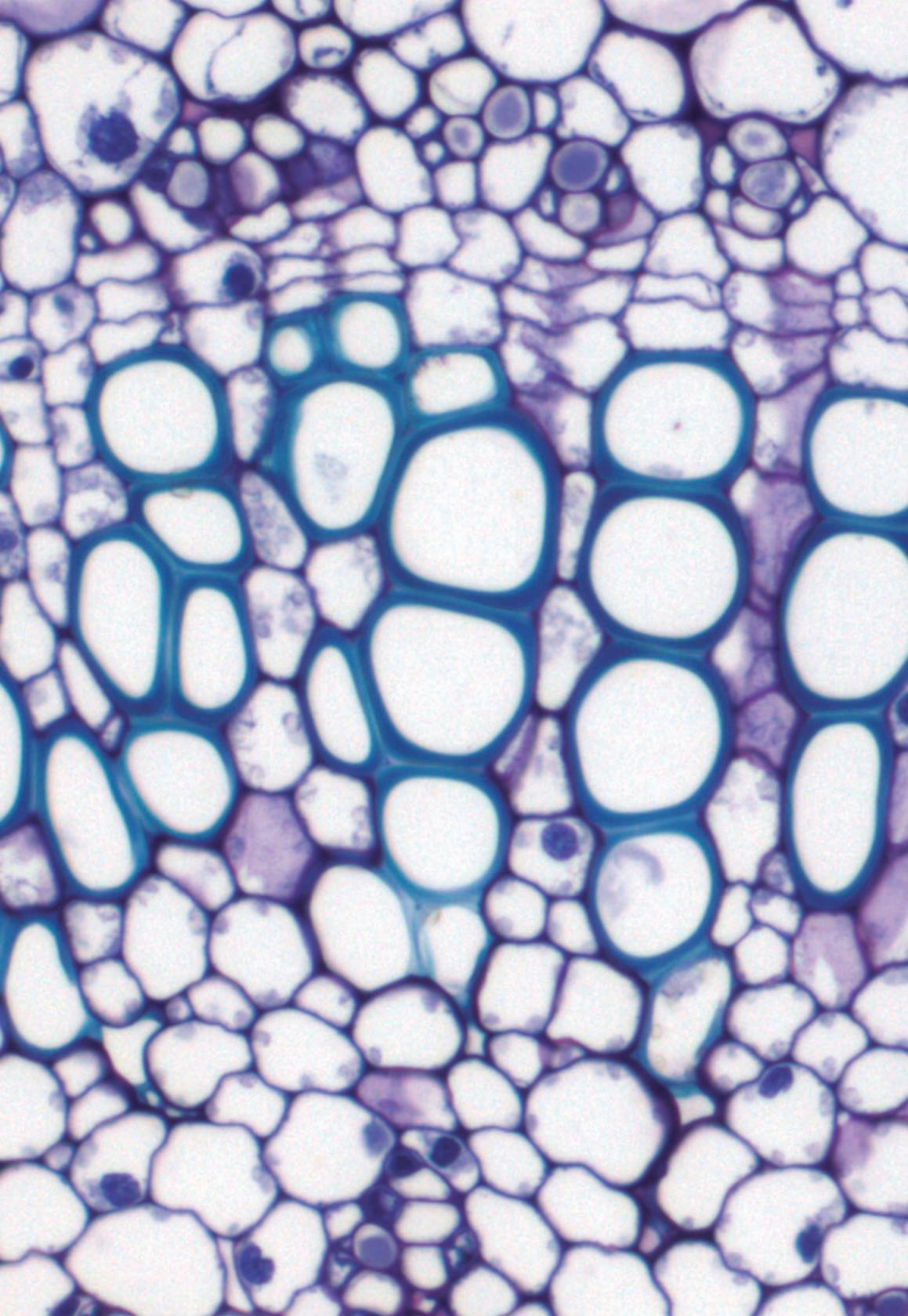
A



Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.
Legendas A e B:

- (1) interruptor: permite ligar o equipamento;
- (2) botão de ajuste da luz: controla a intensidade da luz que ilumina o preparado histológico;
- (3) fonte de luz: constituída por uma lâmpada que é responsável pela iluminação do preparado histológico;
- (4) base ou pé: permite apoiar o equipamento na superfície de trabalho;
- (5) coluna ou braço: sustenta o tubo, a mesa e os botões macrométrico e micrométrico;
- (6) platina ou mesa: permite apoiar o preparado histológico e possui uma abertura central para a passagem dos raios de luz;
- (7) presilha ou pinça: permite prender o preparado histológico na platina ou mesa;
- (8) tubo ou canhão: sustenta a lente ocular, a mantém a uma distância adequada da lente objetiva e bloqueia a luz dispersa;
- (9) revólver ou tambor: sustenta as lentes objetivas e permite que elas sejam trocadas durante a observação da amostra;
- (10) 'charriot': permite movimentar lateralmente o preparado histológico;
- (11) parafuso centralizador do condensador: permite centralizar o feixe dos raios de luz que iluminam o preparado histológico;
- (12) botão de ajuste de altura do condensador: permite ajustar a altura do condensador;
- (13) parafuso macrométrico: permite localizar a região de interesse e ajustar o foco da imagem;

- (14) parafuso micrométrico: permite ajustar com maior precisão o foco da imagem;
- (15) diafragma do condensador: permite regular o ângulo dos raios de luz que incidem no preparado histológico e atingem a lente objetiva, interferindo no contraste, na resolução e na definição da imagem;
- (16) diafragma de campo: permite regular o tamanho do campo de visão para cada objetiva;
- (17) anel de dioptria: permite ajustar a desigualdade de visão e obter a imagem em foco para os dois olhos;
- (18) ocular: sistema de lentes que amplia a imagem que é fornecida pela objetiva, formando uma imagem virtual que se situa a aproximadamente 25 cm dos olhos do observador (geralmente de 4x, 8x e 10x);
- (19) objetiva: sistema de lentes que permite obter uma imagem ampliada do preparado histológico e corrigir os defeitos das cores dos raios de luz (geralmente de 4x, 10x, 40x e 100x);
- (20) condensador: sistema de lentes que concentra e converge a luz emitida pela fonte de luz, permitindo que o preparado histológico receba iluminação uniforme e com melhor resolução;
- (21) diafragma da fonte de luz: permite regular a quantidade de luz que chega até o preparado histológico.

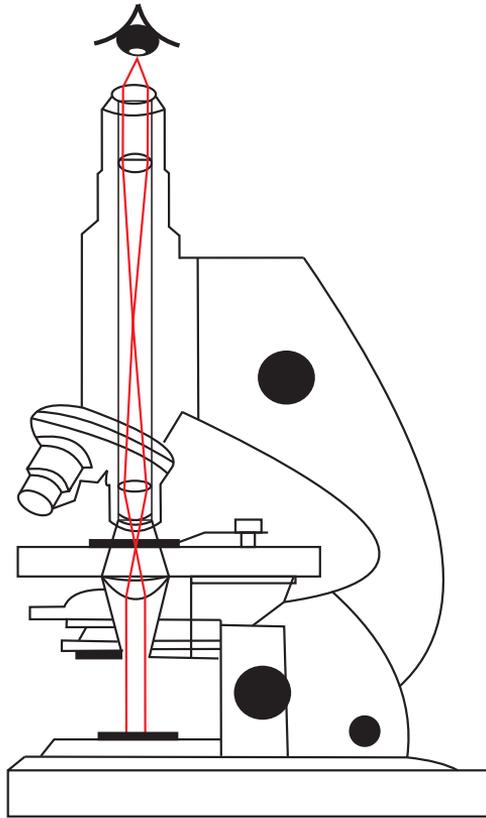


NOÇÕES BÁSICAS SOBRE O MECANISMO DE FORMAÇÃO DA IMAGEM

O microscópio de luz utiliza como fonte de iluminação uma lâmpada, que está localizada na base do equipamento conforme a FIGURA 5. A sequência da luz, desde a fonte de luz até o olho do observador, é – de maneira geral – a seguinte:

- A luz é direcionada da fonte de luz em direção ao sistema de lentes do condensador;
- O sistema de lentes do condensador filtra a luz, eliminando os comprimentos de onda longos e permitindo que apenas os comprimentos de onda curtos atravessem a lâmina histológica;
- Os comprimentos de onda curtos passam através da lente objetiva, produzindo uma imagem aumentada do objeto, em direção à lente ocular;
- A lente ocular amplia novamente a imagem que recebe e a projeta sobre a retina do olho do observador.

FIGURA 5 – Mecanismo simplificado de formação da imagem em um microscópio de luz



Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

ILUMINAÇÃO DE KÖHLER

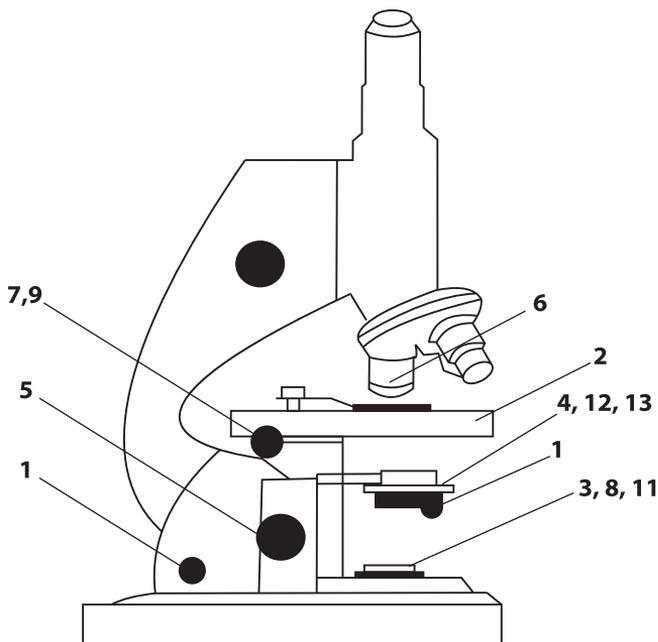
Quanto maior a ampliação, menor é o diâmetro da lente objetiva e menor é a quantidade de luz que a atravessa; como consequência, mais escura é a observação. O método desenvolvido por August Köhler, em 1893, é chamado de iluminação de Köhler e permite que o objeto receba uma iluminação homogênea e com a quantidade de luz ideal para a observação. A iluminação de Köhler elimina a iluminação irregular no campo de visão para que todas as peças da fonte de luz contribuam para a iluminação do objeto. Assim, cada ponto do objeto é iluminado por todos os pontos da fonte de luz, e cada ponto da fonte de luz ilumina todo o objeto.

A Figura 6 apresenta os principais componentes do microscópio de luz utilizados na iluminação de Köhler. Para utilizá-la, siga os seguintes passos:

1. Ligue o microscópio e ajuste a intensidade da iluminação para cerca de 60% do total possível;
2. Posicione a lâmina na platina, prendendo com as pinças;
3. Abra completamente a íris da fonte de luz;
4. Abra completamente o diafragma do condensador;
5. Abaixar completamente a platina utilizando os parafusos macrométrico e micrométrico;
6. Posicione a objetiva de 4x;
7. Ajuste o foco para a margem da lamínula e abaixe completamente o condensador utilizando o parafuso regulador de altura do condensador;
8. Feche completamente a íris da fonte de luz;

9. Eleve o condensador lentamente até que a margem da íris esteja completamente resolvida na imagem – você deve conseguir ver toda a luz passando por um pequeno polígono;
10. Centralize o polígono girando simultânea e lentamente os dois parafusos centralizadores do condensador;
11. Abra a íris somente até a margem poligonal sair do campo de visão;
12. Feche o diafragma do condensador para aumentar o contraste na amostra – o exato grau de fechamento do diafragma é alcançado experimentalmente;
13. Ajustes finais na intensidade da luz e abertura do diafragma devem ser feitos visualizando o espécime;
14. Quando trocar para uma objetiva de maior aumento, repita os passos de 6 a 12.

FIGURA 5 – Principais componentes do microscópio de luz usados na iluminação de Köhler. Os números na figura correspondem aos passos relacionados anteriormente



Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA A OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO DE LUZ

1. Ligue o microscópio na tomada;
2. Ligue o interruptor e ajuste a intensidade de luz;
3. Verifique se é a objetiva de menor aumento (geralmente 4x) que está posicionada sobre a platina;
4. Baixe completamente a platina do microscópio utilizando o botão macrométrico;
5. Verifique se a lâmina está limpa e a coloque sobre a platina, com a laminula voltada para cima;
6. Prenda cuidadosamente a lâmina na platina utilizando a presilha, com o cuidado de não tocar as lentes com os dedos e de não bater a lâmina nas lentes;
7. Retire a lente frontal do condensador;
8. No caso de microscópios binoculares, posicione as duas oculares de forma que estejam numa distância confortável aos olhos;
9. Eleve lentamente a platina utilizando o botão macrométrico e olhe pela lente ocular para localizar a região de interesse;
10. Ajuste a desigualdade de visão, para obter uma imagem em foco para os dois olhos: feche o olho direito e ajuste o foco de um ponto de referência próximo do centro do campo de observação, utilizando o botão micrométrico. Em seguida, abra o olho direito e feche o olho esquerdo, ajustando o foco do mesmo ponto com o anel de dioptria;

11. Faça a iluminação de Köhler;
12. Ajuste a abertura numérica do condensador com base na inscrição localizada em cada objetiva, para que seja obtida uma imagem de melhor qualidade;
13. Para fazer observações em maiores aumentos, volte a lente frontal do condensador para a posição de observação e gire o tambor ou revólver para posicionar as objetivas de maiores aumentos, ajustando o foco a cada mudança;
14. Utilize o 'charriot' para observar a lâmina em toda a sua extensão;
15. Use a objetiva de 100x apenas com óleo de imersão: gire o revólver afastando a objetiva de 40x da preparação, coloque uma gota do óleo sobre a lamínula e só então posicione a objetiva de 100x e ajuste o foco, com cuidado para não tocar as demais objetivas no óleo;
16. Gire o revólver para selecionar a lente objetiva de menor aumento e só então retire a lâmina da platina;
17. Proceda a limpeza da objetiva de 100x utilizando solução apropriada (éter a 30% e etanol a 70%, 1:1, v/v) imediatamente após seu uso, para que o óleo não seque e danifique a lente.

CUIDADOS BÁSICOS COM O MICROSCÓPIO DE LUZ

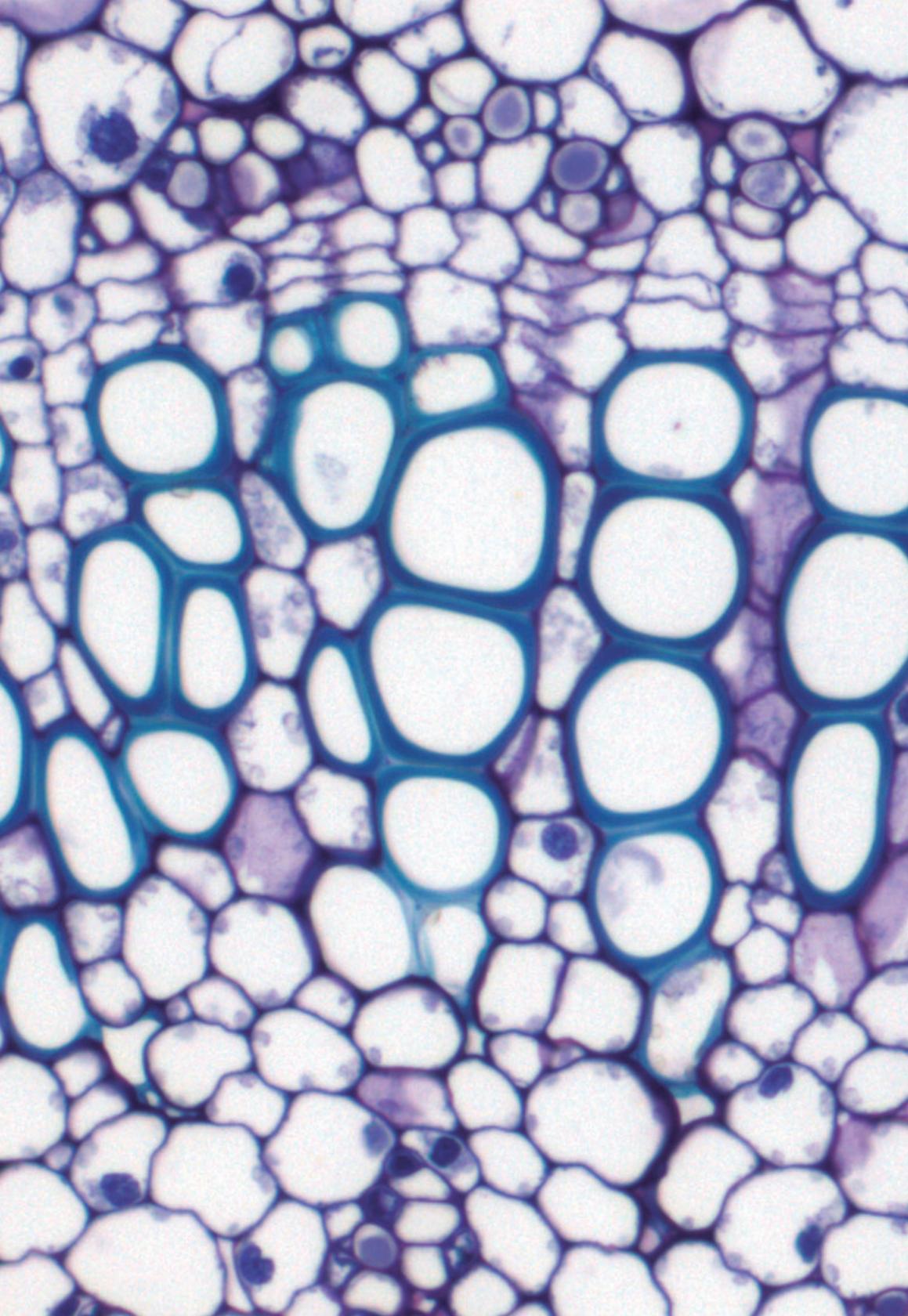
- Para transportar o equipamento, segure-o ao mesmo tempo pelo braço e pela base, usando as duas mãos;
- Coloque cuidadosamente o equipamento sobre uma superfície plana e estável, em altura e posição que sejam cômodas para as observações;
- Verifique a voltagem do equipamento e da tomada antes de ligá-lo;
- Verifique se o interruptor do equipamento está na posição desligada;
- Ligue o equipamento na tomada;
- Coloque o botão de ajuste da intensidade luminosa na posição de menor potência e ligue a lâmpada;
- Verifique se é a objetiva de menor aumento que está posicionada antes de colocar a lâmina na platina;
- Prenda a lâmina na platina movendo cuidadosamente a presilha;
- Posicione a lâmina e ajuste o foco lentamente e com cuidado para não bater a lâmina na lente objetiva;
- Para alterar a lente objetiva, segure o mecanismo pelo revólver e o faça girar, nunca faça o movimento segurando a lente objetiva;
- Para usar a objetiva de 100x, coloque uma pequena gota de óleo de imersão sobre a lamínula e posicione a objetiva – as demais objetivas não devem ser passadas sobre o óleo;
- Para retirar a lâmina, abaixe a platina, posicione o revólver na objetiva de menor aumento, diminua a intensidade da luz e solte a lâmina movendo cuidadosamente a presilha;

- Ao finalizar a observação, diminua a intensidade da luz, desligue a lâmpada, desligue o equipamento e o retire da tomada;
- Se necessário, faça a limpeza do equipamento utilizando um pano macio;
- Se necessário, faça a limpeza das lentes objetivas utilizando papel macio embebido em uma mistura de éter a 30% e etanol a 70% (1:1, v/v);
- Cubra e guarde o microscópio em local limpo e seguro.

NORMAS PARA UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE MORFOLOGIA VEGETAL

O Laboratório de Morfologia Vegetal da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) é um espaço destinado à execução de atividades práticas, estando subordinado à Gerência de Laboratórios (GERLAB). A permanência dos discentes no laboratório somente é autorizada sob a supervisão de um docente e/ou com autorização de um docente. Durante a execução das atividades no laboratório, cada discente, juntamente com o professor, é responsável pela manutenção da organização e pelo correto manuseio dos equipamentos e demais materiais didáticos nele existentes.

O uso do avental (guarda-pó ou jaleco) é obrigatório e é proibido ingerir qualquer tipo de alimento no interior do laboratório.



PROCEDIMENTO BÁSICO PARA OBSERVAR TECIDOS E CÉLULAS VEGETAIS

O estudo dos tecidos (histologia) e das células (citologia) vegetais depende da observação, em microscópio de luz, de cortes que são aderidos a lâminas de vidro. Para que os materiais sejam observados no seu maior detalhamento, alguns procedimentos básicos precisam ser aplicados.

A coleta do material botânico é a etapa inicial e uma das mais importantes para o sucesso do estudo anatômico. As regiões de interesse devem ser coletadas de plantas saudáveis levando-se em conta a espécie, o número de indivíduos e de populações, o órgão a ser estudado e seu estágio de desenvolvimento, e o ambiente de ocorrência. Todos os dados necessários para identificar o material coletado devem ser anotados, como data, coordenadas geográficas, tipo de ambiente, nome da espécie, nome do coletor e parte do vegetal. No caso de material fixado, o tipo de fixador também deve ser anotado.

O material que será estudado pode ser fresco ou fixado. Nos dois casos, os cortes devem ser suficientemente finos e transparentes para que a luz atravesse a amostra, o que pode ser obtido à mão ou em um aparelho chamado micrótomo (FIGURAS 7A e B). Cortes à mão não possuem espessura padronizada nem conhecida e são obtidos utilizando navalha de aço, em geral com auxílio de um suporte, geralmente utiliza-se isopor compacto ou medula de pecíolo de embaúba. Para ser seccionado em micrótomo, o material deve ser fixado, desidratado e incluído em um meio, frequentemente resina plástica ou parafina, que servirá de suporte para o seccionamento.

FIGURAS 7 – Obtenção de cortes (A) à mão com auxílio de suporte de isopor e (B) em micrótomo rotativo



Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

9.1 Fixação, desidratação e armazenamento

Existem vários tipos de soluções fixadoras que são preparadas utilizando diferentes substâncias químicas, e todas elas têm o objetivo de preservar a estrutura celular mantendo-a o mais próximo possível das condições apresentadas pelo material vivo. Todas as soluções fixadoras contêm substâncias tóxicas, algumas delas carcinogênicas, por isso devem ser manuseadas com cuidado, em capela de exaustão, utilizando avental, luva e máscara, evitando contato com a pele, inalação e ingestão.

Os materiais botânicos coletados devem ser fragmentados em porções pequenas para permitir que o fixador atinja todas as suas células. Os fragmentos devem ser colocados imediatamente em frascos contendo a solução fixadora, numa quantidade de cerca de duas vezes o volume do fragmento. Os frascos contendo os fragmentos em solução fixadora devem ser rotulados com informações básicas para que possam ser identificados: nome da espécie e órgão coletado, local e data da coleta, solução fixadora utilizada e nome do coletor são de extrema importância. As inscrições devem ser feitas sempre a lápis grafite.

O tempo de fixação depende da solução fixadora utilizada e do tamanho da amostra. Amostras rígidas ou com grande quantidade de tricomas e cera devem ser submetidas a um ou mais ciclos de vácuo para facilitar o processo de fixação. Após esse período, os materiais devem ser lavados em soluções específicas para cada fixador utilizado, seguindo-se a sua desidratação gradual em séries crescentes do álcool etílico ou etanol.

Os materiais botânicos fixados podem ser estocados por anos desde que armazenados em álcool etílico ou etanol a 70%, em frascos bem fechados e vedados para evitar a evaporação do álcool, e mantidos em ambiente com temperatura amena e sem a incidência direta de luz. Entre as soluções fixadoras mais utilizadas nos estudos botânicos, destacamos:

- FAA: formalina, ácido acético e etanol (Johansen 1940). É indicado para preservar a maioria das estruturas vegetais, por ser de fácil preparo e rápida penetração.

FORMALINA (FORMOL OU FORMALDEÍDO A 37%)	50 ML
ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	50 ML
ETANOL A 50% (OU A 70%)	900 ML

O material deve permanecer no fixador por, no mínimo, 24 h. Após esse período, lavar o material em etanol a 50% (ou a 70%) por 12 h e armazenar em etanol a 70%.

- FNT: formalina neutra tamponada (Clark 1973). É indicado para preservar estruturas que serão submetidas a testes histoquímicos, por preservar melhor as substâncias lipofílicas.

FORMALINA (FORMOL OU FORMALDEÍDO A 37%)	100 ML
FOSFATO DE SÓDIO MONOBÁSICO MONOIDRATADO ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	4 G
FOSFATO DE SÓDIO DIBÁSICO ANIDRO (Na_2HPO_4).....	6,5 G
ÁGUA DESTILADA.....	900 ML

A solução de FNT deve ter pH final 6,8. O material botânico deve permanecer no fixador por 12 a 48 h. Após esse período, lavar o material em água destilada, com quatro trocas de 2 h cada. Desidratar o material em série etanólica crescente e armazenar em etanol a 70%.

- SFF: sulfato ferroso em formalina (Johansen 1940). É indicado para preservar e detectar a presença de compostos fenólicos.

FORMALINA (FORMOL OU FORMALDEÍDO 40%)	10 ML
SULFATO FERROSO HEPTAIDRATADO ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).....	2 G
ÁGUA DESTILADA	90 ML

O material botânico deve permanecer imerso no fixador por 48 h. Após esse período, lavar o material em água destilada, fazendo seis trocas de 15 min cada. Desidratar o material em série etanólica crescente e armazenar em etanol a 70%.

- Solução de Karnovsky: glutaraldeído, tampão cacodilato de sódio e formaldeído (modificado de Karnovsky 1965). É indicado para estudar tecidos meristemáticos por preservar eficientemente as membranas e o núcleo. É altamente tóxico e tem penetração lenta.

PARAFORMALDEÍDO A 12%	8,5 ML
GLUTARALDEÍDO A 8%	15,6 ML
CACODILATO DE SÓDIO 0,2 M	25 ML
ÁGUA DESTILADA	0,9 ML

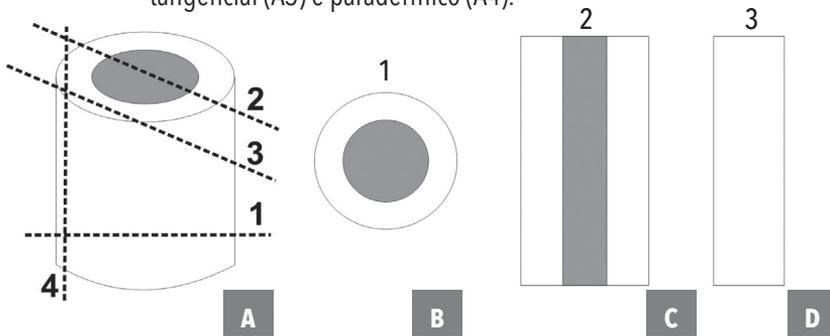
O material botânico deve permanecer imerso no fixador por 24 h. Após esse período, lavar o material em água destilada, fazendo quatro trocas de 30 min cada. Desidratar o material em série etanólica crescente e armazenar em etanol a 70% por tempo indeterminado. O tampão cacodilato pode ser substituído pelo tampão fosfato de sódio.

9.2 Inclusão e seccionamento

Os materiais coletados, fixados e armazenados podem ser incluídos em parafina ou resina plástica. Essas substâncias penetram em cada célula do fragmento e permitem que haja um suporte para facilitar o seccionamento em micrótomo. Os cortes obtidos em micrótomo são finos e possuem espessura padronizada e conhecida, sendo que a espessura depende do material e do tipo de estudo pretendido; as mais comuns estão entre 2 μm e 10 μm .

Os cortes obtidos à mão ou em micrótomo permitem observar os tecidos e as células em planos bidimensionais. Assim, é necessário analisar os vários planos de corte possíveis em conjunto, para que seja possível uma visão geral da estrutura que está sendo estudada. Os planos de corte básicos são o transversal, o longitudinal radial, o longitudinal tangencial e o paradérmico (FIGURAS 8A,B,C e D). Por isso, é necessário fazer um planejamento prévio do trabalho para que se defina previamente o(s) plano(s) de corte(s) necessário(s) ao estudo pretendido.

FIGURAS 8 – Principais planos de corte utilizados nos estudos anatômicos. (A e B) Transversal. (A e C) Longitudinal radial. (A e D) Longitudinais tangencial (A3) e paradérmico (A4).



Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

9.3 Afiação dos cortes nas lâminas de vidro e coloração

Um bom preparado histológico depende da correta fixação do corte na lâmina. No caso dos cortes obtidos de materiais incluídos em resina, não há retirada da resina, que também fará parte do preparado histológico. Já os cortes obtidos dos materiais que foram incluídos em parafina passarão por um processo de retirada da parafina após estarem aderidos às lâminas, nesse caso apenas o tecido botânico fará parte da lâmina.

Algumas células vegetais possuem pigmentos naturais que conferem cor às estruturas e que são preservados nos processos de fixação, desidratação e inclusão. Entretanto, para que a observação e o registro dos materiais tenham um bom contraste, é necessário adicionar coloração artificial. Existem vários tipos de corantes que podem ser usados, alguns com capacidade de evidenciar diferentes classes de compostos químicos. Alguns corantes podem ser utilizados em conjunto, permitindo a observação de várias classes de compostos químicos ao mesmo tempo - são as chamadas duplas e triplas colorações. Materiais botânicos incluídos em resina e parafina e seccionados em micrótomo são corados após terem sido aderidos à lâmina, enquanto os materiais seccionados à mão podem ser corados antes de serem aderidos à lâmina.

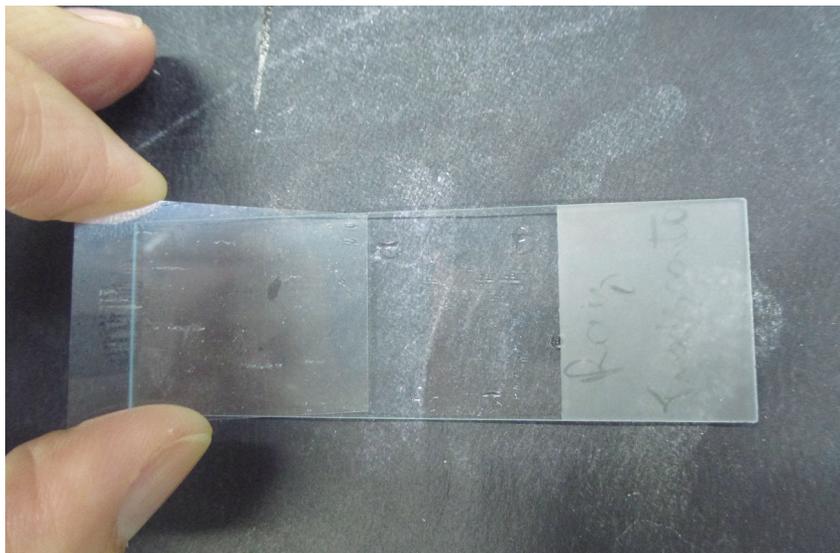
Entre os corantes e reagentes mais utilizados nos estudos botânicos, destacamos:

- azul de alcian (C.I. 74240): indica a presença de celulose na parede celular, substância que cora de azul;
- azul de metileno (C.I. 52015): indica a presença de mucilagem, substância que cora de azul;
- azul de toluidina (C.I. 52040): indica a presença de várias substâncias, por ser um corante metacromático: parede lignificada cora de azul esverdeado, parede celulósica cora de roxo, pectina cora de rosa ou vermelho, compostos fenólicos cora de azul esverdeado, mucilagem cora de azul escuro ou roxo;
- safranina (C.I. 50240) ou fucsina básica (C.I. 42510): indicam a presença de parede celular lignificada, cutinizada e suberizada, substâncias que coram de vermelho;
- vermelho de rutênio (C.I. 77800): indica a presença de pectina, substância que cora de vermelho;
- azul de alcian (C.I. 74240) e safranina (C.I. 50240): coloração dupla que indica a presença de parede celular celulósica, que cora de azul, e a presença de parede celular lignificada, que cora de vermelho.

9.4 Montagem das lâminas

Após a coloração do corte aderido às lâminas, é necessário que cada lâmina seja montada para ser observada em microscópio de luz. Para isso, são utilizados meios de montagem, que são substâncias colocadas entre a lâmina e a lamínula. Dependendo do meio escolhido, as lâminas são consideradas temporárias (glicerina a 50%), semipermanentes (gelatina glicerinada) ou permanentes (bálsamo do Canadá ou resinas sintéticas). Sobre cada lâmina é colocado o meio de montagem e os cortes; sobre eles, é colocada uma lâmina extremamente fina de vidro chamada lamínula (FIGURA 9). Esse procedimento deve ser feito com cuidado para evitar a formação de bolhas de ar que atrapalham a observação. Nos casos das lâminas temporárias e semipermanentes, a região de contato entre a lâmina e a lamínula pode ser vedada utilizando esmalte de unha incolor, para impedir a desidratação e a contaminação do meio de montagem.

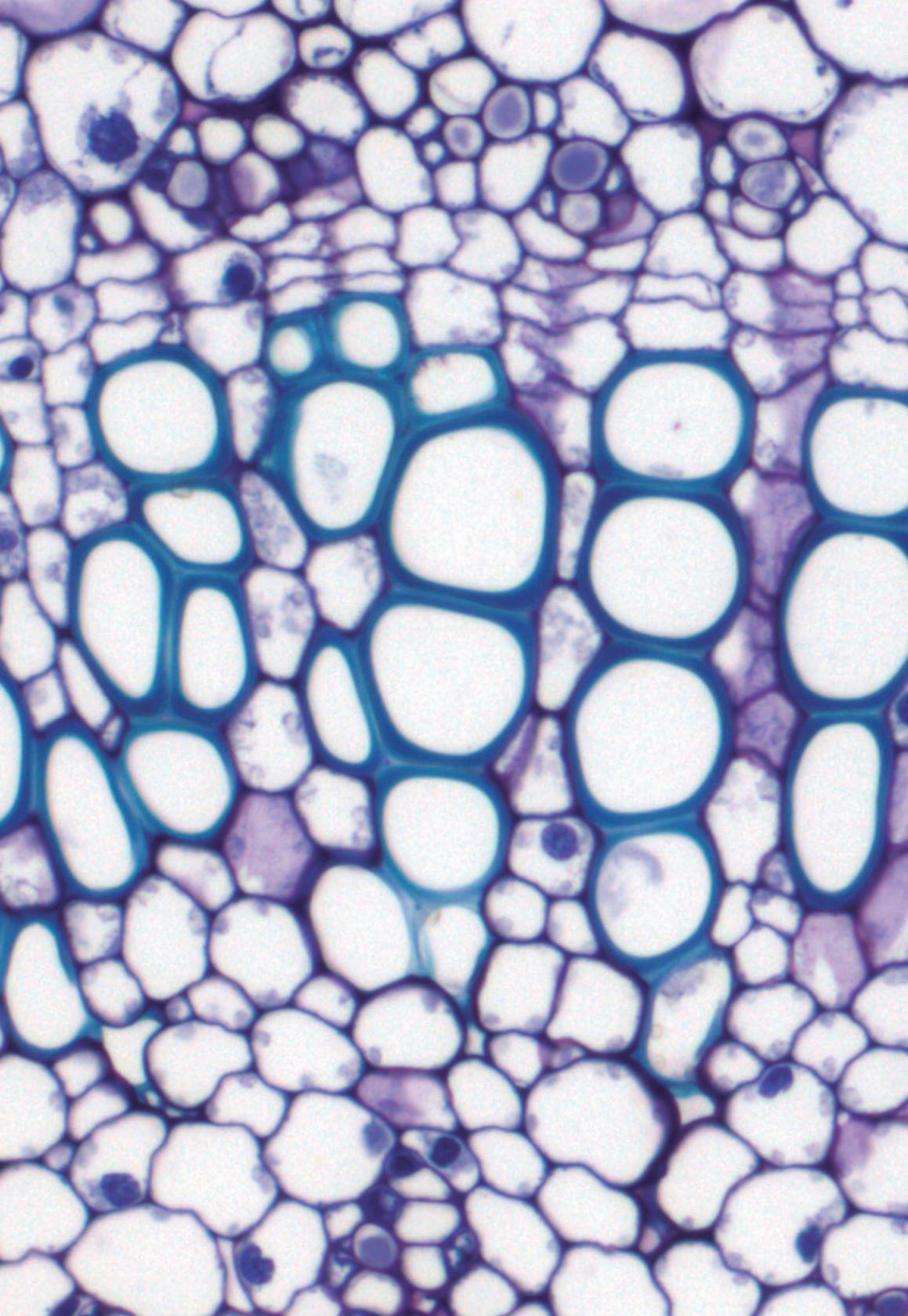
FIGURA 9 – Montagem da lâmina histológica



Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.

PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA AS ATIVIDADES PRÁTICAS

- Leia com atenção os procedimentos constantes do roteiro de aula prática antes de iniciar as atividades;
- Estude a teoria e faça observações detalhadas das figuras apresentadas nas aulas teóricas;
- Sempre que possível, consulte imagens de livros enquanto analisa os materiais das aulas práticas;
- Anote todos os detalhes pertinentes à atividade prática, esquematizando com desenhos claros e objetivos cada região, célula e tecido;
- Trabalhe com cuidado para evitar acidentes, desperdício de material e dano aos equipamentos;
- Ao terminar seu trabalho, desligue os equipamentos e limpe a bancada;
- Descarte lâminas, lamínulas e reagentes em local apropriado;
- Deixe todos os vidros contendo reagentes devidamente tampados;
- Em caso de qualquer dúvida ou acidente, procure imediatamente o professor responsável.



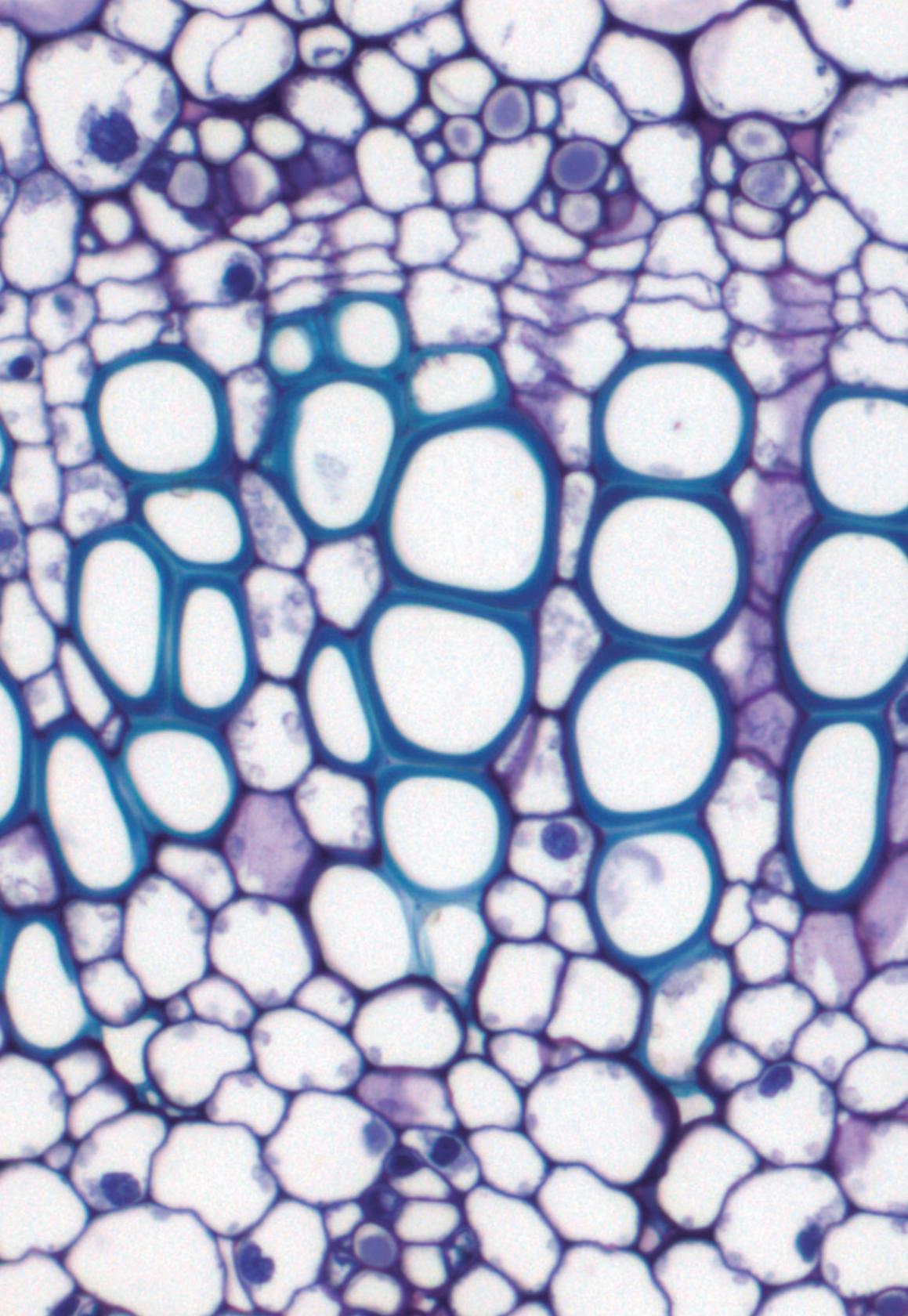
MATERIAIS NECESSÁRIOS À REALIZAÇÃO DAS AULAS PRÁTICAS

- Água destilada;
- Álcool etílico ou etanol a 50%;
- Bandejas de isopor;
- Esmalte de unha incolor;
- Etiqueta adesiva;
- Frascos de vidro com tampa;
- Isopor para suporte;
- Lâminas de aço novas;
- Lâminas histológicas de vidro;
- Lamínulas de vidro;
- Papel de filtro cortado em tiras;
- Papel toalha;
- Pincel de cerdas finas n° zero;
- Pipeta de vidro Pasteur com pera;
- Placa de Petri pequena;
- Reagente de Lugol;
- Recipientes para descarte de soluções;
- Solução aquosa de ácido acético a 1%;
- Solução aquosa de azul de alcian a 1%;

- Solução aquosa de hipoclorito de sódio a 50%;
- Solução de cloreto férrico;
- Solução de Sudan III ou IV;
- Solução aquosa de safranina a 1%;
- Solução de floroglucina acidificada;
- Vidro de relógio pequeno;
- Vasilhame para descarte.



Aulas Práticas





AULA PRÁTICA

Técnica de corte à mão para a confecção de lâmina histológica semipermanente

O objetivo desta aula é familiarizar o aluno com algumas técnicas básicas, e relativamente simples, empregadas no estudo da anatomia vegetal.

Procedimento

O aluno deverá selecionar um material de interesse e proceder ao seu processamento, desde a coleta até a obtenção do preparado histológico para observação em microscópio de luz.

1. Coletar o material, separar o órgão de interesse com auxílio de uma lâmina de barbear de aço e lavar o material com água corrente;
2. Fazer cortes finos e uniformes no material utilizando uma lâmina de aço nova e o auxílio de um suporte (isopor ou pecíolo de embaúba);
3. Depositar os cortes sobre um vidro de relógio contendo água destilada, com o auxílio de um pincel de cerdas finas;
4. Transferir os cortes para um vidro de relógio contendo hipoclorito de sódio a 50%, com o auxílio de um pincel, para fazer o clareamento do tecido vegetal. O tempo de permanência dos cortes nessa solução é de cerca de 30 minutos, mas pode variar de acordo com a espessura do corte e o tipo de material. Assim, essa etapa deve ser acompanhada com cuidado até que seja atingida a total transparência dos cortes;
5. Lavar os cortes rapidamente em água destilada por três vezes ou mais, até não haver mais cheiro de hipoclorito de sódio. Essa etapa é importante para que a substância clareadora não interfira nas reações químicas posteriores;
6. Colocar os cortes em um vidro de relógio contendo solução aquosa de ácido acético a 1% e pingar algumas gotas de solução aquosa

ou alcoólica do corante azul de alcian a 1%. O tempo de coloração é de cerca de cinco minutos, mas varia de acordo com a espessura do corte e o tipo de material;

7. Lavar os cortes com água destilada por três vezes;
8. Colocar os cortes na solução aquosa do corante safranina a 1%. O tempo de coloração é de cerca de três minutos, mas varia de acordo com a espessura do corte e o tipo de material;
9. Lavar os cortes com água destilada por três vezes;
10. Pingar uma gota da solução aquosa de glicerina a 50% sobre uma lâmina de vidro limpa e colocar os cortes já corados e sobre esta;
11. Cobrir a lâmina com uma lamínula limpa e vedar o conjunto com esmalte de unha incolor;
12. Anotar em uma etiqueta presa ou na própria lâmina as informações básicas para identificação do preparado histológico: espécie, plano do corte, tipo de coloração e o nome do pesquisador responsável;
13. Observar o preparado histológico em microscópio de luz, fazendo o registro das informações necessárias ao estudo.

Sugestão de materiais para serem observados nesta aula

- Raiz de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B. L. Burtt. & R. M. Sm. (Zingiberaceae, monocotiledônea);
- Caule de *Cucurbita pepo* L. (Cucurbitaceae, eudicotiledônea);
- Pecíolo de *Passiflora edulis* Sims (Passifloraceae, eudicotiledônea);
- Limbo foliar de *Commelina* sp. (Commelinaceae, monocotiledônea);
- Semente de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae, eudicotiledônea);
- Tubérculo de *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae, eudicotiledônea);
- Caule de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Parede celular e identificação de classes de compostos químicos

A parede celular é uma estrutura característica das células vegetais e está localizada externamente à membrana plasmática. Ela é formada principalmente por microfibrilas de celulose, um tipo de polissacarídeo, imersas em uma matriz de hemicelulose e pectina, que são polissacarídeos não celulósicos. Além dos polissacarídeos, podem estar presentes lignina, proteína, lipídio e sílica.

Muitas células possuem apenas a parede primária, que é constituída por microfibrilas de celulose arranjadas de forma entrelaçada. Entre as paredes primárias de duas células adjacentes observa-se a lamela mediana, uma camada geralmente delgada de substâncias pécticas. Alguns tipos de célula possuem, adicionalmente e internamente à parede primária, uma parede secundária, que é constituída por microfibrilas de celulose com arranjo ordenado. É durante a formação da parede celular secundária que tem início a deposição de lignina (lignificação). Sobre a parede das células epidérmicas pode ser observada a deposição de lipídio do tipo cutina, constituindo a cutícula.

Internamente à membrana celular está localizado o citoplasma da célula, uma matriz constituída principalmente por água, além de substâncias como proteína, carboidrato, lipídio e íons. No citoplasma também estão localizados as organelas, o núcleo, os ribossomos e o citoesqueleto. O citoplasma não é uma estrutura estática, sendo denominado ciclose o movimento citoplasmático que ocorre com gasto de energia e tem envolvimento dos microfilamentos.

Dentre as funções atribuídas ao citoplasma destacam-se as reações químicas necessárias à vida do organismo, a troca de substâncias dentro da célula e entre células adjacentes e o acúmulo de substâncias. Essas funções dependem, sobretudo, das organelas, cada qual com sua função específica dentro da célula. O vacúolo é a organela característica da célula vegetal, sua presença e maior tamanho permitem reconhecer que uma célula está em estágio diferenciado. O vacúolo contém água e substâncias inorgânicas e orgânicas, necessárias às funções vitais das células. Além disso, são responsáveis

pelo armazenamento de substâncias denominadas ergásticas, que incluem compostos fenólicos, alcaloides, grãos de amido e cristais de vários tipos (prismáticos, drusas, estiloides e ráfides).

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes citológicos da parede celular e das substâncias ergásticas localizadas no vacúolo.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas temporárias e permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a posição relativa entre as paredes celulares primária e secundária, e a localização do vacúolo.

1. Coletar caule de mamona (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae, eudicotiledônea), separar fragmentos com auxílio de uma lâmina de aço nova e lavar o material com água corrente;
2. Com o auxílio de um suporte, que pode ser isopor ou pecíolo de embaúba, utilizar uma lâmina de aço nova para fazer cortes finos e uniformes no material;
3. Depositar os cortes sobre um vidro de relógio contendo água destilada, utilizando um pincel de cerdas finas para retirar os cortes que ficaram aderidos à lâmina de aço.
4. Para a identificação de paredes celulares primária e secundária:
 - Selecionar alguns cortes, colocar em um vidro de relógio contendo solução aquosa de hipoclorito de sódio a 50% e aguardar cerca de 15 minutos;
 - Lavar os cortes em água, por três vezes ou mais, até não haver mais cheiro de hipoclorito de sódio;
 - Colocar os cortes em um vidro de relógio contendo gotas de solução aquosa de ácido acético a 1%;
 - Colocar sobre os cortes de uma a duas gotas do corante safrablau (mistura de safranina com azul de alcian), aguardar cerca de um minuto;
 - Lavar os cortes em água destilada por três vezes;

- Colocar uma gota de glicerina a 50% sobre uma lâmina de vidro e, sobre essa gota, colocar cuidadosamente os cortes;
- Cobrir com uma lamínula, vedar com esmalte de unha incolor e observar ao microscópio de luz.

5. Para a identificação da lignina:

- Selecionar alguns cortes, colocar em um vidro de relógio contendo três gotas de floroglucinol acidificado e aguardar cerca de cinco minutos;
- Lavar os cortes com água destilada;
- Colocar uma gota de glicerina a 50% sobre uma lâmina de vidro e, sobre essa gota, colocar cuidadosamente os cortes;
- Cobrir com uma lamínula e observar ao microscópio de luz.

6. Para a identificação de amido:

- Selecionar alguns cortes, colocar em um vidro de relógio contendo três gotas de reagente de Lugol e aguardar cerca de três minutos;
- Lavar os cortes com água destilada; colocar uma gota de glicerina a 50% sobre uma lâmina de vidro e, sobre essa gota, colocar cuidadosamente os cortes;
- Cobrir com uma lamínula e observar ao microscópio de luz.

7. Para a identificação de cutícula:

- Selecionar alguns cortes, colocar em um vidro de relógio contendo duas gotas do reagente Sudan III, Sudan IV ou Sudan Black B, cobrir com vidro de relógio (a solução evapora rápido podendo precipitar o reagente) e aguardar cerca de 30 minutos;
- Lavar os cortes com etanol a 70% e em seguida com água destilada; colocar uma gota de glicerina a 50% sobre uma lâmina de vidro e, sobre essa gota, colocar cuidadosamente os cortes;
- Cobrir com uma lamínula e observar ao microscópio de luz.

8. Para a observação de compostos fenólicos:
- Selecionar alguns cortes, colocar em um vidro de relógio contendo três gotas de reagente cloreto férrico, cobrir com vidro de relógio e aguardar cerca de três minutos;
 - Lavar os cortes com água destilada; colocar uma gota de glicerina a 50% sobre uma lâmina de vidro e, sobre essa gota, colocar cuidadosamente os cortes;
 - Cobrir com uma lamínula e observar ao microscópio de luz.
9. Para a observação de compostos fenólicos e de vários tipos de cristais, analisar as lâminas permanentes:
- Raiz de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burtt. & R.M.Sm. (Zingiberaceae, monocotiledônea);
 - Caule de *Tradescantia* sp. (Commelinaceae, monocotiledônea);
 - Caule de *Caesalpinia echinata* Lam. (Fabaceae, eudicotiledônea).

QUADRO – Resultados dos testes

substância detectada	reagente	coloração positiva
lignina	floroglucinol acidificado	vermelha
amido	reagente de Lugol	preta ou azul escura
lipídios	Sudan III e IV	vermelha alaranjada
lipídios	Sudan Black B	preta
compostos fenólicos	cloreto férrico	preta ou marrom escura
cristais dos tipos drusa, prismático, ráfide e estilóide	-	aparecem refringentes com o diafragma do condensador fechado

Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.



AULA PRÁTICA

Tecidos meristemáticos

Os tecidos meristemáticos (do grego *merismos*, ou divisão) são encontrados tanto no embrião quanto na planta adulta e são constituídos por células precursoras de todos os tipos de tecidos adultos (maduros ou diferenciados).

Os meristemas têm como característica principal a alta e constante capacidade de produzir novas células. Os meristemas são constituídos geralmente por dois conjuntos de células: as células iniciais meristemáticas, que se mantêm como iniciais ao longo de toda a vida do vegetal, e as células derivadas das iniciais, que se diferenciam em tipos celulares especializados após um determinado número de divisões mitóticas. O conjunto formado pelas células iniciais e pelas células imediatamente derivadas é geralmente denominado promeristema, enquanto as células parcialmente diferenciadas são denominadas de acordo com o sistema de tecido diferenciado que originam, em protoderme (origina o sistema dérmico), meristema fundamental (origina o sistema fundamental) e o procâmbio (origina o sistema vascular primário).

Os meristemas também são classificados de acordo com a posição que ocupam no corpo da planta. Na planta adulta em crescimento primário, os tecidos meristemáticos que estão localizados nos ápices do caule e da raiz são denominados meristemas primários (apicais). Plantas que apresentam crescimento secundário além do crescimento primário possuem adicionalmente tecidos meristemáticos secundários (laterais), localizados nas porções periféricas principalmente de caules e raízes; os meristemas secundários são denominados câmbio e felogênio e originam, respectivamente, os tecidos vasculares secundários e o sistema de revestimento secundário (a periderme). Quando regiões de tecido meristemático são observadas entre os tecidos diferenciados, o meristema é denominado intercalar, sendo comumente encontrado em entrenós de caules e bainhas de folhas; esse tipo de meristema difere dos anteriores por não possuir um conjunto característico de células iniciais.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes estruturais dos tecidos meristemáticos primários e secundários.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a posição e o nome de cada meristema:

1. Seção longitudinal do ápice radicular de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burt & R.M. Sm. (Zingiberaceae, monocotiledônea);
2. Seção longitudinal do ápice caulinar de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burt & R.M. Sm. (Zingiberaceae, monocotiledônea);
3. Seção transversal do caule em crescimento secundário de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Sistema de revestimento: epiderme e periderme

O tecido de revestimento primário das plantas é a epiderme, camada mais externa de células originadas da diferenciação das células da proto-derme e que reveste o corpo primário da planta. As células epidérmicas são vivas, vacuoladas, com forma e tamanho variados. Nas partes aéreas da planta, a epiderme é revestida pela cutícula que possui espessura variável geralmente relacionada às condições do ambiente. Na epiderme, são encontrados vários tipos celulares como células epidérmicas propriamente ditas ou comuns e células especializadas como tricomas, idioblastos, células estomáticas, buliformes, suberificadas e silicificadas.

As células estomáticas constituem o estômato, ou aparelho estomático. O estômato é formado por duas células-guardas que delimitam um poro, denominado ostíolo, por onde ocorrem as trocas gasosas e a transpiração. As células-guardas possuem cloroplastos e apresentam espessamento de parede pronunciado na região do ostíolo. Abaixo do poro, nos tecidos internos da planta, pode ser observado um espaço intercelular amplo denominado câmara subestomática. Associadas às células-guardas podem ocorrer células modificadas chamadas células subsidiárias, que possuem arranjo característico. Na folha, os estômatos podem ser encontrados em ambas as faces da epiderme (folha anfiestomática), apenas na face inferior da epiderme (folha hipoestomática) ou apenas na face superior da epiderme (folha epiestomática). Os tricomas são células epidérmicas altamente modificadas, que desempenham a função de proteção contra o ataque de herbívoros ou a transpiração excessiva. Podem ser secretores ou não, e de vários tipos, dependendo da forma e número de células: escamas, peltados, captados, digitados, estrelados, bífidos, entre outros. Tricomas absorventes também são encontrados na epiderme da raiz.

As plantas que apresentam crescimento secundário têm, geralmente, a epiderme substituída pela periderme, que é o tecido de revestimento do corpo secundário da planta. A periderme ou casca é um conjunto de tecidos que inclui o tecido meristemático secundário, chamado felogênio, e os dois tecidos que dele se originam, a feloderme e o súber. Geralmente, o tecido

mais evidente da periderme é o súber, por apresentar várias camadas de células com parede espessa e suberizada, com arranjo compacto. Na periderme, são observadas as lenticelas, que são regiões frouxas do tecido devido à presença de grandes espaços intercelulares.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes citológicos e histológicos da epiderme e da periderme, os vários tipos de tricomas e os componentes do aparelho estomático.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a posição e o nome de cada célula epidérmica comum ou especializada. Também deverá identificar em qual face da epiderme as células especializadas ocorrem e o tipo de estômato, assim como esquematizar e identificar os tecidos que constituem a periderme:

1. Seção transversal do caule de *Tradescantia* sp. (Commelinaceae, monocotiledônea);
2. Seção transversal do caule de *Cucurbita pepo* L. (Cucurbitaceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal do caule de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea).
4. Seção transversal do caule de *Rubus* sp. (Rosaceae, eudicotiledônea);
5. Seção paradérmica da folha de *Araucaria* sp. (Araucariaceae, gimnosperma);
6. seção transversal da folha de *Plectranthus* sp. (Lamiaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Sistema fundamental: parênquima

O parênquima é o tecido formado por células parenquimáticas, sendo um tecido originado principalmente pela diferenciação de células do meristema fundamental. Possui células isodiamétricas vivas, sendo considerado potencialmente meristemático por ser capaz de retomar sua atividade meristemática em resposta a determinados estímulos. As células parenquimáticas possuem parede celular delgada composta de celulose, hemicelulose e substâncias pécticas. Possuem núcleo geralmente pequeno e de posição parietal devido à presença de um grande vacúolo. Adicionalmente, células parenquimáticas podem ser originadas a partir de diferenciação de células do procâmbio e do câmbio.

O parênquima pode assumir várias funções no corpo da planta, dependendo da característica principal das células que o formam:

- parênquima clorofiliano ou clorênquima: é o tipo de tecido característico do mesófilo foliar. Possui células com cloroplastos, tendo por função principal realizar fotossíntese. O parênquima clorofiliano está, geralmente, dividido em paliçádico e esponjoso ou lacunoso;
- parênquima de reserva: tem como função principal armazenar substâncias como carboidratos (principalmente amido), proteína e lipídio. O parênquima pode reservar água, geralmente no interior do vacúolo da célula, sendo então denominado parênquima aquífero. O ar não é armazenado no interior da célula parenquimática, mas nos espaços formados entre células adjacentes, caracterizando o parênquima como aerífero ou aerênquima.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes citológicos e histológicos do parênquima e seus vários tipos celulares.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a localização e o tipo de parênquima:

1. Seção transversal do caule de *Bryophyllum* sp. (Crassulaceae, eudicotiledônea);
2. Seção transversal do caule de *Wedelia paludosa* DC. (Asteraceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal da folha de *Solanum ptychanthum* Dunal (Solanaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Sistema fundamental: colênquima e esclerênquima

O sistema de sustentação é constituído pelos tecidos colênquima e esclerênquima. Esses dois tecidos especializados distinguem-se pelas características da parede e do protoplasto das suas células.

O colênquima possui células com parede primária relativamente flexível, com espessamentos irregulares e protoplasto vivo; dessa forma, mantêm a capacidade de se dividirem e voltarem a ser meristemáticas. Devido ao espessamento irregular da parede de suas células, o colênquima pode ser dividido em:

- angular: quando o espessamento da parede celular atinge maior espessura nos ângulos;
- lamelar ou laminar: quando o espessamento ocorre nas paredes celulares tangenciais;
- anular ou circular, quando o espessamento ocorre em toda a parede;
- lacunar: quando o espessamento maior ocorre junto aos espaços intercelulares.

O esclerênquima possui células com parede secundária rígida e lignificada; o protoplasto geralmente se degenera durante a sua diferenciação, sendo este tecido caracterizado pela presença de células maduras mortas. O esclerênquima é constituído geralmente por dois tipos de células, a fibra e a esclereíde. As fibras são, em geral, longas e afiladas nas extremidades enquanto as esclereídes são curtas e possuem formatos variados. De acordo com sua forma, as esclereídes podem ser tipificadas em:

- braquiesclereídes: células isodiamétricas;
- macroesclereídes: células colunares;
- osteoesclereídes: células colunares com ápices dilatados;
- astroesclereídes: células ramificadas ou estreladas;
- tricoesclereídes: células com aspecto de tricoma ou pelo.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes citológicos e histológicos do colênquima e do esclerênquima e seus vários tipos celulares.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a localização e o tipo de colênquima e/ou esclerênquima:

1. Seção transversal do caule de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae, eudicotiledônea);
2. Seção transversal do pecíolo de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal do caule de *Rubus* sp. (Rosaceae, eudicotiledônea);
4. Dissociado do caule *Caesalpinia echinata* Lam. (Fabaceae, eudicotiledônea);
5. Seção transversal da raiz de *Genipa americana* L. (Rubiaceae, eudicotiledônea);
6. Seção transversal do caule de *Cucurbita pepo* L. (Cucurbitaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Sistema vascular: floema e xilema

O sistema vascular é constituído pelos tecidos condutores floema e xilema. Ambos são originados a partir de diferenciação das células do procâmbio quando o órgão vegetal apresenta crescimento primário, e do câmbio vascular, quando o órgão vegetal encontra-se em crescimento secundário.

O floema é o tecido condutor principalmente de açúcares produzida no processo de fotossíntese. É constituído pelas células crivadas nas pteridófitas e gimnospermas e pelo elemento de tubo crivado nas angiospermas. O xilema é o tecido condutor de água e sais. É constituído por células condutoras relativamente alongadas, de dois tipos: o traqueíde, que possui as extremidades fechadas ou imperfuradas, e o elemento de vaso, que possui as extremidades da célula perfurada.

Além das células condutoras, o floema e o xilema possuem células parenquimáticas e esclerenquimáticas (geralmente fibras). Na raiz em crescimento primário, o floema e o xilema apresentam disposição alternada no cilindro vascular, com o protoxilema voltado para a periferia do órgão (maturação exarca). Nos caule e na folha, esses tecidos apresentam-se organizados na forma de feixes. Dependendo da posição relativa entre o xilema e o floema, os feixes vasculares podem ser tipificados em:

- colaterais: floema com posição oposta ao xilema;
- bicolaterais: floema ocupando os dois opostos do feixe, determinando a posição mediana do xilema;
- concêntrico: floema central e xilema periférico (anfivasal) ou xilema central e floema periférico (anficrival).

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes citológicos e histológicos do floema e do xilema e seus vários tipos celulares.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a localização e o modo de organização do floema e xilema:

1. Dissociado do caule *Caesalpinia echinata* Lam. (Fabaceae, eudicotiledônea);
2. Seção transversal do caule de *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal da raiz de *Tradescantia* sp. (Commelinaceae, monocotiledônea);
4. Seção transversal da folha de *Solanum ptychanthum* L. (Solanaceae, eudicotiledônea);
5. Seção transversal do caule de *Genipa americana* L. (Rubiaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Estruturas secretoras

Várias substâncias são produzidas pelas células vegetais, separadas do protoplasto e depositadas em regiões ou estruturas específicas da célula, um fenômeno normalmente conhecido como secreção. Uma célula secretora possui, geralmente, parede primária fina, núcleo grande e vacúolos pequenos, o que indica uma alta atividade metabólica.

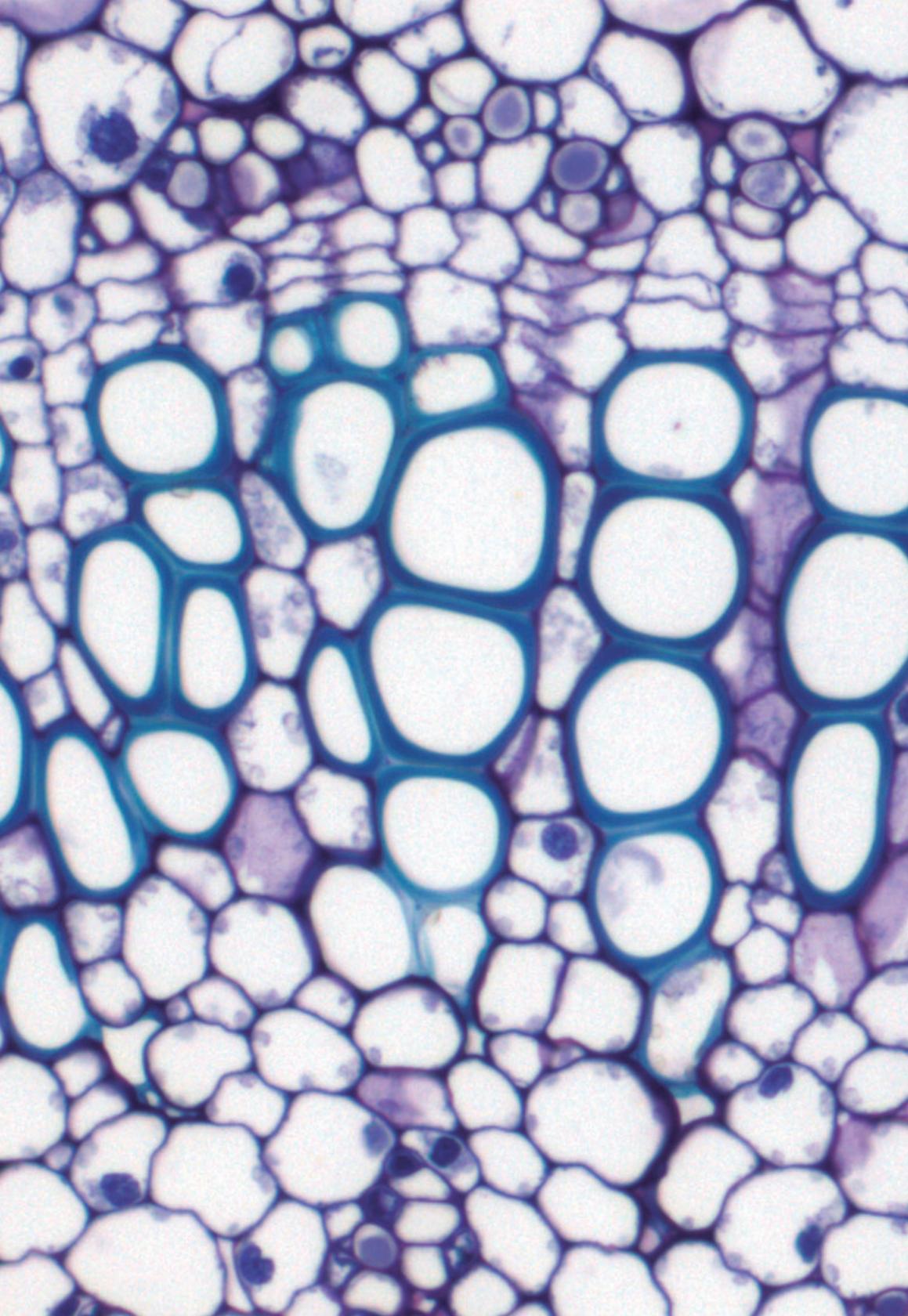
A secreção pode ser originada por células especializadas (células secretoras) ou por estruturas celulares complexas (estruturas secretoras). Uma célula secretora típica é distinguida das demais por seu conteúdo, sendo caracterizada, geralmente, como um idioblasto. Entre as estruturas secretoras mais comuns destacam-se as cavidades, os ductos, as emergências (entre elas os coléteres), os tricomas e os nectários.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os detalhes citológicos das estruturas secretoras e os vários tipos celulares observados.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar a região de interesse e indicar, no esquema, a localização e as características de cada estrutura secretora:

1. Seção transversal da folha de *Plectranthus* sp. (Lamiaceae, eudicotiledônea);
2. Seção transversal da folha de *Avicennia schaueriana* Stapf & Lechman ex Moldenke (Avicenniaceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal do caule de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea);
4. Seção longitudinal do ápice radicular de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burtt & R.M. Sm. (Zingiberaceae, monocotiledônea).





AULA PRÁTICA

Morfologia externa da raiz

A raiz é, geralmente, um órgão subterrâneo e tem como funções principais fixar o vegetal ao substrato e dele absorver água e nutrientes minerais. A maioria das raízes não possui clorofila e gema e apresenta geotropismo positivo, o que faz com que seu crescimento se dê em direção ao solo. Diferente do caule, a raiz não está dividida em nós e entrenós.

A raiz se desenvolve a partir da radícula do embrião e a primeira raiz a ser formada é chamada de raiz primária. A partir da raiz primária são formadas as raízes secundárias e terciárias. O padrão de desenvolvimento das raízes primárias e secundárias permite reconhecer dois sistemas de raízes:

- **Sistema axial pivotante:** a raiz primária permanece funcional e constitui um eixo principal, a partir da qual são formadas as raízes secundárias. É o sistema radicular típico das eudicotiledôneas;
- **Sistema fasciculado:** a raiz primária para de se desenvolver e se degenera precocemente e o sistema radicular é constituído exclusivamente pelas raízes adventícias, que são formadas a partir da base do caule. É o sistema radicular típico das monocotiledôneas.

Ao observar os detalhes da aparência externa da raiz, podemos notar algumas regiões que se distinguem por suas características específicas. São as chamadas regiões ou partes da raiz, que estão presentes nas raízes primária, secundária e adventícia:

- **Coifa ou caliptra:** é uma estrutura que cobre a ponta da raiz e tem como função proteger o meristema apical e parte dos tecidos meristemáticos primários – protoderme, meristema fundamental e procâmbio;

- **Região lisa ou de distensão:** é a porção sem ramificação da raiz, localizada entre a coifa e a região pilífera. Nessa região as células se alongam;
- **Região pilífera ou de absorção:** nessa região estão localizados os pelos absorventes, que são estruturas com função de ampliar a absorção de água e nutrientes a partir do substrato;
- **Região de ramificação:** é a porção ramificada da raiz, ou seja, de formação das raízes secundárias. É constituída por tecidos completamente diferenciados, sendo, geralmente, espessada.

As raízes apresentam características morfológicas particulares, que podem estar relacionadas ao ambiente em que elas se desenvolvem. Com base nisso, podem ser classificadas em terrestres, aquáticas ou aéreas:

- **Raízes terrestres:** são aquelas que se desenvolvem sob um substrato, sendo também denominadas subterrâneas;
- **Raízes aquáticas:** são aquelas que se desenvolvem dentro da água;
- **Raízes aéreas:** são aquelas que se desenvolvem expostas ao ar. Em algumas plantas, as raízes aéreas são capazes de absorver água da atmosfera, como ocorre nas orquídeas que apresentam uma epiderme radicular multisseriada chamada velame.

As raízes também podem ser classificadas com base na função principal que desempenham no corpo da planta, sendo que mais de um tipo de raiz pode ser observado em uma mesma planta:

- **Raízes escora ou suporte:** são as raízes adventícias de muitas plantas altas ou que crescem sobre um substrato instável. A raiz escora se desenvolve na base do tronco, permitindo maior sustentação e estabilidade à planta;
- **Raízes estranguladoras:** são as raízes aéreas de algumas plantas epífitas. A raiz estranguladora envolve a planta que serve como apoio, tornando-se bastante espessada, o que impede o desenvolvimento e provoca a morte da planta apoio;

- **Raízes grampiformes:** são as raízes adventícias de muitas plantas trepadeiras. A raiz grampiforme fixa a planta em um apoio, auxiliando na sua sustentação;
- **Raízes haustórios:** são as raízes aéreas presentes nas plantas parasitas. A raiz haustório possui estruturas denominadas apressórios, que permitem a ela penetrar os tecidos da planta hospedeira até atingir o sistema vascular, dele retirando os nutrientes orgânicos transportados pelo floema (planta holoparasita) e/ou os nutrientes minerais transportados pelo xilema (planta hemiparasita);
- **Raízes pneumatóforos** ou **respiratórias:** são as raízes aéreas de algumas plantas que crescem em substrato pobre em oxigênio. A raiz pneumatóforo possui geotropismo negativo, crescendo em direção ao ar, e possui estruturas denominadas pneumatódios, que permitem a essa realizar trocas gasosas;
- **Raízes tabulares:** são as raízes aéreas de muitas plantas que atingem grande porte. A raiz tabular se desenvolve na base do tronco, permitindo maior sustentação e estabilidade à planta;
- **Raízes tuberosas:** são raízes geralmente subterrâneas de muitas plantas com importância comercial. Ambos os sistemas, axial pivotante e fasciculado, podem ser constituídos por raízes tuberosas. A raiz tuberosa armazena compostos orgânicos, nutrientes minerais ou água, sendo geralmente muito espessa.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever as características morfológicas das raízes e, com base nessas características, reconhecer o tipo de cada raiz.

Procedimento

O aluno deverá observar os materiais botânicos selecionados, esquematizar as regiões da raiz e indicar, no esquema, as principais características diagnósticas de cada tipo de raiz:

Sugestão de materiais para serem observados nesta aula:

1. *Eichhornia crassipes* (Mart) solms (Pontederiaceae, monocotiledônea, aguapé);
2. *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae, eudicotiledônea, feijão);
3. *Phyllanthus* sp. (Phyllanthaceae, eudicotiledônea, quebra-pedra);
4. *Clitoria fairchildiana* L. (Fabaceae, eudicotiledônea, sombreiro);
5. *Zea mays* L. (Poaceae, monocotiledônea, milho);
6. *Cyperus* sp. (Cyperaceae, monocotiledônea, sombrinha-chinesa);
7. *Cattleya* sp. (Orchidaceae, monocotiledônea, orquídea);
8. *Philodendron* sp. (Araceae, monocotiledônea, imbé);
9. *Pistia stratiotes* L. (Araceae, monocotiledônea, alface-d'água);
10. *Beta vulgaris* L. (Amaranthaceae, eudicotiledônea, beterraba);
11. *Daucus carota* L. (Apiaceae, eudicotiledônea, cenoura);
12. *Hemerocallis flava* (L.) L. (Xanthorrhoeaceae, monocotiledônea, lírio-de-São-José);
13. *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae, eudicotiledônea, rabanete);
14. *Cuscuta racemosa* Mart. (Convolvulaceae, eudicotiledônea, cipó-chumbo);
15. *Struthanthus* sp. (Loranthaceae, eudicotiledônea, erva-de-passarinho);
16. *Ficus* sp. (Moraceae, eudicotiledônea, mata-pau, figueira);
17. *Ficus pumila* L. (Moraceae, eudicotiledônea, unha-de-gato, hera);
18. *Pandanus utilis* Bory (Pandanaceae, monocotiledônea, pândano);
19. *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae, monocotiledônea, palmito-juçara);
20. *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Combretaceae, eudicotiledônea, mangue-branco);
21. *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae, monocotiledônea, barba de velho);
22. *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. (Gesneriaceae, eudicotiledônea, violeta);
23. *Saccharum officinarum* L. (Poaceae, monocotiledônea, cana-de-açúcar).



AULA PRÁTICA

Anatomia da raiz

A raiz em crescimento primário é constituída pelos três sistemas de tecidos: revestimento, fundamental e vascular, os quais se originam dos meristemas primários protoderme, meristema fundamental e procâmbio, respectivamente. Na região periférica da raiz em crescimento primário observa-se a epiderme, que pode apresentar uma ou várias camadas de células. Na epiderme podem ser observadas células especializadas denominadas pelos absorventes.

A camada de células distinta das demais células do córtex, localizada imediatamente abaixo da epiderme e que delimita externamente o córtex, é denominada hipoderme ou exoderme. Abaixo dela há uma região com muitas camadas de células, constituída pelo parênquima, pelo colênquima e pelo esclerênquima, sendo que um ou dois desses tecidos podem estar ausente. A camada mais interna do córtex é chamada endoderme; em contato direto com o cilindro vascular, a endoderme é geralmente unisseriada podendo ou não apresentar estrias de Cáspar, amido ou compostos fenólicos nas suas células.

O cilindro vascular é constituído pelos tecidos vasculares; inclui o periciclo, que é a camada unisseriada ou multisseriada mais periférica, e o floema e xilema, que são os tecidos condutores. A raiz em crescimento primário possui floema e xilema primários, organizados de forma alternada; o protoxilema é voltado para a periferia do órgão, sendo por isso sua maturação denominada exarca. A região central do cilindro vascular pode ser constituída pelo metaxilema nas raízes formadas a partir da radícula (raiz pivotante) ou pela medula parenquimática ou esclerenquimática, nas raízes adventícias.

Na raiz em crescimento secundário, a epiderme é substituída pela periderme. Internamente à epiderme, seguida pelo floema primário, que pode desenvolver fibras, do floema secundário, câmbio vascular, xilema secundário e xilema primário.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os tecidos que constituem a raiz em crescimento primário e secundário nas eudicotiledôneas e monocotiledôneas.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar o órgão e indicar, no esquema, a localização e as características de todos os tecidos presentes:

1. Seção longitudinal do ápice radicular de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L. Burt & R.M. Sm (Zingiberaceae, monocotiledônea);
2. Seção transversal da raiz de *Genipa americana* L. (Rubiaceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal da raiz de *Clitoria fairchildiana* L. (Fabaceae, eudicotiledônea);
4. Seção transversal da raiz de *Plectranthus* sp. (Lamiaceae, eudicotiledônea).



AULA PRÁTICA

Morfologia externa do caule

O caule é, geralmente, um órgão aéreo e tem como funções principais sustentar as folhas e ligá-las à raiz. O caule possui gemas apicais e axilares e está subdividido em nós e entrenós. Apresenta fototropismo positivo, o que faz com que seu crescimento se dê em direção à luz, e pode ter clorofila, auxiliando no processo fotossintético.

As gemas abrigam o meristema apical caulinar, os tecidos meristemáticos primários – protoderme, meristema fundamental e procâmbio -, e os primórdios de folhas, sendo responsáveis pelo fenômeno da dominância apical. As gemas podem formar apenas folhas, quando são vegetativas, ou formar flores e inflorescências, quando são reprodutivas.

O caule se desenvolve a partir do epicótilo – às vezes a partir do epicótilo e de parte do hipocótilo - do embrião. O padrão de ramificação dos caules permite reconhecer dois sistemas de crescimento:

- **Sistema monopodial:** uma única gema é responsável pelo crescimento, originando um eixo principal, geralmente com formato piramidal;
- **Sistema simpodial:** muitas gemas são responsáveis pelo crescimento, originando vários eixos, geralmente com formato difuso.

O caule é o principal órgão responsável pelo porte da planta. O porte é uma característica dinâmica, que pode variar dependendo do ambiente ou do estágio de desenvolvimento da planta. O porte não tem a ver com a altura da planta, mas com sua forma e estrutura:

- **Porte herbáceo:** observado em plantas com caule em estrutura primária, não lenhoso, geralmente verde e pouco resistente;

- **Porte subarbutivo:** observado em plantas com características intermediárias entre ervas e arbustos possuindo, geralmente, a base do caule ou o sistema subterrâneo lenhoso;
- **Porte arbustivo:** observado em plantas com caule lenhoso, resistente, ramificado próximo ao solo, nas quais os galhos não formam um eixo principal;
- **Porte arbóreo:** observado em plantas com caule lenhoso, resistente, ramificado no ápice, com um eixo principal evidente;
- **Porte liana:** observado em plantas com caule flexível que precisam de um suporte para sua sustentação, embora tenham suas raízes fixadas no solo;
- **Porte epífito:** observado em plantas que se desenvolvem utilizando como suporte geralmente outra planta, sem que suas raízes tenham contato com o solo.

Os caules apresentam características morfológicas particulares que podem estar relacionadas ao ambiente em que eles se desenvolvem. Com base nisso, os caules podem ser classificados em terrestres, aquáticos ou aéreos:

- **Caules terrestres:** são aqueles que se desenvolvem sob um substrato, sendo também denominados subterrâneos;
- **Caules aquáticos:** são aqueles que se desenvolvem dentro da água;
- **Caules aéreos:** são aqueles que se desenvolvem expostos ao ar.

Os caules também podem ser classificados com base na função principal que desempenham no corpo da planta, sendo que mais de um tipo de caule pode ser observado em uma mesma planta:

- **Caules troncos:** são os caules aéreos eretos robustos, lenhosos e rígidos, geralmente formados por um eixo principal que se ramifica a uma distância relativamente grande da base;
- **Caules estipes:** são os caules aéreos eretos robustos, bastante resistentes, geralmente formados por um eixo principal não

ramificado ou que se ramifica apenas na base, com folhas concentradas na região apical;

- **Caules hastes:** são os caules aéreos eretos herbáceos, macios, flexíveis, não lenhosos e geralmente verdes;
- **Caules colmos:** são os caules aéreos eretos herbáceos, flexíveis, geralmente não ramificados, com regiões de entrenós bem evidentes denominadas gomos. Os gomos podem ser ocos (fistulados) ou maciços (cheios);
- **Caules volúveis:** são os caules aéreos de plantas que crescem sobre um apoio, sendo geralmente flexíveis. O caule volúvel é capaz de se enrolar sobre o suporte, não apresentando estruturas especializadas para isso. O caule que se enrola no suporte da esquerda para a direita é denominado volúvel dextrorso, enquanto o caule que se enrola da direita para a esquerda é denominado sinistrorso;
- **Caules trepadores:** são os caules aéreos de plantas que crescem sobre um apoio, sendo geralmente flexíveis. O caule trepador possui estruturas especializadas para se aderirem ao suporte, como gavinhas (caule ou folha modificada em uma estrutura alongada que se enrola intensamente), espinhos (caule ou folha modificada em uma estrutura pontiaguda) e raízes grampiformes (raiz adventícia modificada em uma estrutura de fixação);
- **Caules estolões:** são os caules aéreos rastejantes que formam raízes a partir da região dos nós, quando esta toca o substrato. O caule estolão é observado em plantas que ocupam de forma rápida a superfície do solo;
- **Caules sarmentosos:** são os caules aéreos rastejantes que não formam raízes quando tocam o substrato. O caule sarmentoso é observado em plantas que ocupam de forma rápida a superfície do solo, sendo às vezes empregado para as plantas trepadeiras;
- **Caules rizomas:** são os caules subterrâneos ricos em reservas de nutrientes, com nós e entrenós bastante evidentes;
- **Caules tubérculos:** são os caules subterrâneos muito espessos, sem raízes e folhas, mas que possuem gemas;

- **Caules bulbos:** são os caules subterrâneos reduzidos e achatados. O caule bulbo geralmente porta folhas modificadas e sem clorofila, denominadas catafilos, podendo ser do tipo tunicado (disco pouco desenvolvido com catafilos internos suculentos e externos secos), escamoso (disco pouco desenvolvido com catafilos espessos) e sólido ou cormo (disco bastante desenvolvido com catafilos membranáceos);
- **Caules pseudobulbos:** são os caules aéreos que apresentam algumas regiões de entrenós bastante espessas e preenchidas com tecidos de armazenamento de substâncias;
- **Caules cladódios:** são os caules aéreos achatados, verdes e, por isso, especializados no processo fotossintético. O caule cladódio geralmente não possui folhas, ou elas são transformadas em espinhos;
- **Caules filocládios:** são os caules aéreos muito achatados, geralmente laminares, verdes e, por isso, especializados no processo fotossintético;
- **Caules rizóforos:** são os caules aéreos que apresentam geotropismo positivo, crescendo em direção ao solo, auxiliando na sustentação do vegetal quando este se desenvolve sobre substrato instável.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever as características morfológicas dos caules e, com base nessas características, reconhecer o tipo de cada caule.

Procedimento

O aluno deverá observar os materiais botânicos selecionados, esquematizar as regiões do caule e indicar, no esquema, as principais características diagnósticas de cada tipo de caule:

Sugestão de materiais para serem observados nesta aula:

- *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae, eudicotiledônea, mamona);

- *Saccharum officinarum* L. (Poaceae, monocotiledônea, cana-de-açúcar);
- *Areca* sp. (Arecaceae, monocotiledônea, palmeira);
- *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz (Fabaceae, eudicotiledônea, sibipiruna);
- *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae, eudicotiledônea, orégano);
- *Gomphrena macrocephala* A. St.-Hil. (Amaranthaceae, eudicotiledônea, paratudo, perpétua);
- *Eugenia mattosii* D. Legrand (Myrtaceae, eudicotiledônea, murta);
- *Tabebuia* sp. (Bignoniaceae, eudicotiledônea, ipê);
- *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae, eudicotiledônea, chuchu);
- *Oncidium* sp. (Orchidaceae, monocotiledônea, chuva-de-ouro);
- *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae, monocotiledônea, tilândsia);
- *Egeria densa* Planch. (Hydrocharitaceae, monocotiledônea, elódea);
- *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea, cacauero);
- *Syagrus* sp. (Bignoniaceae, monocotiledônea, palmeira);
- *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae, eudicotiledônea, beldroega);
- *Wedelia* sp. (Asteraceae, eudicotiledônea, vedélia);
- *Saccharum officinarum* L. (Poaceae, monocotiledônea, cana-de-açúcar);
- *Bambusa* sp. (Poaceae, monocotiledônea, bambu);
- *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae, eudicotiledônea, guaco);
- *Dioscorea bulbifera* L. (Dioscoreaceae, eudicotiledônea, cará-do-ar);
- *Vitis vinifera* L. (família Vitaceae, eudicotiledônea, videira);
- *Fragaria* sp. (Rosaceae, eudicotiledônea, morangueiro);
- *Oncidium varicosum* Lindl. & Paxton (Orchidaceae, monocotiledônea, orquídea-chuva-de-ouro);
- *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Cactaceae, eudicotiledônea, palma-doce);
- *Asparagus densiflorus* (Kunth) Jessop (Asparagaceae, monocotiledônea, aspargo-ornamental);

- *Ruscus aculeatus* L. (Asparagaceae, monocotiledônea, rusco);
- *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae, eudicotiledônea, mangue-vermelho);
- *Musa* sp. (Musaceae, monocotiledônea, bananeira);
- *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae, monocotiledônea, gengibre);
- *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae, eudicotiledônea, batata-inglesa);
- *Dioscorea alata* L. (Dioscoreaceae, eudicotiledônea, cará);
- *Allium cepa* L. (Amaryllidaceae, monocotiledônea, cebola);
- *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae, monocotiledônea, alho);
- *Lilium pumilum* Redouté (Liliaceae, monocotiledônea, lírio-asiático);
- *Gladiolus hortulanus* L.H. Bailey (Iridaceae, monocotiledônea, palma-de-Santa-Rita);



AULA PRÁTICA

Anatomia do caule

O caule em crescimento primário é constituído pelos três sistemas de tecidos: revestimento, fundamental e vascular, os quais se originam dos meristemas primários protoderme, meristema fundamental e procâmbio, respectivamente.

Na região periférica do caule, em crescimento primário, observa-se a epiderme, que pode apresentar uma ou várias camadas de células. Na epiderme podem ser observadas células especializadas denominadas tricomas, secretores ou não, e estômatos.

A camada de células distinta das demais células do córtex, localizada imediatamente abaixo da epiderme e que delimita externamente o córtex, é denominada hipoderme. Abaixo dela há uma região com muitas camadas de células, constituída pelo parênquima, pelo colênquima e pelo esclerênquima, sendo que um ou dois deles pode estar ausente. Nos caules que realizam fotossíntese, as camadas subepidérmicas são constituídas por clorênquima. A camada mais interna do córtex é a endoderme, nem sempre de fácil visualização como na raiz, por nem sempre apresentar estrias de Cáspar. As células da endoderme podem conter amido, sendo chamadas de bainha amilífera.

O cilindro vascular é constituído pelos tecidos vasculares; inclui o periciclo, que é a camada unisseriada ou multisseriada mais periférica, e o floema e xilema, que são os tecidos condutores. O caule em crescimento primário possui floema e xilema primários, organizados em forma de feixes; o protoxilema é voltado para a região mais central, sendo por isso sua maturação denominada endarca.

No caule em crescimento secundário, a periderme se forma internamente à epiderme. O córtex pode estar ou não presente, conforme o local em que o felogênio se instala, seguido pelo floema primário, com fibras ou esclereídes, floema secundário, câmbio vascular, xilema secundário, xilema primário e medula. Sendo esta a anatomia das eudicotiledoneas. Monocotiledoneas podem apresentar espessamento do caule, mas não possuem crescimento secundário, e o tecido vascular fica disperso na medula.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os tecidos que constituem o caule em crescimento primário e secundário nas eudicotiledôneas e monocotiledôneas.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar o órgão e indicar, no esquema, a localização e as características de todos os tecidos presentes:

1. Seção transversal do caule de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea);
2. Seção transversal do caule de *Wedelia* sp. (Asteraceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal do caule de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae, eudicotiledônea);
4. Seção transversal do caule de *Vanilla* sp. (Orchidaceae, monocotiledônea);
5. Seção transversal do caule de Bromeliaceae (monocotiledônea).



AULA PRÁTICA

Morfologia externa da folha

A folha é um órgão aéreo, geralmente achatado e fino, características que estão relacionadas à sua função principal de realizar fotossíntese. A folha se origina a partir dos primórdios foliares, que estão contidos nas gemas. As gemas são estruturas que abrigam o meristema caulinar, os tecidos meristemáticos primários – protoderme, meristema fundamental e procâmbio –, e os primórdios de folhas. Uma folha pode ser facilmente reconhecida a partir da localização do nó do caule e da gema axilar.

Ao observar os detalhes da aparência externa da folha, podemos notar algumas regiões que se distinguem por suas características específicas. São as chamadas partes da folha:

- **Lâmina:** também chamada de limbo, é a parte geralmente achatada e verde, onde são observadas as nervuras, que são os tecidos vasculares;
- **Pecíolo:** é a haste que sustenta a lâmina e a liga ao caule, localizada geralmente na base do limbo, estando ausente nas folhas sésseis e em grande parte das monocotiledôneas;
- **Bainha:** é a parte basal do limbo, geralmente expandido e que envolve o caule. Tem função de proteger as gemas axilares;
- **Estípula:** formação laminar existente na base do pecíolo de certas folhas.

A folha pode ser classificada em relação à sua aparência geral:

- **Folha completa:** é constituída por lâmina, pecíolo e bainha;
- **Folha incompleta:** quando a lâmina, o pecíolo e/ou a bainha estão ausentes;

- **Folha simples:** apresenta a lâmina inteira, não dividida;
- **Folha composta:** apresenta a lâmina dividida em subunidades que são denominadas folíolos;
- **Folha recomposta:** também chamada de bipinada, apresenta os folíolos divididos em subunidades que são denominadas foliólulos;
- **Folha simples lobada:** apresenta limbo recortado, mas não dividido, já que os recortes não atingem a nervura central;
- **Folha composta unifoliolada:** apresenta um folíolo;
- **Folha composta bifoliolada:** apresenta dois folíolos;
- **Folha composta trifoliolada:** apresenta três folíolos;
- **Folha composta digitada:** apresenta mais de três folíolos, todos partindo de um mesmo ponto;
- **Folha composta pinada:** apresenta os folíolos partindo de diferentes pontos, de forma semelhante a uma pena. Se a folha terminar em um folíolo, é chamada imparipinada. Se a folha terminar em dois folíolos, é chamada paripinada;
- **Folha triternada:** apresenta três folíolos, cada um deles também sendo subdividido em três foliólulos.

As folhas podem ser classificadas em relação ao arranjo delas ao longo do caule, o que é chamado de filotaxia:

- **Filotaxia alterna dística:** quando há apenas uma folha inserida em cada nó e as folhas de nós consecutivos encontram-se num mesmo plano;
- **Filotaxia alterna espiralada:** quando há apenas uma folha inserida em cada nó e as folhas de nós consecutivos se encontram em vários planos;
- **Filotaxia oposta dística:** quando há duas folhas inseridas em cada nó e as folhas de nós consecutivos se encontram num mesmo plano;
- **Filotaxia oposta cruzada:** quando há duas folhas inseridas em cada nó e as folhas de nós consecutivos se encontram em vários planos;

- **Filotaxia verticilada:** quando há mais de duas folhas inseridas num mesmo nó;
- **Filotaxia rosulada:** quando os entrenós são muito curtos.

As folhas podem ser classificadas em relação à forma geral da lâmina, levando-se em conta as características da base, do ápice e da margem. Também podem ser classificadas em relação à presença ou não de indumento, que leva em conta o tipo, a quantidade e a distribuição dos tricomas localizados na lâmina foliar.

Nas folhas, os feixes vasculares constituem as nervuras, que podem ser:

- **Nervura primária:** é a nervura principal, geralmente única e central;
- **Nervura secundária:** é a nervura lateral, que surge a partir da nervura primária;
- **Nervura marginal:** é formada pela união das nervuras laterais, próximo à margem da lâmina.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever as características morfológicas das folhas e, com base nessas características, reconhecer o tipo de cada folha.

Procedimento

O aluno deverá observar os materiais botânicos selecionados, esquematizar as regiões da folha e indicar, no esquema, as principais características diagnósticas de cada tipo de folha. O aluno deverá preencher a ficha a seguir (FIGURA 10) com os dados identificados em cada planta, de acordo com as características apresentadas.

FIGURA 10 – Ficha de características morfológicas da folha

Espécie: _____	
Nome comum: _____	
Grupo taxonômico: _____	
1. TIPO DE FOLHA	
<input type="checkbox"/> incompleta <input type="checkbox"/> peciolada <input type="checkbox"/> séssil <input type="checkbox"/> amplexicaule <input type="checkbox"/> perfolhada <input type="checkbox"/> adunada <input type="checkbox"/> fenestrada <input type="checkbox"/> invaginante <input type="checkbox"/> filódio	<input type="checkbox"/> espinho <input type="checkbox"/> gavinha <input type="checkbox"/> heterofilia <input type="checkbox"/> ascídias <input type="checkbox"/> peciólulo <input type="checkbox"/> catafilo <input type="checkbox"/> pseudocaule <input type="checkbox"/> pulvino <input type="checkbox"/> pecíolo alado <input type="checkbox"/> acícula
2. FILOTAXIA	
<input type="checkbox"/> verticilada <input type="checkbox"/> fasciculada <input type="checkbox"/> geminada	<input type="checkbox"/> alterna <input type="checkbox"/> oposta <input type="checkbox"/> rosulada ou rosetada
3. PARTES DA FOLHA	
<input type="checkbox"/> limbo <input type="checkbox"/> pecíolo	<input type="checkbox"/> bainha <input type="checkbox"/> estípula
4. PRESENÇA DE PECÍOLO	
<input type="checkbox"/> folha peciolada	<input type="checkbox"/> folha séssil
5. DIVISÃO DO LIMBO	
<input type="checkbox"/> folha simples	<input type="checkbox"/> folha composta
6. FOLHA SIMPLES	
6.1. Forma do limbo	
<input type="checkbox"/> trulada <input type="checkbox"/> obovada <input type="checkbox"/> oblonga <input type="checkbox"/> romboide <input type="checkbox"/> elíptica <input type="checkbox"/> oblanceolada	<input type="checkbox"/> lanceolada <input type="checkbox"/> assimétrica <input type="checkbox"/> deltoide <input type="checkbox"/> largo-elíptica <input type="checkbox"/> estreito-elíptica <input type="checkbox"/> linear

6.2. Forma do ápice do limbo	
<input type="checkbox"/> obtuso	<input type="checkbox"/> mucronado
<input type="checkbox"/> truncado	<input type="checkbox"/> acuminado
<input type="checkbox"/> agudo	<input type="checkbox"/> retuso
<input type="checkbox"/> cuneado	<input type="checkbox"/> obtuso
<input type="checkbox"/> atenuado	<input type="checkbox"/> arredondado
6.3. Forma da base do limbo	
<input type="checkbox"/> arredondada	<input type="checkbox"/> cordada
<input type="checkbox"/> obtusa	<input type="checkbox"/> sagitada
<input type="checkbox"/> truncada	<input type="checkbox"/> hastada
<input type="checkbox"/> cuneada	<input type="checkbox"/> aguda
<input type="checkbox"/> atenuada	<input type="checkbox"/> assimétrica
6.4. Forma da margem do limbo	
<input type="checkbox"/> inteira	<input type="checkbox"/> aculeada
<input type="checkbox"/> serreada	<input type="checkbox"/> lobada
<input type="checkbox"/> denteada	<input type="checkbox"/> fendida
<input type="checkbox"/> crenada	<input type="checkbox"/> partida
<input type="checkbox"/> ondulada	<input type="checkbox"/> secta
<input type="checkbox"/> crespa	<input type="checkbox"/> sinuada
6.5. Padrão de venação do limbo	
<input type="checkbox"/> palmatinérvea	<input type="checkbox"/> peltinérvea
<input type="checkbox"/> peninérvea	<input type="checkbox"/> paralelódroma
<input type="checkbox"/> curvinérvea	<input type="checkbox"/> uninérvea
<input type="checkbox"/> broquidódroma	<input type="checkbox"/> craspedódroma
<input type="checkbox"/> cladódroma	<input type="checkbox"/> camptódroma
<input type="checkbox"/> campilódroma	<input type="checkbox"/> reticulódroma
	<input type="checkbox"/> acródroma
6.6 Consistência do limbo	
<input type="checkbox"/> herbácea	<input type="checkbox"/> carnosa ou suculenta
<input type="checkbox"/> membranácea	<input type="checkbox"/> coriácea
6.7 Superfície do limbo	
<input type="checkbox"/> glabra	<input type="checkbox"/> pilosa
<input type="checkbox"/> lisa	<input type="checkbox"/> rugosa

7. FOLHA COMPOSTA

7.1. Partes do limbo

- | | |
|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> folíolo | <input type="checkbox"/> folíolulo/pínula |
| <input type="checkbox"/> raque | <input type="checkbox"/> ráquila |
| <input type="checkbox"/> pecíolulo | <input type="checkbox"/> estipela |

7.2. Tipos de folha composta

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> difoliolada | <input type="checkbox"/> paripinada |
| <input type="checkbox"/> trifoliolada | <input type="checkbox"/> digitada |
| <input type="checkbox"/> imparipinada | <input type="checkbox"/> bipinada |

Observações:

Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.



AULA PRÁTICA

Anatomia da folha

A folha é o órgão especializado na realização da fotossíntese. Assim, os tecidos estão organizados de forma a tornarem mais eficiente a aquisição de luz e sua transformação em energia química. A folha é constituída pelos três sistemas de tecidos: revestimento, fundamental e vascular, os quais se originam dos meristemas primários protoderme, meristema fundamental e procâmbio, respectivamente. Em geral, a folha só apresenta crescimento primário; assim, possui como tecido de revestimento apenas a epiderme, que pode apresentar uma ou várias camadas de células.

Na epiderme de algumas folhas podem ser observadas células especializadas denominadas tricomas, que podem ser secretores ou não. Uma característica típica da epiderme das folhas é a presença dos estômatos, que podem estar restritos a uma das faces da epiderme (folha epiestomática ou hipostomática) ou podem ocorrer em ambas as faces (folha anfiestomática). Entre as duas faces da epiderme localiza-se o mesofilo, constituído pelo parênquima clorofiliano. O parênquima clorofiliano geralmente está diferenciado em paliçádico, com células alongadas e justapostas, e esponjoso, cujas células delimitam espaços intercelulares. Os feixes vasculares – ou sistema vascular – estão dispersos pelo mesofilo e têm um padrão de distribuição característico em monocotiledôneas e em eudicotiledôneas.

Várias características anatômicas observadas nas folhas têm relação direta com o ambiente em que as espécies se desenvolvem, por isso, as folhas são consideradas órgãos extremamente plásticos.

O objetivo desta aula é reconhecer e descrever os tecidos que constituem a folha nas eudicotiledôneas e monocotiledôneas.

Procedimento

O aluno deverá observar as lâminas permanentes selecionadas, esquematizar o órgão e indicar, no esquema, a localização e as características de todos os tecidos presentes:

1. Seção transversal da folha de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae, eudicotiledônea);
2. Seção transversal da folha de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (Avicenniaceae, eudicotiledônea);
3. Seção transversal da folha de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae, eudicotiledônea);
4. Seção transversal da folha de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (Poaceae, eudicotiledônea);
5. Seção transversal da folha de *Vellozia* sp. (Velloziaceae, monocotiledônea).



AULA PRÁTICA

Morfologia da flor

Antes de iniciar o preenchimento do quadro, faça os seguintes procedimentos para cada material:

- a. Observe a flor e dê nome a cada uma das suas partes;
- b. Conte o número de pétalas e de sépalas;
- c. Verifique se as sépalas e as pétalas são livres ou unidas;
- d. Conte o número de estames, observe onde eles estão ligados e se há união dos filetes ou das anteras. Observe a disposição das anteras;
- e. Conte o número de pistilos, estiletos e estigmas do gineceu;
- f. Remova o perianto e os estames. Faça um corte transversal do ovário e conte o número de lóculos. Observe o número de óvulos e o tipo de placentação;
- g. Selecione outra flor e faça um corte longitudinal mediano. Observe a posição do ovário e a fusão entre as peças do perianto;
- h. Com base nas características observadas, preencha a ficha (FIGURA 11) a seguir:

FIGURA 11 – Características morfológicas da flor

Espécie: _____			
Nome comum: _____			
Grupo taxonômico: _____			
MATERIAL:	1	2	3
1. PEDICELO			
() Flor pedicelada ou pedunculada			
() Flor apedicelada ou séssil			
2. DISPOSIÇÃO DOS VERTICILOS			
() Flor espiralada			
() Flor cíclica			
3. HIPANTO			
() Presente			
() Ausente			
4. PADRÃO NUMÉRICO DA FLOR			
() Flor dímera			
() Flor trímera			
() Flor tetrâmera			
() Flor pentâmera			
5. VERTICILOS DO PERIANTO			
() Flor aclamídea			
() Flor monoclamídea			
() Flor diclamídea	Homoclamídea		
	Heteroclamídea		
6. SIMETRIA			
() Flor simétrica radial ou actinomorfa			
() Flor simétrica bilateral ou zigomorfa			
() Flor assimétrica			
7. CÁLICE			
() Flor dialissépala			
() Flor gamossépala			
8. COROLA			
() Flor dialipétala			
() Flor gamopétala			

9. PREFLORAÇÃO DA COROLA			
() Valvar			
() Imbricativa contorcida			
() Imbricativa imbricada			
() Aberta			
10. ESTAMES EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE PÉTALAS			
() Flor isostêmone			
() Flor oligostêmone			
() Flor polistêmone			
11. FUSÃO DOS ESTAMES			
() Estames livres			
() Estames monadelfos			
() Estames diadelfos			
() Estames poliadelfos			
12. ESTAMINÓDIOS			
() Presente			
() Ausente			
13. DEISCÊNCIA DA ANTERA			
() Longitudinal ou rimosa			
() Poricida			
() Valvar			
14. POSIÇÃO DOS ESTAMES EM RELAÇÃO ÀS PÉTALAS			
() Opostos			
() Alternos			
15. INSERÇÃO DO FILETE NA ANTERA			
() Apicefixa			
() Dorsifixa			
() Basefixa			
16. POSIÇÃO DO OVÁRIO			
() Flor hipógina			
() Flor perígina			
() Flor epígina			
17. GINECEU			
() Apocárpico			
() Sincárpico			
() número de carpelos			

<input type="checkbox"/> número de lóculos			
<input type="checkbox"/> número de óvulos por lóculo			
18. PLACENTAÇÃO			
<input type="checkbox"/> Apical			
<input type="checkbox"/> Basal			
<input type="checkbox"/> Axilar			
<input type="checkbox"/> Marginal			
<input type="checkbox"/> Parietal			
<input type="checkbox"/> Central-livre			
19. PRESENÇA DE GINECEU E ANDROCEU			
<input type="checkbox"/> Flor monóclina ou bissexual			
<input type="checkbox"/> Flor díclina ou unissexual			
20. NÚMERO DE PEÇAS NOS VERTICILIOS			
<input type="checkbox"/> Flor pentâmera			
<input type="checkbox"/> Flor dímera			
<input type="checkbox"/> Flor trímera			
21. FÓRMULA FLORAL			
* = actinomorfa % = zigomorfa K = cálice C = corola T = tépala A = androceu	a = estaminódio G = gineceu G com traço abaixo = ovário súpero G com traço acima = ovário ínfero () = peças florais fundidas ∞ = número de peças elevado ou indefinido		
22. DIAGRAMA FLORAL			

Fonte: Priscila Andressa Corte, Delmira da Costa Silva e Alba Lucilvânia Fonseca Chaves.



AULA PRÁTICA

Chave para identificação dos principais tipos de frutos

- 1a.** Fruto formado por um único ovário (súpero ou ínfero) de uma só flor...
..... **FRUTO SIMPLES**
- 2a.** Fruto indeiscente (permanece fechado após amadurecer)
- 3a.** Camadas mais externas do pericarpo são carnosas ou fibrosas a coriáceas
- 4a.** Textura do pericarpo mais ou menos homoganeamente carnosa
..... **BAGA**
- 4b.** Pericarpo com mesocarpo carnoso ou fibroso e endocarpo duro unido
à semente constituindo o caroço **DRUPA**
- 3b.** Pericarpo seco
- 5a.** Pericarpo alado (com uma ou mais expansões laterais em forma de ala
..... **SÂMARA**
- 5b.** Pericarpo não-alado
- 6a.** Fruto com algumas a muitas sementes **LEGUME INDEISCENTE**
- 6b.** Fruto com uma só semente
- 7a.** Pericarpo adnato (soldado) à semente em toda a sua extensão
..... **CARIÓPSE**
- 7b.** Pericarpo não soldado à semente em toda a sua extensão
- 8a.** Semente livre do pericarpo e pericarpo muito duro **NOZ**
- 8b.** Semente unida ao pericarpo em apenas um ponto e pericarpo fino
..... **AQUÊNIO**

- 2b.** Fruto deiscente ou partindo-se em segmentos contendo uma semente cada
- 9a.** Fruto derivado de um gineceu unicarpelar
- 10a.** Fruto abrindo por uma única fenda pela sutura do carpelo
..... FOLÍCULO
- 10b.** Fruto abrindo por duas fendas longitudinais ou partindo-se transversalmente em segmentos
- 11a.** Fruto abrindo por duas fendas longitudinais, ou seja, pela sutura e pela nervura do carpelo
..... LEGUME
- 11b.** Fruto partindo-se transversalmente em segmentos contendo uma semente cada
- 12a.** Fruto segmentando-se parcialmente, permanecendo uma armação formada pela nervura e pela sutura do carpelo, presa ao receptáculo .
..... CRASPÉDIO
- 12b.** Fruto segmentando-se totalmente em artículos
..... LOMENTO
- 9b.** Fruto derivado de gineceu bicarpelar a multicarpelar
- 13a.** Carpelos unidos no fruto imaturo, mas separando-se uns dos outros na maturação, cada um deles constituindo um mericarpo
..... ESQUIZOCARPO
- 13b.** Carpelos unidos, não se separando em mericarpos
- 14a.** Pericarpo com camada externa seca ou fibrosa ou coreácea a carnosa, que cedo ou tardiamente se abre expondo um ou mais caroços (semente envolvida pelo endocarpo duro
..... DRUPA DEISCENTE
- 14b.** Fruto destituído de caroço e abrindo-se para liberar as sementes
- 15a.** Fruto bilocular, abrindo-se por duas valvas que separam deixando persistente um septo mediano chamado replum, onde estão presas as várias sementes.....
..... SÍLIQUA

15b. Fruto com um a muitos lóculos, quando bilocular se septo mediano persistente ao abrir.....
..... CÁPSULA

com os seguintes tipos:

16a. Cápsula abrindo-se transversalmente, soltando a parte apical como uma tampa
..... CÁPSULA CIRCUNCISA OU PIXIDIO

16b. Cápsula abrindo-se de maneira diversa

17a. Cápsula abrindo-se por poros no ápice.....
..... CÁPSULA PORICIDA

17b. Cápsula abrindo-se longitudinalmente

18a. Valvas rompendo-se dos septos interloculares, permanecendo parte deste presa ao receptáculo
..... CÁPSULA SEPTÍFRAGA

18b. Valvas permanecendo unidas aos septos ao abrir

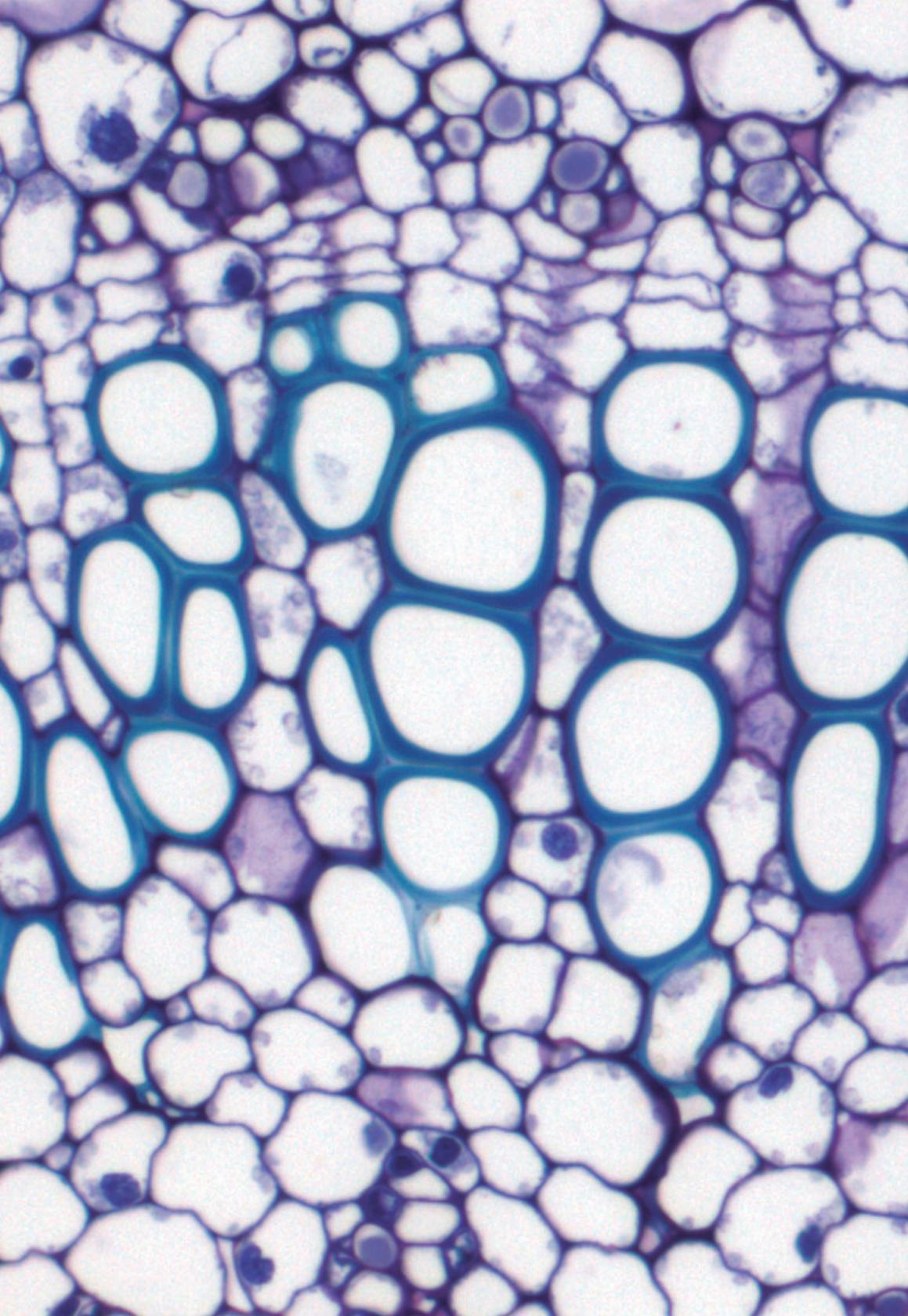
19a. Cápsula abrindo-se através dos septos (na soldadura dos carpelos
..... CÁPSULA SEPTICIDA

19b. Cápsula abrindo-se na região mediana do carpelo (entre os septos), ou fruto unilocular.....
..... CÁPSULA LOCULICIDA

1b. Fruto derivado de mais de um ovário de uma flor (gineceu apocárpico), ou derivado de várias flores concrecidas numa unidade de dispersão:

20a. Fruto derivado de mais de um ovário de uma só flor
..... FRUTO AGREGADO

20b. Fruto derivado de várias flores concrecidas
..... FRUTO MÚLTIPLO





AULA PRÁTICA

Morfologia da semente

O termo semente é usado para designar o conjunto formado pelo esporófito jovem (embrião), o tecido de reserva (endosperma), que pode estar ausente, e o envoltório protetor (tegumentos). É formada a partir do desenvolvimento do óvulo, após a fecundação da oosfera (reprodução assexuada), ou então de maneira autônoma (apomixia).

O objetivo desta aula é estudar a morfologia das sementes de espécies de eudicotiledônea e de monocotiledônea.

O aluno deverá observar as sementes inteiras e em seções longitudinais medianas, reconhecendo e esquematizando suas partes quando presentes: hilo, micrópila, rafe, carúncula, ala. Anotar características como cor, forma e tamanho.

1. *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae, eudicotiledônea);
2. *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell-Arg. (Euphorbiaceae, eudicotiledônea);
3. *Tabebuia* sp. (Bignoniaceae, eudicotiledônea);
4. *Carica* sp. (Caricaceae, eudicotiledônea);
5. *Passiflora* sp. (Passifloraceae, eudicotiledônea);
6. *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae, eudicotiledônea).
7. *Zea mays* L. (Poaceae, monocotiledônea)

REFERÊNCIAS

- Appezzato-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM. Anatomia vegetal. 2th ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa; 2006.
- Baltar SLSMA. Manual prático de morfoanatomia vegetal. São Carlos: Editora RiMa; 2006.
- Clark G. Staining procedures. 3th ed. Baltimore: The Williams & Wilkins Co.; 1973.
- Esau K.. Anatomia das plantas com sementes. São Paulo: Editora E. Blücher; 1974.
- Evert RF. Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.
- Gonçalves EG, Lorenzi H. Morfologia vegetal. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2011.
- Johansen DA. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill; 1940.
- Karnovsky, MJ. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. J. Cell Biol 1965 Nov.; 27(2): 1A-149A.
- Souza VC, Flores TB, Lorenzi H.. Introdução à botânica – morfologia. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2013.
- Souza VC, Lorenzi H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2008.
- Souza LA, Rosa SM, Moscheta IS, Mourão KSM, Rodella RA, Rocha DC, Miga L. Morfologia e anatomia vegetal. Ponta Grossa: Editora UEPG; 2005.



IMPrensa UNIVERSITÁRIA

IMPRESSO NA GRÁFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - ILHÉUS-BA

Este Manual Prático de Morfologia e Anatomia Vegetal foi elaborado com o propósito inicial de atender às necessidades na execução de atividades práticas por todos aqueles que se interessam pela Botânica. Fruto da ação conjunta de três pesquisadores da área que, ao longo de suas experiências, têm se deparado com o problema da utilização de informações morfoanatômicas de plantas pouco frequentes em nossa flora. Assim, este trabalho procura reunir uma série de exercícios práticos de Morfologia e Anatomia Vegetal com plantas brasileiras comuns.

ISBN 978-85-7455-423-5



9 788574 554235