

# CONSTRUINDO PROTOCOLOS PARA O ENSINO DE ANATOMIA VEGETAL ATRAVÉS DE PRÁTICAS LABORATORIAIS ACESSÍVEIS

*BUILDING PROTOCOLS TO TEACH PLANT ANATOMY THROUGH ACCESSIBLE LABORATORY PRACTICES*

*CONSTRUCCIÓN DE PROTOCOLOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA VEGETAL MEDIANTE PRÁCTICAS DE LABORATORIO ACCESIBLES*

**Raquel Dalla Costa da Rocha**

raqueldcr@utfpr.edu.br  
<https://orcid.org/0000-0002-0440-7583>  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Bruno Edson-Chaves**

bruno.edson@uece.br  
<https://orcid.org/0000-0001-6031-5336>  
Universidade Estadual do Ceará

**Ana Claudia Rodrigues**

ana.rodrigues@ufsc.br  
<https://orcid.org/0000-0002-2907-1203>  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Fernanda Maria Cordeiro de Oliveira**

fernanda.m.oliveira@ufsc.br  
<https://orcid.org/0000-0002-3884-9769>  
Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

Uma das preocupações dos professores no ensino de ciências são as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem resultantes, em partes de indisponibilidade de estrutura física e material. Particularmente, os conteúdos de Anatomia Vegetal tornam-se menos atrativos, devido à ausência de laminário e laboratórios equipados com microscópios. O presente trabalho teve como objetivo propor protocolos da preparação de lâminas histológicas com materiais alternativos e acessíveis, para observação das estruturas vegetais por meio de um microscópio artesanal. Para os protocolos foram utilizados materiais vegetais de fácil acesso e corantes alternativos encontrados em farmácia. As imagens anatômicas foram obtidas através do microscópio artesanal com uma câmera de celular acoplada, visando demonstrar sua qualidade e efetividade de uso. O uso das lâminas histológicas em sala de aula proporciona aprendizagem atrativa e motivadora, contribuindo para uma compreensão dos conteúdos mais complexos, possibilitando a minimização da Impercepção Botânica. Esta abordagem vem crescendo no ambiente educacional. Alternativas simples e de baixo custo oferecem uma ótima interação do professor com os alunos além da compreensão e proximidade destes com conteúdo que envolvem estruturas vegetais e Botânica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem; Aula prática; Botânica; Impercepção Botânica; Ferramenta Didática.

## ABSTRACT

*One of the concerns of teachers in science teaching is the difficulties in the teaching-learning process resulting, in part, from the unavailability of physical and material structure. Notably, plant anatomy content is less attractive due to the absence of a laminarium and laboratories equipped with microscopes. The present work aimed to propose protocols for the preparation of histological slides with alternative and accessible materials for the observation of plant structures using a homemade microscope. For the protocols, easily accessible plant materials and alternative dyes found in pharmacies were used. The anatomical images were obtained using a homemade microscope with an attached cell camera of cell phone to demonstrate its quality and effectiveness. Using histological slides in the classroom provides attractive and motivating learning, contributing to a better understanding of more*

doi: 10.22407/2176-1477/2024.v15.2440

Recebido em: 15/11/2023

Aprovado em: 18/01/2024

Publicado em: 31/01/2024

*complex content and enabling the minimization of Botanical Imperception. This approach has been growing in the educational environment. Simple and low-cost alternatives offer significant interaction between the teacher and students and their understanding and proximity to content involving plant structures and botany.*

**KEYWORDS:** *Learning; Practical class; Botany; Botanical Imperception; Didactic Tool.*

## **RESUMEN**

*Una de las preocupaciones de los profesores de enseñanza de las ciencias son las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje resultantes, en parte, de la falta de disponibilidad de estructura física y material. Particularmente, los contenidos de anatomía vegetal son menos atractivos, debido a la ausencia de láminas y microscopios. El presente trabajo propone protocolos para la preparación de láminas con materiales alternativos y accesibles, para la observación de estructuras vegetales por medio de un microscopio casero. Se utilizaron materiales de fácil acceso y colorantes alternativos que se encuentran en las farmacias. Las imágenes anatómicas se obtuvieron mediante un microscopio casero con cámara de celular adjunta, con el objetivo de demostrar su calidad y efectividad de uso. El uso de láminas histológicas en el aula proporciona un aprendizaje atractivo y motivador, contribuyendo a una mejor comprensión de contenidos complejos, posibilitando la minimización de la Impercepción Botánica. Este enfoque ha ido creciendo en el ámbito educativo. Alternativas sencillas y de bajo costo ofrecen una gran interacción entre el profesor y los estudiantes, así como su comprensión y cercanía a contenidos que involucran estructuras vegetales y botánica.*

**PALABRAS CLAVE:** *Aprendizaje; Clase práctica; Botánica; Impercepción Botánica; Herramienta Didáctica.*

## **INTRODUÇÃO**

As plantas são essenciais para os humanos, sendo utilizadas na alimentação, vestuário, construção civil, fonte de energia, combustível, o isolamento de princípios ativos para prevenção e cura de doenças, dentre outros (Rocha, 2017). Estima-se que 10% das plantas são utilizadas pelo ser humano (Mancuso, 2019). A área da Biologia que se dedica ao estudo das plantas é a Botânica, vista por muitos como um grande obstáculo no ensino de Ciências, sendo muitas vezes ensinada com abordagens que dificultam a aprendizagem dos conceitos pelos estudantes (Silva *et al.*, 2006), causando desinteresse pelo assunto (Moul; Silva, 2017).

Todavia, o processo de ensino-aprendizagem em Botânica muitas vezes é considerado um tema incipiente e entediante (Nantawanit *et al.*, 2012; Salatino; Buckeridge, 2016), demonstrando precariedade do ensino. Parte deste problema é atribuído à falta de estrutura física e material nas escolas para as aulas, bem como pela dificuldade de professores elaborarem aulas que proporcionem maior interesse aos alunos. A linguagem complexa aliada a abordagem memorística também tornam complicado o entendimento dos conteúdos, causando o desinteresse na maioria dos alunos (Borges, 2002; Gonçalves; Moraes, 2011; Machado; Amaral, 2015; Nascimento *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2020).

A negligência da Botânica na educação, priorizando os conteúdos da zoologia-zoochauvinismo, zoocentrismo, miopia Botânica ou impercepção Botânica – estabelece um paradigma: sem estímulo em ter conhecimento no tema os professores não conseguem socializar o conhecimento (Neves *et al.*, 2019), uma vez que em sua maioria, no aprendizado na área de Biologia, Zoologia e Botânica não são abordados na mesma proporção (Amprazis *et al.*, 2019; Jose *et al.*, 2019), tornando o conceito de impercepção Botânica (Ursi; Salatino, 2022), outrora designado como cegueira Botânica, mais evidente (Stanski *et al.*, 2016; Oliveira; Liesenfeld, 2020).

Cegueira Botânica foi um termo apresentado por Wandersee e Schussler em 2001, proveniente da neurofisiologia, o que seria uma condição de pré-definida nos humanos (Salatino; Buckeridge, 2016). Vasques *et al.* (2021) se referem a este como um fenômeno relacionado às questões sensoriais e cognitivas associada à educação biológica. No entanto, o que antes era designado como cegueira Botânica recentemente foi então sugerido a denominação "impercepção Botânica", a fim de superar o termo anterior, capacitista (Ursi; Salatino, 2022). Mas os sintomas atribuídos são os mesmos: como a não percepção das plantas no cotidiano, a visão de que as plantas são apenas cenários para a vida animal, a negligência da importância das plantas e a insensibilidade das características estéticas das plantas. Também compreende falta de disposição de apreciar as plantas, seja pela sua aparência ou pela falta de importância biológica que elas possuem para a natureza, tornando-as inferiores na visão humana, passivas (Nantawanit *et al.*, 2012) e insensíveis (Gagliano, 2013). E quanto menor o interesse pela Botânica, maior é o déficit de conhecimento no tema e com ele pode-se perder o hábito de práticas ambientais no futuro (Krosnick *et al.*, 2018).

Vasques *et al.* (2021) discutem a negligência com as plantas no ensino em referência a afinidade de professores de Biologia pela Zoologia. Mesmo reconhecendo a existência das plantas, não há uma disposição entre os indivíduos em aprofundar o tema Botânica (Corrêa *et al.*, 2020). Uno (2009) levanta a questão da falta de conhecimento básico e/ou complexo, o denominado "analfabetismo botânico" que também contribui para a dificuldade no ensino de Botânica. A inserção de recursos didáticos diferenciados pode resultar em uma melhoria na compreensão dos conteúdos abordados e no processo de ensino-aprendizado, pois estimula a participação e o senso crítico dos alunos, o que faz com que o ensino se dinamize (Gonçalves; Moraes, 2011), contribuindo com o interesse e o saber científico, além da associação de ideias.

No ensino de ciências um dos recursos didáticos mais utilizados é o livro didático. Um recurso didático é todo tipo de material utilizado para auxiliar o processo de ensino aprendizagem de um conteúdo, podendo desenvolver no aluno inúmeras capacidades (Nicola; Paniz, 2016; Isvoran *et al.*, 2016). Quando se considera que os recursos didáticos são de grande importância na evolução cognitiva do aluno, servindo como motivação, se atribui que essas ferramentas ou metodologias propiciam a compreensão dos conteúdos, tornando-os, muitas vezes, menos complexas (Silva *et al.*, 2017). Grande parte dos livros didáticos de Biologia para o ensino médio apresentam, nos conteúdos de Botânica, além de esquemas e desenhos, fotos de estruturas vegetais. No tocante da Anatomia Vegetal, é possível perceber que os livros didáticos apresentam imagens de estruturas observadas ao microscópio, porém muitas vezes descontextualizadas, sendo pertinente a elaboração de um esquema didático para esse tipo de conteúdo (Batisteti *et al.*, 2009). Assim, não há instigação no estudante para o estudo de tal conteúdo, o qual faz com que muitos não compreendam o motivo de se estudar Anatomia Vegetal (Dutra *et al.*, 2015).

A Anatomia Vegetal é o ramo da Botânica, que compreende o estudo estrutural das plantas, é de grande importância na compreensão dos processos fisiológicos, das relações filogenéticas e das adaptações das plantas ao ambiente, entre outras aplicabilidades (Raven *et al.*, 2014). A história da Anatomia Vegetal se confunde com a própria história da microscopia, visto que estes equipamentos são essenciais para os estudos em Anatomia Vegetal (Lima, 2010). No ensino, os conteúdos de Anatomia Vegetal são, geralmente, referenciados como difícil dentro dos conteúdos de Botânica, já que existem muitos nomes e conceitos. No entanto, a Anatomia Vegetal não deveria ser encarada neste viés, e sim como uma forma de entender a organização da diversidade vegetal e suas funções vitais na planta. Compreender a Anatomia Vegetal é visualizar as estruturas em duas dimensões, mas compreendê-las de forma tridimensional, abrangendo a sua relação com a função na planta (Ceccantini, 2006). Também é preciso salientar que para entender a Anatomia Vegetal muitas

vezes é necessário a visualização das estruturas em microscopia de luz, cujos equipamentos nem sempre são acessíveis às escolas de ensino básico. Também é necessário lâminas histológicas, que muitas vezes os professores e alunos não têm acesso (Oliveira *et al.*, 2022).

A produção de recursos didáticos para aulas práticas de Anatomia Vegetal pode estimular docentes e alunos ao tema Botânica, ampliando suas práticas pedagógicas e atendendo a demanda de aulas mais dinâmicas. A apresentação de lâminas de partes vegetais agrada os/as estudantes indicando resultado positivo para o uso de recursos didáticos como atlas de Anatomia Vegetal (Nascimento *et al.*, 2017), o mesmo pode ser observado na elaboração de Atlas Vegetal (Gonçalves; Moraes, 2011) e na utilização de Atlas Virtual para o estudo (Oliveira *et al.*, 2022).

Outros recursos que já foram propostos são os modelos didáticos que buscam enriquecer as aulas e torná-las mais atrativas, despertando o interesse na Botânica por meio da correlação à ecologia, adaptações evolutivas e estruturas morfológicas, como estruturas tridimensionais de órgãos vegetais feitas com imagens em papel (Ceccantini, 2006; Ventrella, 2016), modelos sintéticos de materiais vegetais (Silva *et al.*, 2016; Ribeiro; Carvalho, 2017; Manzonide-Almeida *et al.*, 2019), modelos didáticos feitos de tecido (Aguiar-Dias *et al.*, 2021), além de modelos didáticos adaptados para pessoas com deficiência visual (Edson-Chaves *et al.*, 2020). Além de modelos que simulam cortes histológicos e/ou estruturas em 3D, também existem alguns recursos didáticos que visam a maior participação dos estudantes, tais como o uso/produção de paródias durante as aulas (Lemos *et al.*, 2018) e aplicações de jogos didáticos (Silva; Moraes, 2011; Vieira; Corrêa, 2020). Equipamentos baratos e acessíveis para a utilização em sala de aula também são recursos didáticos bastante interessantes, como projetores de gotas (Dorta *et al.*, 2016) e microscópios artesanais (Limer, 2013; Gomes, 2015; Silva *et al.*, 2019; Putzke *et al.*, 2020).

A microscopia sempre foi um atrativo entre os alunos, além disso, a experimentação e a observação direta de materiais na área de Ciências Naturais são indispensáveis para uma formação de competência científica (Putzke *et al.*, 2020). No entanto, é necessário lembrar que apesar de indispensável, possui custo elevado para muitas escolas. Neste sentido, microscópios artesanais podem transformar a sala de aula em laboratórios para o desenvolvimento de atividades experimentais simples, práticas e viáveis, tornando o ensino dinâmico e envolvente (Silva *et al.*, 2019).

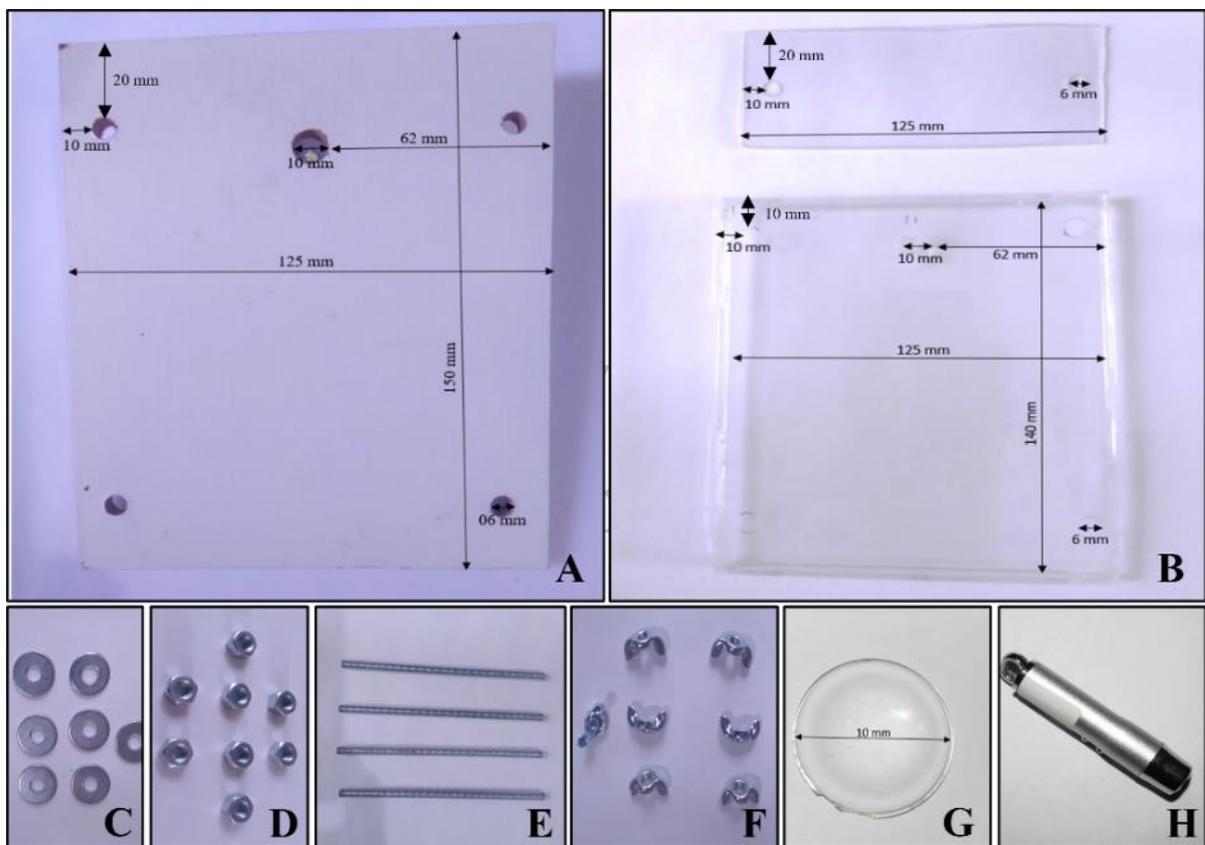
Diante dos argumentos em relação às dificuldades do ensino-aprendizagem de Botânica, especialmente no conteúdo de Anatomia Vegetal, o presente trabalho visa descrever e ensinar a montagem de microscópio artesanal simplificado, a partir de materiais acessíveis, bem como testar o uso do equipamento com algumas espécies vegetais de fácil acesso, a fim de identificar estruturas e ou tecidos vegetais que possam ser observados, será fornecido ainda um roteiro ilustrado para a confecção das lâminas a serem visualizadas. Esperamos que esses materiais possam ser utilizados em aulas práticas de Botânica com tema voltado para Anatomia Vegetal tornando a aprendizagem mais dinâmica e atrativo.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Material e montagem do microscópio artesanal

A construção do microscópio artesanal simplificado apresentada aqui é uma adaptação de metodologias de estruturação descritas por Limer (2013), Gomes, (2015) e Silva *et al.* (2019) Os materiais e componentes são acessíveis e de baixo custo, a fim de garantir a aplicabilidade do mesmo em sala de aula. Foram utilizados os seguintes materiais: 01 (uma)

plataforma estrutural para fixação dos materiais ópticos e eletrônicos, com as seguintes especificações: placa de MDF com espessura de 5 mm e lados de 150 mm x 125 mm; com 4 (quatro) furos (um em cada canto da placa) de 6 mm e 1 (um) furo de 10 mm entre dois furos do canto, no lado menor (Figura 1A); 1 (uma) plataforma acrílica para suporte da lâmina (sugestão: capa acrílica de CD com dimensão de 140 mm x 125 mm com 4 furos de 6 mm um em cada canto e 1 furo de 10 mm entre dois furos do canto, do lado menor); 1 (uma) plataforma acrílica para suporte de celular (sugestão: corte da capa acrílica de CD com dimensão de dimensão de 50 mm x 125 mm e 2 furos de 6 mm) (Figura 1B); 8 (oito) porcas e 8 (oito) arruelas lisas de 6 mm (Figura 1C-D); 4 barras de rosca com diâmetro de 6 mm e comprimento de 150 mm (Figura 1E); 8 (oito) porcas borboletas de 6 mm (Figura 1F); componente óptico (lente objetiva de caneta laser/ apontador a laser com 10 mm de diâmetro, Figura 1G) e componente eletrônico com LED cor branca (mini lanterna- Figura 1H), além de cola instantânea.

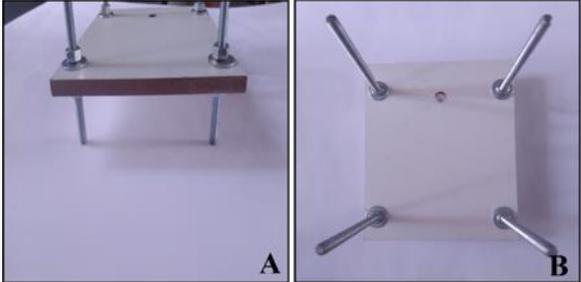
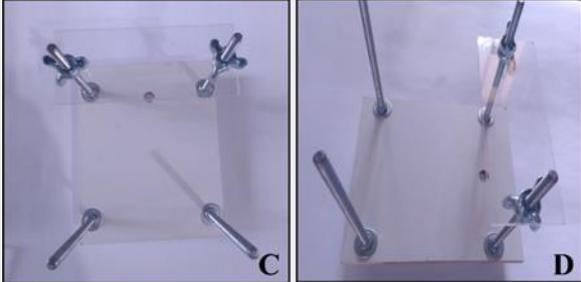
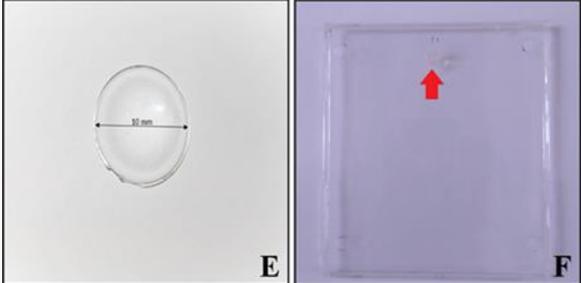
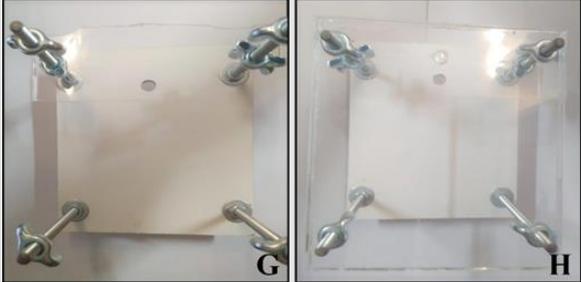


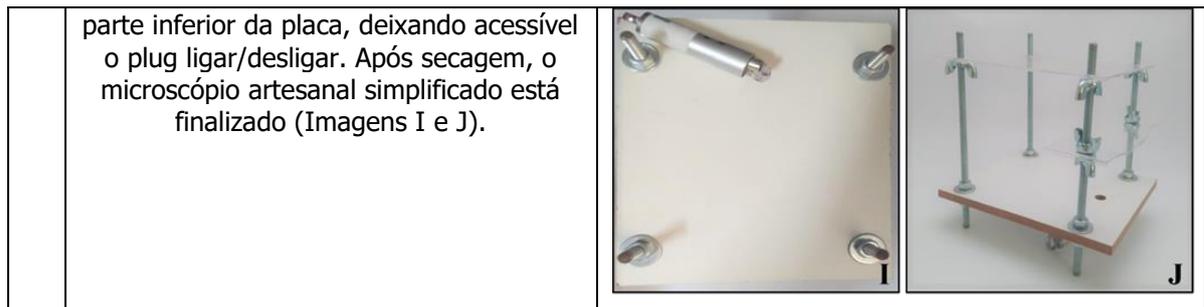
**Figura 1:** Material para a construção do microscópio artesanal simplificado. Plataforma estrutural para fixação dos materiais ópticos e eletrônicos feita de MDF (A), plataformas acrílicas para suporte da lâmina e para suporte do celular (B); porcas e arruelas lisas (C e D); barras de rosca (E); porcas borboletas (F); componente óptico (G) e componente eletrônico com LED cor branca (H)

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da separação e disposição dos materiais e componentes, segue-se a etapa de montagem conforme foto-documentação apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1:** Protocolo foto-documentado de montagem do microscópio artesanal simplificado.

	<b>PROCEDIMENTO</b>	<b>FOTO-DOCUMENTAÇÃO</b>
1	<p>Na plataforma estrutural de MDF, faça quatro furos próximos às 4 pontas (acomodarão as barras de rosca) e faça um furo central (lado menor) entre os furos que acomodarão as barras de rosca (Figura 1A). Insira as 4 barras de rosca nos furos de 6 mm que estão nos cantos da estrutura deixando na parte inferior uma altura de aproximadamente 30 mm; para fixação das barras de rosca nesta estrutura, utilize as arruelas lisas e porcas tanto na parte inferior como superior (Imagens A e B).</p>	
2	<p>Insira duas porcas borboletas com as asas para baixo nas duas barras próximo ao furo central da estrutura de MDF, a qual será colocado o foco de luz. As porcas borboletas deverão ficar cerca de 50 mm elevadas em relação ao MDF. Coloque a plataforma acrílica menor (50 mm x 125 mm) acima das porcas borboletas, fixando-a com as porcas borboletas com as asas para cima, uma em cada barra de rosca (Imagens C e D).</p>	
3	<p>Limpe a lente objetiva com álcool e um algodão. Com o auxílio de uma pinça e cola instantânea, cole a lente no furo de 10 mm feito na plataforma acrílica (140 mm x 125 mm). Deixe secar por alguns minutos (Imagens E e F).</p>	
4	<p>Insira porcas borboletas com as asas para baixo nas quatro barras de rosca, deixando aproximadamente 35 mm de distância da plataforma acrílica menor; em seguida insira, nas quatro barras, a plataforma de acrílico com a lente e fixando-a com porcas borboletas com asas para cima (Imagens G e H).</p>	
5	<p>Abra a mini lanterna e incline o LED, insira no furo de 10 mm feito na placa de MDF pela parte inferior da plataforma, cole com cola quente a mini lanterna na</p>	



Fonte: Elaborado pelos autores.

### Seleção do material vegetal e preparação das lâminas histológicas

A seleção do material vegetal é a primeira etapa do processo de preparação de lâminas para aulas práticas de Anatomia Vegetal. Neste trabalho, sugere-se as espécies ilustradas na Figura 2 (conferir Quadro 2), que foram selecionadas por serem facilmente encontradas em jardins, hortas e mercados. Além disso, apresentam estruturas anatômicas de fácil visualização e reconhecimento. Chama-se atenção que o material botânico utilizado deve estar em perfeitas condições fisiológicas após coleta até a utilização. Para tanto, pode ser armazenado em recipiente com água ou acondicionado em saco plástico e mantido sob refrigeração até o momento do uso.



**Figura 2:** Material vegetal selecionado para o preparo das aulas práticas: A – *Tradescantia* sp; B – *Salvia officinalis* L.; C – *Chrysanthemum anethifolium* (Willd.) Brouss. ex Steud.; D – *Paphiopedilum* sp; E – *Mentha* sp; F – *Lavandula* sp; G - *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf; H - *Solanum tuberosum* L.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a preparação das lâminas, utilizou-se a metodologia clássica de cortes à mão livre com e sem coloração, como sumarizado no trabalho de Kraus e Arduin (1997). Assim, as técnicas consistiram em raspagens, secções paradérmicas, transversais e longitudinais de órgãos vegetativos utilizando-se lâmina (navalha) de barbear conforme Quadro 2.

**Quadro 2:** Plantas, órgãos vegetativos e seções selecionadas para o preparo das aulas práticas e técnica e colorações.

MATERIAL VEGETAL	ÓRGÃO	TÉCNICA	COLORAÇÃO
<i>Tradescantia</i> sp. (Commelinaceae - Tapete de viúva)	Folha	Secção paradérmica (adaxial/abaxial) e longitudinal	Ausente
<i>Salvia officinalis</i> L. (Lamiaceae - Sálvia)	Limbo foliar/ Pecíolo	Secção transversal/ Raspagem	Ausente
<i>Chrysanthemum anethifolium</i> (Willd.) Brouss. ex Steud. (Asteraceae - Margaridinha)	Caule	Secção transversal	Azul de metileno/ Violeta genciana/ Fúcsia
<i>Paphiopedilum</i> sp. (Orchidaceae - Sapatinho)	Raiz	Secção transversal	Ausente/Azul de metileno
<i>Mentha</i> sp. (Lamiaceae - Hortelã)	Folha	Secção transversal	Ausente
<i>Lavandula</i> sp. (Lamiaceae - Lavanda)	Folha	Secção transversal/Raspagem	Ausente
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf (Poaceae - Capim limão, Capim cidreira)	Folha	Secção transversal, longitudinal e paradérmico (abaxial)	Ausente/Azul de metileno
<i>Solanum tuberosum</i> L. (Solanaceae - Batata inglesa)	Caule	Raspagem	Iodo

Fonte: Elaborado pelos autores.

Parte do material seccionado foi observado ao natural (sem coloração alguma) e parte seguiu os procedimentos de coloração, conforme a sequência: (i) clarificação em hipoclorito de sódio 50% (15-30 minutos), (ii) lavagens com água, (iii) coloração por meio de corantes e reagentes que podem ser encontrados em farmácias (violeta genciana 1%, solução de azul de metileno 1%, solução de iodo 5%, e/ou solução fúcsia 1%), (iv) lavagens com água para retirar o excesso de corante, e (v) montagem em lâmina e lamínula comerciais. A montagem das lâminas com os cortes foi realizada com água como meio.

Além do material já descrito, ao longo do processo também foram utilizados pincel cerda redonda nº 02, copo plástico descartável para acomodar as seções durante o processo de clarificação, bem como tampas de potes plásticos descartáveis utilizados como alternativa para placa Petri na coloração.

O protocolo de aulas práticas foi foto-documentado e descrito com as adaptações realizadas como as seleções de materiais convenientes à aula, utilização de corantes alternativos, procedimentos metodológicos adotados, secção de materiais, dicas de preparo e montagem de lâminas, coloração e a utilização do microscópio construído. Todas as imagens anatômicas foram obtidas através do microscópio artesanal com uma câmera de celular acoplada, visando demonstrar sua qualidade e efetividade de uso.

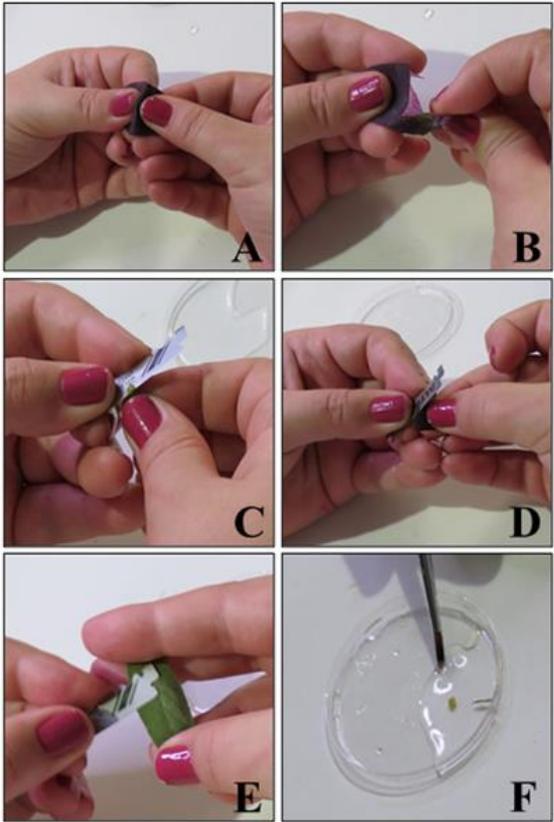
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

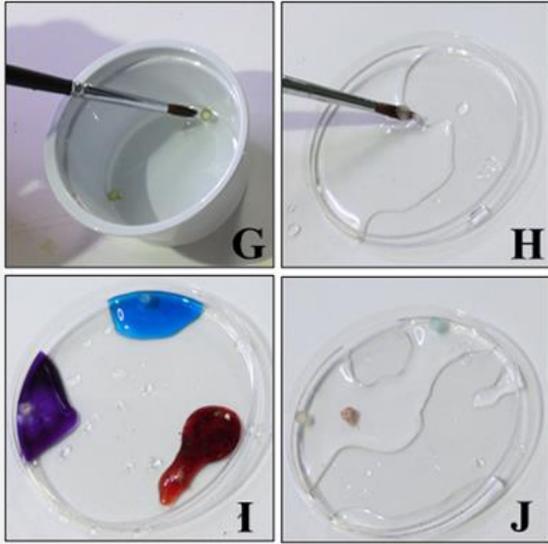
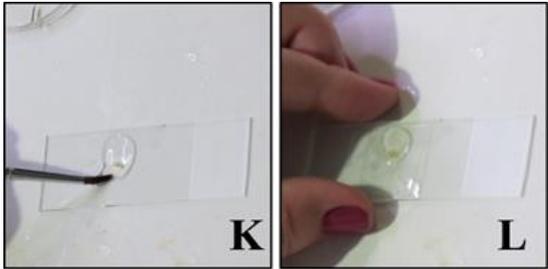
A preparação das lâminas histológicas foi dividida em três etapas para a inserção no protocolo foto-documentado, conforme Quadro 3. As etapas de preparação das lâminas histológicas são pontos importantes na observação das estruturas vegetais. A necessidade de clarificação e coloração das seções dependem muito das características físicas e químicas da planta e da secção que pretende ser observada, bem como da estrutura (célula/tecido) que se almeja observar. O corte à mão livre das amostras vegetais muitas vezes não permite

espessura muito fina, principalmente em cortes de folhas finas e frágeis, como no caso da sálvia, menta e lavanda, o que dificulta a sequência de preparação. Essa técnica é simples e rápida, porém requer habilidades manuais que melhoram com a prática.

Dentre as secções mais facilmente realizadas, destaca-se a folha da *Tradescantia* sp. (Tapete de viúva - Figura 3) que, por ser suculenta, a separação da epiderme pode ser feita a partir de uma dobra na folha. Além disso, devido a presença de antocianinas, não há necessidade do processo de coloração. Assim, é um excelente material vegetal para aulas práticas, o que também é observado por autores na literatura que demonstram lâminas histológicas com estruturas internas desta planta (Apezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012).

**Quadro 3:** Protocolo foto-documentado de preparação de lâminas histológicas.

	PROCEDIMENTO	FOTO-DOCUMENTAÇÃO
<b>Secionamento e Raspagem</b>	<p>Retire um pedaço do material vegetal com um estilete ou faca. Retire uma lâmina de barbear da caixa e, antes de desembulhá-la, quebre-a em duas metades.</p> <p><u>Secções paradérmicas (<i>Tradescantia</i> sp.):</u> Envergar as folhas até seu rompimento (Imagem A), puxar o restante da folha ficando apenas a fina camada epidérmica (Imagem B).</p> <p><u>Secções transversais e longitudinais:</u> Com uma das metades da lâmina de barbear, remova do material vegetal uma amostra com aproximadamente 1 cm de largura por 5 cm de comprimento. Segure a amostra com uma de suas mãos, pressionando com o polegar e o indicador. Segure a lâmina de barbear com o polegar e o indicador da outra mão. Realize movimentos para trás e para frente de forma a deslizar a lâmina sobre a amostra, permitindo cortes mais finos (Imagens C e D), faça cortes em apenas um sentido evitando "serrar" a amostra. Para amostra mais fina e delicada, utilize isopor (ou pecíolo de Embaúba) para dar firmeza, para tanto, coloque a amostra entre o isopor e realize as secções.</p> <p><u>Raspagem:</u> Com a lâmina de barbear raspe a amostra removendo material da epiderme do material vegetal (Imagem E). Coloque a água em uma tampa plástica e deposite as amostras (secções ou raspagens) com o auxílio do pincel para etapas posteriores (Imagem F).</p>	

<p><b>Coloração</b></p>	<p>Caso opte em aumentar o contraste geral ou visualização de alguma substância específica, deve-se proceder à coloração. Deposite os cortes mais finos com a ajuda de um pincel em um pote plástico contendo solução aquosa de hipoclorito de sódio (água sanitária) 30% ou 50% para clareamento do tecido (Imagem G) por aproximadamente 30 minutos, podendo variar com a espessura do corte. Após atingir total transparência, retire os cortes e lave-os com água até não haver mais odor de hipoclorito de sódio (Imagem H). Pegue os cortes com o pincel e coloque na tampa plástica de tal forma que reste o mínimo de água, mas que os cortes não sequem. Pingue de 3 a 5 gotas de corante (azul de metileno 1% ou violeta genciana 1% ou fúcsia 1%). Estes corantes irão realçar as paredes celulares do material. Lave os cortes com água (Imagem J). O tempo de coloração é de 5 minutos (Imagem I).</p> <p>Especificamente para a observação dos amiloplastos, deve-se escolher o material "batata-inglesa" e se deve usar diretamente a solução de iodo 5% nas secções, sem realizar a clarificação. Não há a necessidade de lavar as secções com solução de iodo.</p>	
<p><b>Preparação das lâminas</b></p>	<p>Coloque uma ou duas secções sobre o centro da lâmina histológica, tomando o cuidado para que as secções não se sobreponham (Imagem K). Coloque mais umas duas gotas de água sobre as secções com o auxílio do pincel, em seguida cubra lentamente com a lamínula (Imagem L), tomando o devido cuidado para não se formarem bolhas. Remova o excesso de água encostando o papel toalha do lado da lâmina e lamínula.</p>	
<p><b>Observação no microscópio</b></p>	<p>Apoie a lâmina recém montada na placa de acrílico menor (inferior) com a secção alinhada à lente da plataforma superior (Imagem M). Apoie o celular na placa superior, com a câmera fotográfica traseira do celular alinhada à lente (Imagem N). Utilize as ampliações disponíveis no aplicativo de câmera do celular para dar zoom na amostra. Caso a amostra não esteja no foco correto, utilize as porcas borboletas para movimentar a placa acrílica inferior e/ou superior.</p>	

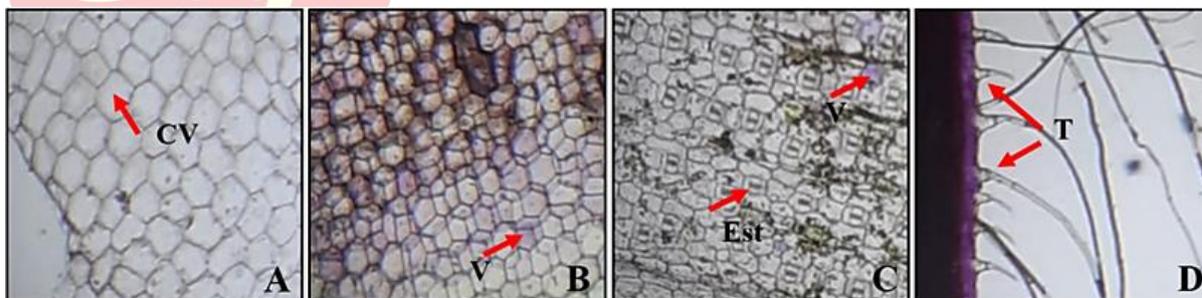
Fonte: Elaborado pelos autores.

Em secções paradérmicas abaxiais, além das células epidérmicas ordinárias, é possível observar a presença de estômatos. Assim, com estas secções, é possível fazer uma abordagem de forma (observação dos estômatos) e função (fisiologia - conteúdo de transpiração). É possível que outras folhas suculentas (p. ex. *Peperomia* sp. - *Piperaceae* e *Crassula* sp. - *Crassulaceae*) também apresentem esta facilidade de cortes e com potencial para serem usados nas aulas práticas.

Das secções transversais/longitudinais do material que selecionamos, os melhores são: o caule da margaridinha e a raiz de orquídea. Estes como apresentam uma leve rigidez, são de fácil corte para indivíduos com pouca habilidade. Assim, possibilitam secções mais finas e permitindo a clarificação com o hipoclorito e a coloração com os corantes alternativos. A batata inglesa também se mostrou ser um material bastante fácil de se realizar a prática, uma vez que as secções não precisam estar perfeitamente no mesmo nível, visto que se objetiva-se observar os grãos de amido (amiloplastos) no interior da célula vegetal.

Porém, mesmo que os cortes realizados manualmente com a lâmina de barbear não apresentem espessura extremamente fina, é possível observar algumas estruturas vegetais no microscópio. Assim, o que se sugere fazer vários cortes e selecionar os melhores para a observação. Conforme Cortez *et al.*, (2016) e Lemos e Edson-Chaves (2022), os cortes à mão permitem observar tecidos e células em planos bidimensionais, contudo, há necessidade de avaliar vários tipos de secções para se ter uma visão geral da estrutura.

Na aula prática, o professor pode optar por preparar com antecedência algumas lâminas histológicas dos materiais mais difíceis de serem seccionados e permitir aos estudantes exercitarem os procedimentos de preparações de tecidos vegetais que apresentam maior facilidade de manuseio, corte e coloração, como é o caso da folha Tapete de viúva (Figura 3) e de partes vegetais como caules e raízes.



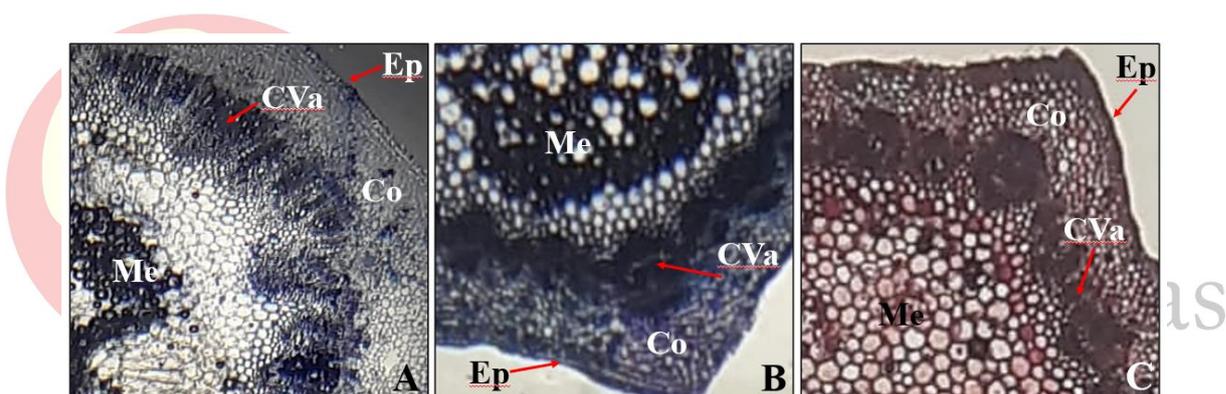
**Figura 3:** Lâminas de *Tradescantia* sp. A-B: Secções paradérmicas da face adaxial; C: Secção paradérmica da face abaxial; D: Secção longitudinal na lateral da folha. CV: Célula Vegetal; V: Vacúolo pigmentado (antocianina); Est: Estômato; T: Tricoma

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas secções paradérmicas foi possível observar as células epidérmicas ordinárias com suas paredes celulares bem evidentes (Figura 3A e B). Tais células podem apresentar vacúolos com pigmento (antocianina, responsáveis pela coloração púrpura) em seu interior – tanto na face adaxial (maior quantidade) como na abaxial (Figura 3C). Estômatos (Figura 3C) estão distribuídos em faixas, apenas na face abaxial, característica de folhas hipoestomáticas. Na secção longitudinal (Figuras 3D) é possível identificar os tricomas não glandulares (tectores) de tamanhos variáveis na epiderme adaxial da folha. Tal observação já havia sido realizada por Alves *et al.* (2001). As folhas de *Tradescantia* sp. em secções paradérmicas podem ser consideradas excelente material vegetal para utilização em aula prática. A planta em si é de

fácil acesso e suas folhas carnosas facilitam os cortes pela lâmina de barbear e a separação de ambas as faces da epiderme. Assim, as lâminas montadas permitiram a observação das células epidérmicas ordinárias, que apresentam coloração púrpura sem necessidade de corantes. O microscópio artesanal simplificado também se mostrou eficaz para a observação.

No caso da espécie *Chrysanthemum anethifolium*, o órgão utilizado foi o caule, com diferentes colorações (Figura 4). É possível observar que as colorações facilitam a observação das paredes celulares, sobretudo das células parenquimáticas do córtex e da medula. Também é possível distinguir a epiderme e o cilindro vascular, embora as células dos tecidos xilema e floema não sejam distintas. Por se tratar de um microscópio que não possui diferentes conjuntos de lentes objetivas, com diferentes aumentos, não há o aumento ideal para ver com nitidez todas as células dos diferentes tecidos. Ainda assim, se mostra eficiente para utilização em aulas práticas do ensino básico, pois é possível observar diferentes tipos celulares e identificar algumas regiões dos órgãos, como a medula (Me) e o córtex (Co). Também é possível verificar a presença de epiderme (Ep) e do cilindro vascular (Cva). Este material pode ser considerado uma boa alternativa para material vegetal quando corado com um dos três corantes alternativos (azul de metileno, violeta genciana ou fúcsia), além de ser fácil o manuseio dos cortes. No caso deste material, é possível utilizar para demonstração de organização anatômica de um caule (mostrando os feixes vasculares para diferenciar de uma raiz, por exemplo), ou até mesmo para mostrar o tecido parenquimático.

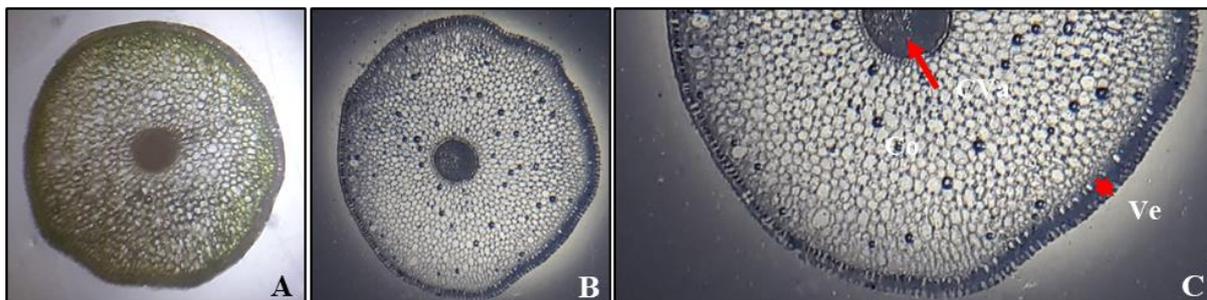


**Figura 4:** Lâminas de *Chrysanthemum anethifolium*. A - Secção transversal do caule com coloração de azul de metileno; B – Secção transversal do caule com coloração de violeta genciana; C – Secção transversal do caule com coloração de fúcsia. Ep: Epiderme; Me: Medula; Co: Córtex; Cva: Cilindro vascular

Fonte: Elaborado pelos autores.

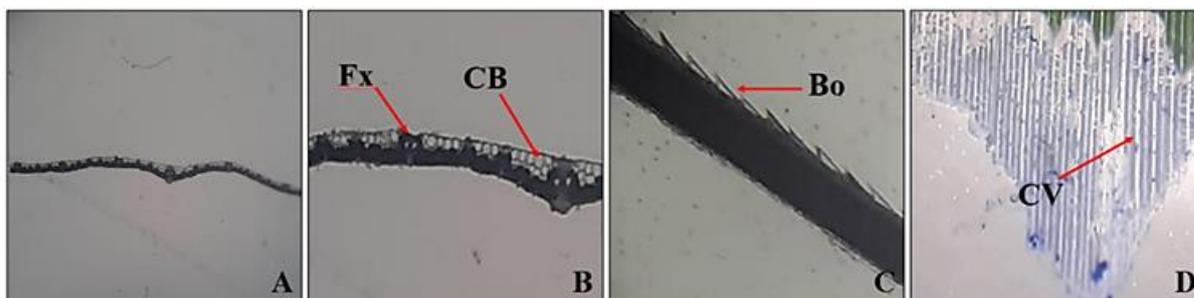
O protocolo da produção de lâminas histológicas a partir de secções transversais da raiz de *Paphiopedilum* sp. foi similar ao realizado para o caule de *Chrysanthemum anethifolium*, sem utilização de corantes e como corante alternativo - a solução de azul de metileno 1% (Figura 5). A amostra escolhida era viçosa, com coloração verde claro e livre de manchas. Nas secções transversais observadas é possível observar a presença de velame (Ve), característico de Orchidaceae, bem como a região cortical (Co) e do cilindro vascular (Cva - Figura 5A e C). Neste caso, apesar do cilindro vascular ficar bastante escurecido, pois suas células são menores e, assim, se tornam mais difíceis de se obter uma secção delgada, é possível utilizar o material para apresentar uma estrutura anatômica de raiz. Também é interessante para apresentar algumas modificações anatômicas adaptativas em relação a forma de vida epífita, já que o velame é bastante perceptível. Poderia ser um material a ser utilizado para contrastar

com o corte de caule de *Chrysanthemum anethifolium*, a fim de mostrar que são órgãos diferentes.



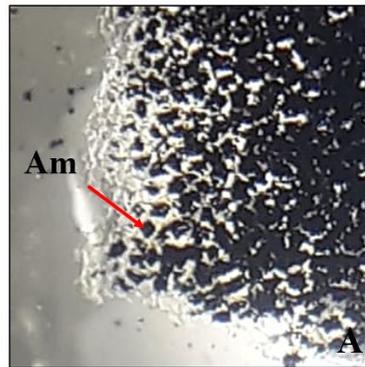
**Figura 5:** Lâminas de *Paphiopedilum* sp. A Secção transversal da raiz sem coloração; B e C – Secção transversal da raiz com coloração de azul de metileno. Co: Córtex; Cva: Cilindro vascular; Ve: Velame  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas secções transversais da folha de *Cymbopogon citratus* (Figura 6A e B), é possível observar células epidérmicas maiores denominadas células buliformes, além dos feixes vasculares. Este material, apesar de se apresentar mais firme, se mostrou mais complicado de se obter boas secções transversais, possivelmente pela sua rigidez e presença de sílica em suas paredes epidérmicas. Ainda assim, é um material bastante interessante para demonstrar a estrutura anatômica geral de uma folha, de como os feixes vasculares estão distribuídos, associando inclusive com a nervação paralelinérvica das monocotiledôneas. Também é possível observar as células buliformes e, durante a aula prática, é possível fazer o paralelo com o movimento das folhas e Poaceae, que tentam a se enrolar em si quando em alta exposição solar e/ou déficit hídrico, instigando os alunos. Na Figura 6C observa-se a região do bordo foliar serrado, com células de pontas agudas, assim como o observado por Duarte e Zaneti (2004). Na figura 6D observa-se as células epidérmicas da face abaxial da folha com formato retangular, não sendo possível visualizar os estômatos. Desta forma, a folha de capim limão pode ser considerada excelente material vegetal para visualização de algumas estruturas, como células buliformes e os tricomas do tipo espinho, típicos de Gramíneas, na região do bordo.



**Figura 6:** Lâminas de *Cymbopogon citratus*. A e B - Secções transversais da folha sem coloração; C – Secção longitudinal da folha sem coloração; D – Secção longitudinal da folha com coloração de azul de metileno. Fx: Feixe vascular; CB: Células buliformes; Bo: Bordo esclerificado. CV: célula vegetal  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 7 se observa as secções transversais do caule tuberoso de *Solanum tuberosum* com células do parênquima amilífero contendo grãos de amido, resultado da reserva de amido acumulado em seus amiloplastos. A coloração azul enegrecida é resultado da complexação do amido na célula com o iodo da solução. A batata também pode ser considerada um excelente material vegetal para visualização em lâminas histológicas, devido a facilidade de se obter cortes finos e a simplicidade do procedimento de coloração com iodo para observação dos grãos de amido.

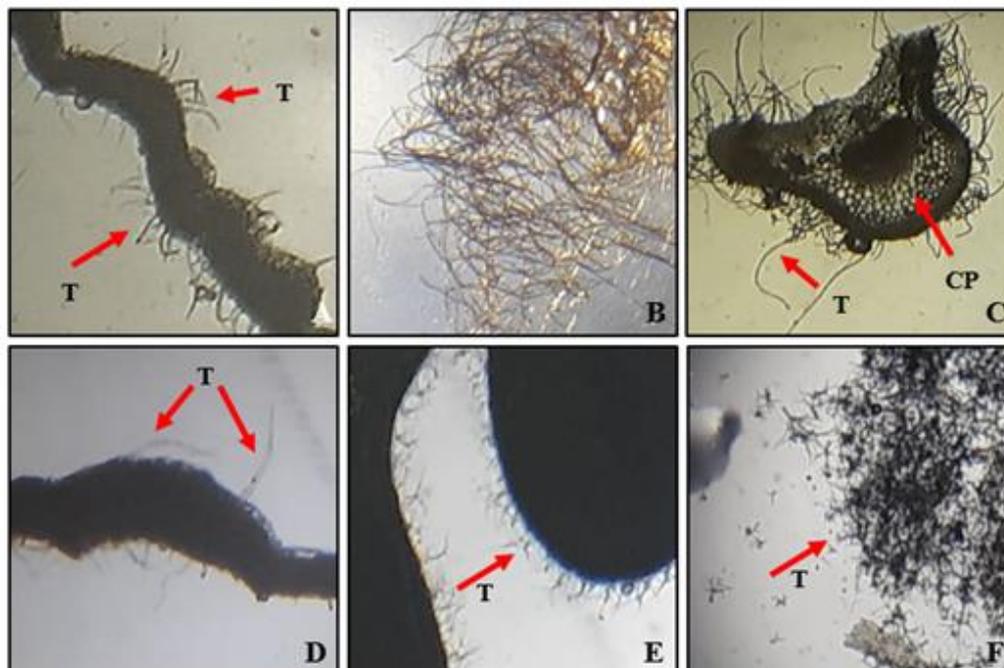


**Figura 7:** Lâmina de *Solanum tuberosum* (Solanaceae). Secção transversal do caule com coloração de solução de iodo. Am: Amiloplastos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas lâminas histológicas das amostras vegetais *Salvia officinalis*, *Mentha* sp. e *Lavandula* sp. não há qualidade suficiente para a observação dos tecidos vegetais (Figura 8), possivelmente devido às secções a mão livre terem ficado grossas, o que dificultaria a visualização seja em microscópio artesanal ou não. Assim, estas plantas não são indicadas para a secção a mão livre num primeiro momento, mas sim após a prática para que se obtenha secções mais delgadas e adequadas para a visualização no microscópio. Nestas três amostras vegetais verificou-se dificuldade nos cortes transversais das folhas por serem estreitas e finas. Ainda assim, foi possível observar tricomas nas folhas. As Figuras 8A e 8B apresentam os tricomas em uma secção transversal da folha e em lâmina após raspagem dessa folha. Na lâmina da secção transversal do pecíolo da *Salvia officinalis* (Figura 8C) foi possível visualizar tricomas em todo o sistema de revestimento (epiderme) e células parenquimáticas, não sendo possível a visualização em maior detalhe do sistema vascular por meio do microscópio artesanal simplificado.

O microscópio permite observar a presença de tricomas (glandulares e não glandulares) nas folhas de *Mentha* sp. e *Lavandula* sp. (Figuras 8D – F). Esses tricomas apresentam diferentes tamanhos e formas, mas devido à espessura das secções não é possível descrevê-los com maiores detalhes. O que difere de observações realizadas em microscópio eletrônico de varredura e/ou microscópio óptico (Martins, 2002; Deschamps et al., 2006; Fragoso-Martinez, 2011; Riva et al., 2014; Duarte; Siebernrock, 2016) em que é possível observar com nitidez tais tricomas. Apesar do resultado observado por nós não ser o mais propício para a utilização em sala de aula, acredita-se que, à medida que o professor vai se apropriando das técnicas de secção à mão livre e, assim, obtendo maior prática, estes materiais poderiam ser seccionados obtendo melhor resultado. Também há a possibilidade de se preparar (seccionar e montar a lâmina) do material previamente à aula, o que aumenta as chances de se obter secções delgadas o suficiente para a observação no microscópio. Estas espécies são interessantes para a utilização em sala de aula, uma vez que são plantas do cotidiano do aluno e que tem interesse medicinal, despertando assim maior curiosidade aos alunos.



**Figura 8:** Lâminas de *Salvia officinalis*: A - Secção transversal da folha; B – Raspagem da folha; C – Secção transversal do pecíolo; Lâminas de *Mentha* sp. (Lamiaceae): D - Secção transversal da folha sem coloração; Lâminas de *Lavandula* sp. (Lamiaceae): E - Secção longitudinal da folha; F – Tricomas raspados da folha; CP: Células Parenquimáticas; T: Tricoma

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em geral, o material utilizado neste trabalho foi bastante informativo para demonstrar o conteúdo de célula vegetal, no ensino básico. Isto porque em todas as secções foi possível observar algum tipo de célula vegetal, como por exemplo as amostras vegetais que tratam das células epidérmicas, principalmente na *Tradescantia* sp., cujas paredes celulares e vacúolos pigmentados (antocianinas) são facilmente reconhecidas. Também a folha de *Cymbopogon citratus* com suas células retangulares na epiderme em secções paradérmicas, e as células buliformes observadas em secções transversais, característica de gramíneas, são bons exemplos. Além disso, é possível mostrar a presença de plastídeos (amiloplastos) que são facilmente observados na batata quando corados com iodo. A folha de *Tradescantia* sp. também é indicada para a observação de estômatos (na face abaxial) e correlacionar com o conteúdo de transpiração vegetal. Resultados semelhantes a outros estudos da literatura (Alves *et al.*, 2001; Duarte; Zaneti, 2004; Appezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012).

É importante, para o sucesso da prática, a seleção do material vegetal a ser analisado. Plantas como tapete de viúva (*Tradescantia* sp.), capim limão (*Cymbopogon citratus*), margaridinha (*Chrysanthemum anethifolium*), orquídea (*Paphiopedilum* sp.) e batata (*Solanum tuberosum*), propostas neste estudo, se apresentaram com ótimas sugestões para confecção de lâminas histológicas para aulas práticas de Anatomia Vegetal. Isto porque são de fácil seccionamento e preparação, além de visualmente apresentarem maiores possibilidades de observação das estruturas internas. Além disso, a preparação de lâminas histológicas pode ser uma ferramenta bastante útil no processo de ensino-aprendizagem da Botânica. Wandersee e Schussler (2001) ressaltam que um ensino interativo, significativo e bem planejado voltado o ensino das plantas pode superar a não percepção das plantas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recursos didáticos planejados para tornar a aula mais atrativa e interessantes aos educandos contribuem para que aluno apresente interesse pelo conteúdo trabalhado em sala de aula. Esta abordagem vem crescendo no ambiente educacional. Alternativas simples e de baixo custo tanto como a montagem do microscópio e confecção de lâminas histológicas a partir de plantas do cotidiano, como de jardins e hortas, oferecem uma ótima interação do educador com os educandos além da compreensão e proximidade destes com conteúdo que envolvem estruturas vegetais e Botânica.

A partir do momento em que o aluno tem a oportunidade de observar diferentes tipos de células vegetais, bem como suas principais características, como parede celular, vacúolo, plastídios, em um equipamento de fácil acesso, mesmo que eventualmente não esteja tão nítido, este conteúdo passa a ser vivenciado pelo aluno, trazendo novas sensações e motivações para estudá-lo. Assim, de maneira ampla, pode-se dizer que a proposta apresentada é efetiva para driblar as dificuldades do ensino de Botânica, ampliando a possibilidade de aulas práticas, tornando o aprendizado mais dinâmico e interessante. Desta maneira, acredita-se que o protocolo foto-documentado com os materiais vegetais selecionados pode contribuir na minimização da impercepção Botânica e no interesse da sociedade frente à conservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR-DIAS, Ana C. A.; GARIBALDI, Renan; SILVA, Andrews V. S.; GONÇALVES, Maria L. A. Botânica no Pano – a Anatomia Foliar na palma da mão. **Botânica Pública**, v. 2, p. 1-13, 2021.

ALVES, Edenise S.; GIUSTI, Paula M.; DOMINGOS, Marisa; SALDIVA, Paulo H. N.; GUIMARÃES, Eliane T.; LOBO, Débora J. A. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, n. 1, p. 567-576, 2001.

AMPRAZIS, Alexandros; PAPADOPOULOU, Penelope; MALANDRAKIS, George. Plant blindness and children's recognition of plants as living things: a research in the primary schools context. **Journal of Biological Education**, v. 55, n. 2, p. 1-16, 2019.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra M. **Anatomia Vegetal**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2012. p. 408.

BALAS, Benjamin; MOMSEN, Jennifer L. Attention "Blinks" Differently for Plants and Animals. **CBE: Life Sciences Education**, v. 13, n. 3, p. 437-443, 2014.

BATISTETI, Caroline B.; ARAÚJO, Elaine S. N.; CALUZI, João J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 17-42, 2009.

BORGES, Antônio T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CECCANTINI, Gregório. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006

CORRÊA, André M.; NETO, Wayler M. P.; ALVES, Luiz A. A cegueira Botânica nas vias de escalada de Unidades de Conservação da Cidade do Rio de Janeiro. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, 2019.

CORTEZ, Priscila A.; SILVA, Delmira da C.; CHAVES, Alba L. F. **Manual prático de morfologia e Anatomia Vegetal**. 1 ed. Ilhéus: Editus, 2016. p. 92.

DESCHAMPS, Cícero; ZANATTA, Jorge L.; ROSWALKA, Luciane; OLIVEIRA, Marisa de C.; BIZZO, Humberto R.; ALQUINI, Yedo. Densidade de tricomas glandulares e produção de óleo essencial em *Mentha arvensis* L., *Mentha x piperita* L. e *Mentha* cf. *aquatica* L. **Ciência e Natura**, v. 28, n. 1, p. 23-34, 2006.

DORTA, Marcel P.; SOUSA, Edi C. P. de.; MURAMATSU, Mikiya. O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, p. e4503-1, 2016.

DUARTE, Márcia do R.; SIEBERNROCK, Maria C. N. Aspectos microscópicos de folha e caule de *Salvia microphylla* kunth, Lamiaceae. **Visão Acadêmica**, v.17, n.1, p. 5-18, 2016.

DUARTE, Márcia. do R.; ZANETI, Carina C. Estudo farmacobotânico de folhas de capim-limão: *Cymbopogon citratus* (DC.) STAPF, POACEAE. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 2, p. 117-124, 2004.

DUTRA, Valquíria F.; IGLESIAS, Diego T.; CHAGAS, Aline P.; THOMAZ, Luciana D. **Botânica 2: Biologia das plantas vasculares**. 1. ed. Vitória: UFES, 2015. p. 220.

EDSON-CHAVES, Bruno; ALVES, Ananda C.; ALMEIDA, Fabiana B. B.; LEMOS, Viviane O. T.; LUCENA, Eliseu M. P.; PANTOJA, Lydia D. M. Aula prática de Anatomia Vegetal para deficientes visuais e videntes através de modelos tridimensionais. In: SILVA-MATOS, Raissa R. S.; OLIVEIRA-NETO, Edson D.; SOUZA, Geisa M. M. (Orgs.) **Diversidade de Plantas e Evolução**. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 1-16.

FRAGOSO-MARTINEZ, Itzi. **Revisión taxonómica de la sección Membranaceae del género *Salvia* en México**. 2011. Tesis (Doutorado de Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 2011.

GAGLIANO, Monica. Seeing Green: The Re-discovery of Plants and Nature's Wisdom. **Societies**, v. 3, n. 1, p. 147-157, 2013.

GOMES, Allan P. IF **Goiano expõe protótipo de microscópio feito com celular**. Instituto Federal Goiano, 2015. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/component/content/article/57-destaque/1102-if-goiano-expoe-prototipo-de-microscopio-feito-com-celular>. Acesso em: 05 de fev. 2023.

GONÇALVES, Hericka F.; MORAES, Moemy. G. de. Atlas de Anatomia Vegetal como recurso didático para dinamizar o ensino de Botânica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1608-1619, 2011.

ISVORAN, Adriana; TULBURE, Cristina. Specific uses of internet resources for teaching biology. **Annals of West**, v. 19, n. 2, p. 125-131, 2016.

JOSE, Sarah B.; WU, Chih-Hang.; KAMOUN, Sophien. Overcoming plant blindness in science, education, and society. **Plants, People, Planet**, v. 1, n. 3, p. 169-172, 2019.

KRAUS, Jane E.; ARDUIN, Marcos. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. 1 ed. São Paulo: Seropédia – EDUR, 1997. p. 198.

KROSNICK, Shawn E.; BAKER, Julie C.; MOORE, Kelly R. The Pet Plant Project: Treating Plant Blindness by Making Plants Personal. **The American Biology Teacher**, v. 80, n. 5, p. 339-345, 2018.

LEMONS, Viviane de O. T.; LUCENA, Eliseu M. P.; BONILLA, Oriel H., MENDES, Roselita S. M.; EDSON-CHAVES, Bruno. Paródias como facilitador no processo ensino-aprendizagem de Anatomia Vegetal no ensino superior. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 16, n. 2, p. 53-61, 2018.

LIMA, Rivete S. **Anatomia Vegetal**: Material Didático para EAD. 1 ed. João Pessoa: Editora Universitária, 2010. p. 410.

LIMER, Eric. **Use um laser pointer para transformar seu smartphone em um microscópio**, 2013. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/laser-pointer-microscopio>. Acesso em: 05 de fev. 2023.

MACHADO, Clara de C.; AMARAL, Marise B. Memórias Ilustradas: Aproximações entre docente, imagens e personagens botânicos. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 7-20, jun. 2015.

MANCUSO, Stefano. **Revolução das plantas**: um novo modelo para o futuro. 1 ed. São Paulo: Ubu Editora, 2019. p. 192.

MANZONI-DE-ALMEIDA, Daniel; PSCHIEDT, Allan C.; COELHO, Carolina B. Inovação em ensino de biologia: o desenvolvimento de uma sequência didática de ensino por investigação utilizando modelos sintéticos de vegetais para as aulas de Botânica. **Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v. 7, n. 1, p. 79-93, 2019.

MARTINS, Maria B. G. Estudos de microscopia óptica e de microscopia eletrônica de varredura em folhas de *Mentha spicata* e de *Mentha spicata x suaveolens* (Lamiaceae). **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p. 205-218, 2002.

MOUL, Renato A. T. de M.; SILVA, Flávia. C. L. da. A construção de conceitos em Botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de Ciências. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 262-282, 2017.

NANTAWANIT, Nantawan; PANIJPAN, Bhinyo; RUENWONGSA, Pintip. Promoting Students' Conceptual Understanding of Plant Defense Responses Using the Fighting Plant Learning Unit (FPLU). **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 10, n. 4, p. 827-864, 2012.

NASCIMENTO, Beatriz M.; DONATO, Ana M.; SIQUEIRA, Andréa E. de.; BARROSO, Carolina B.; SOUZA, Antônio C. T. de.; LACERDA, Silvana M. de.; BORIM, Danielle C. D. E. Propostas pedagógicas para o ensino de Botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 298-315, 2017.

NEVES, Amanda; BÜNDCHEN, Márcia; LISBOA, Cassiano P. Cegueira Botânica: é possível superá-la a partir da educação? **Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 745-762, 2019.

NICOLA, Jéssica A.; PANIZ, Catiane M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **InFor - Inovação e Formação - Revista Do Núcleo de Educação a Distância**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016.

OLIVEIRA, Fernanda M. C.; LUSA, Makeli G.; LEITE, Ana V. F.; RODRIGUES, Ana C. Atlas de Anatomia Vegetal - um recurso didático virtual visando o ensino e a popularização da Anatomia das plantas vasculares. **Botânica Pública**. Goiânia, v. 3, p. 1-81, 2022.

OLIVEIRA, Kethelin S.; LIESENFELD, Marcus V. A. Percebendo efeitos da cegueira Botânica entre professores de ensino fundamental e médio na Amazônia Ocidental, Brasil. **Educação Ambiental em Ação**, v. 70, p. 1-10, 2020.

PUTZKE, Jair; POSSATI, Carine F.; CONRAD, Bruno C.; PUTZKE, Marisa T. L. Alternative microscope for serial production for practical work with elementary school students. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, p. e8, 2020.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia Vegetal**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. p. 876.

RIBEIRO, Jéssyka M. M.; CARVALHO, Maria A. S. Utilização de modelos didáticos no ensino de Botânica e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, v. 6, n. 1, p. 17-37, 2017.

RIVA, Alcione D.; PETRY, Cláudia.; SEVERO, Branca M. A. Caracterização anatômica de folhas e inflorescências de espécies de Lavanda (Lamiaceae) utilizadas como medicinais no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 120-127, 2014.

ROCHA, Cláudia S. A. B. **Os conteúdos de Botânica em livros didáticos do ensino médio: contribuições para a formação da cidadania**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação Científica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2017.

SALATINO, Antônio; BUCKERIDGE, Marcos. Mas de que te serve saber Botânica? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.

SILVA, Andressa da C. M.; FREITAG, Isabela H.; TOMASELLI, Maria V. F.; BARBOSA, Carmem. P. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Arquivos Do MUDI**, v. 21, n. 2, p. 20-31, 2017.

SILVA, Audília B. V., MORAES, Moemy G. Jogos pedagógicos como estratégia no ensino de morfologia vegetal, **Enciclopédia Bioesfera**, v. 7, n. 9, p. 1642-1652, 2011.

SILVA, Artemisa A. da.; SILVA-FILHA, Raimunda. T. da.; FREITAS, Silvia R. S. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular. **Biota Amazônia**, v. 6, n.3, p.17-21, 2006.

SILVA, José J. da.; BALTAR, Solma L. S. M. de A.; BEZERRA, Maria L. de M. B. Experimentação em ciências com o uso de um microscópio artesanal e corante alternativo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 344-352, 2019.

SILVA, Lenir M.; CAVALLET, Valdo J.; ALQUINI, Yedo. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de Botânica. **Educação: Revista do Centro de Educação**, v. 31, n. 1, p. 67-80, 2016.

SOUSA, Ewelyn D. N. de.; SANTOS, Marcos B. M. dos.; GOMES, Paulo W. P.; MIRANDA, Thyago G.; TAVARES-MARTINS, Ana. C. C. O ensino da Botânica na Educação de Jovens e Adultos (EJA) em escolas públicas do município de Soure, Pará. **Revista Brasileira de Ensino Médio**, v. 3, p. 12-24, 2020.

STANSKI, Carin; LUZ, Cynthia F. P.; RODRIGUES, Adriana R. F.; NOGUEIRA, Melissa K. F. DE S. Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p. 19-25, 2016.

UNO, Gordo. Botanical literacy: What and how should students learn about plants? **American Journal of Botany**, v. 96, n. 10, p. 1753-1759, 2009.

URSI, Suzana; SALATINO, Antônio. É tempo de superar termos capacitistas no ensino de biologia: "impercepção Botânica" como alternativa para "cegueira Botânica". **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 39, p. 1-4, 2022.

VASQUES, Diego T.; FREITAS, Kelma C. de.; URSI, Suzana. **Aprendizado ativo no ensino de Botânica**. 1 ed. São Paulo: Instituto de Biociências, 2021. p.172.

VENTRELLA, Marília C. **Anatoblocos: blocos didáticos para o estudo da Anatomia Vegetal**. 1 ed. Viçosa: UFV – Cead, 2016. p. 83.

VIEIRA, Valdecir J. da C.; CORRÊA, Maria J. P. O uso de recursos didáticos como alternativa no ensino de Botânica. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 13, n. 2, p. 309–327, 2020.

WANDERSEE, James; SCHUSSLER, Elisabeth E. Towards a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.