

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
SISTEMA UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL
CURSO LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS EaD

Raquel Dalla Costa da Rocha

Estratégias Didáticas para o Ensino de Botânica: Microscópio Artesanal Simplificado e
Práticas Laboratoriais com Corantes Alternativos

Florianópolis

2021

Raquel Dalla Costa da Rocha

Estratégias Didáticas para o Ensino de Botânica: Microscópio Artesanal Simplificado e Práticas Laboratoriais com Corantes Alternativos

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda M^a Cordeiro de Oliveira

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rocha, Raquel Dalla Costa da
Estratégias Didáticas para o Ensino de Botânica: :
Microscópio Artesanal Simplificado e Práticas Laboratoriais
com Corantes Alternativos / Raquel Dalla Costa da Rocha ;
orientador, Fernanda Maria Cordeiro de Oliveira , 2021.
59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,
2021.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Ensino . 3. Estruturas
vegetais. 4. Ferramenta didática. 5. Cegueira Botânica. I.
, Fernanda Maria Cordeiro de Oliveira. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas.
III. Título.

Raquel Dalla Costa da Rocha

Estratégias Didáticas para o Ensino de Botânica: Microscópio Artesanal Simplificado e Práticas Laboratoriais com Corantes Alternativos

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Licenciado em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas

Florianópolis, 08 de junho de 2021.

Profa. Dra. Viviane Mara Woehl
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Fernanda Maria Cordeiro de Oliveira
Data: 24/06/2021 12:09:14-0300
CPF: 059.315.629-31
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Dra. Fernanda M^a Cordeiro de Oliveira
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

A handwritten signature in blue ink, reading 'Thaíla Vieira Alves dos Santos'.

Ms. Thaíla Vieira Alves dos Santos
Avaliadora
Universidade Estadual de Feira de Santana

A handwritten signature in black ink, reading 'Bruno Edson Chaves'.

Prof. Ms. Bruno Edson Chaves
Avaliador
Universidade Estadual do Ceará

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra Fernanda M^a Cordeiro de Oliveira, orientadora atenciosa e competente, pela dedicação e acima de tudo, por acreditar em uma orientação a distância.

Aos membros da banca examinadora Ms. Thaíla Vieira Alves dos Santos e Prof. Ms. Bruno Edson-Chaves.

Ao Luís Carlos pelo companheirismo na vida e no curso.

A minha filha Beatriz pelo apoio e compreensão da minha ausência.

Aos colegas de curso Luís Carlos da Rocha, Camila Diedrich, Thaís Pricila Sartor, Ezieli Zillmer, Jaqueline Laís Baumgarten, Fernanda Nava e Gabriela Bassi das Neves denominados “Sobreviventes da Bio”.

A Universidade Aberta do Brasil – Polo Pato Branco e a Universidade Federal de Santa Catarina.

E, claro, aos meus pais, a quem devo muito e nunca poderei pagar o amor infinito que me deram.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando... Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço...” (Paulo Freire)

RESUMO

O Ensino de Botânica tem sido motivo de diversas preocupações no âmbito acadêmico, como a dificuldade do ensino-aprendizagem e a indisponibilidade de estrutura física e material. Isso posto, pode contribuir para o desinteresse e a não percepção das plantas no cotidiano, sendo então chamado Cegueira Botânica. A partir destas considerações, o trabalho teve como objetivo construir um microscópio artesanal simplificado e propor protocolos foto-documentados de sua montagem bem como da preparação de lâminas histológicas com materiais alternativos e acessíveis. O microscópio foi construído com materiais em desusos e/ou de valores reduzidos. Para os protocolos foto-documentados foram utilizados materiais vegetais de fácil acesso, como plantas de jardins e hortas, e corantes alternativos encontrados em farmácia. A construção do microscópio artesanal apresentou vantagens como baixo custo, funcionamento sem a necessidade de eletricidade, tamanho e peso reduzido o que facilita o transporte, além da possibilidade de observação de determinadas estruturas anatômicas, porém não apresentou aumento e nitidez para observação de alguns detalhes celulares, como dos tecidos xilemático e floemático. Plantas como *Tradescantia* sp., *Cymbopogon citratus*, *Chrysanthemum anethifolium*, *Paphiopedilum* sp. e *Solanum tuberosum* se apresentaram como ótimas sugestões para confecção de lâminas histológicas, por serem de fácil corte e preparação e apresentarem maiores possibilidades de observação de estruturas, como parede celular, vacúolos, plastídios e tricomas. A elaboração de ferramentas didáticas, como o microscópio artesanal simplificado e a foto-documentação das preparações de lâminas histológicas, pode proporcionar uma aprendizagem atrativa e motivadora, contribuindo numa melhor compreensão dos conteúdos mais complexos, além de estimular o interesse da sociedade pelas plantas e possibilitar a minimização da Cegueira Botânica.

Palavras-chave: Anatomia Vegetal. Cegueira Botânica. Ferramenta Didática.

ABSTRACT

Botany Teaching has been the origin of several concerns in the academic field, being a result of both the difficulty of the teaching-learning process and the unavailability of physical and material structure. Thus, it may contribute to the lack of interest and no perception of plants in everyday life, the Botanical Blindness. Based on these considerations, this work aimed to build a simplified handmade microscope and to propose photo-documented protocols for its assembly as well as the preparation of histological slides with alternative and accessible materials. The microscope was built with used and low-cost materials. For the photo-documented protocols, easily accessible plant materials were used, such as garden and vegetable plants, and alternative dyes found in pharmacies. The built handcrafted microscope presented advantages such as low cost, operation without electricity, reduced size, and weight, which facilitates transport, in addition to the possibility of observing certain anatomical structures. However, it did not show any increase and clarity for observing some cellular details, for instance xylemic and phloemic tissues. Plants like *Tradescantia* sp., *Cymbopogon citratus*, *Chrysanthemum anethifolium*, *Paphiopedilum* sp., and *Solanum tuberosum* showed to be great suggestions for making histological slides, as they are easy to cut and prepare and have greater possibilities for observing structures corresponding to cell walls, vacuoles, plastids and trichomes. The elaboration of teaching tools, such as the simplified handmade microscope and the photo-documentation of the preparations of histological slides, can provide attractive and motivating learning, contributing to a better understanding of the most complex contents and, moreover, stimulating the society's interest in plants and enabling the minimization of Botanical Blindness.

Keywords: Plant Anatomy. Plant Blindness. Teaching Tool.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Fluxograma das atividades realizadas durante o desenvolvimento do TCC.25
- Figura 2** – Material utilizado para a construção do microscópio artesanal simplificado: A – Plataforma estrutural; B – Plataformas acrílicas; C – Arruelas lisas; D – Porcas; E – Barras de rosca; F – Porcas borboletas; G - Lente objetiva; H - mini lanterna.27
- Figura 3** – Foto-documentação dos procedimentos de montagem do microscópio artesanal simplificado. A-B: Etapa 1. C-D: Etapa 2. E-G: Etapa 3. H: Etapa 4. I-J: etapa 5. K: Microscópio simplificado completamente montado.....29
- Figura 4** – Materiais vegetais selecionados para o preparo das aulas práticas: A – *Tradescantia* sp.; B – *Salvia officinalis*; C – *Chrysanthemum anethifolium*; D – *Paphiopedilum* sp.; E – *Mentha* sp.; F – *Lavandula* sp.; G - *Cymbopogon citratus*; H - *Solanum tuberosum*.31
- Figura 5** – Protocolo de preparação da lâmina com secção paradérmica e/ou longitudinal. A: Amostra de folhas e caules de *Tradescantia* sp.; B–C: procedimento de secção paradérmica; note, em B, a dobra da folha, mas ainda com a epiderme íntegra. Em C já houve o rompimento, e então pode-se destacar a epiderme. D: Secção longitudinal; E: Secções longitudinais transferidas para um recipiente plástico com água, para que o material não resseque. F: Inclusão da secção na lâmina com um pincel fino; G: Recobrimento da lâmina com lamínula de vidro; H: Disposição da lâmina no microscópico; I: Observação da lâmina via câmera traseira do telefone celular.33
- Figura 6** – Lâminas com amostra vegetal de *Tradescantia* sp.; A-D: Secções paradérmicas na face adaxial; E-F: Secção paradérmica na face abaxial; G-H: Secção longitudinal na lateral da folha. CV: Célula Vegetal; V: Vacúolo Pigmentado (antocianina); Est: Estômato; T: Tricoma.35
- Figura 7** – Protocolo de preparação da lâmina com secção transversal e raspagem da folha e secção transversal do pecíolo. A: Amostra de folhas, pecíolo e caule de *Salvia officinalis*; B: Secção transversal da folha realizada com auxílio de isopor; C: Raspagem da folha; D: Secção transversal do pecíolo realizada com auxílio de isopor; E: Secções realizadas transferidas para um recipiente plástico com a água, para que o material não resseque; F: Inclusão da secção na lâmina com um pincel fino; G: Recobrimento da lâmina com lamínula de vidro; H : Disposição da lâmina no microscópico; I : Observação da lâmina via câmera traseira do telefone celular.36
- Figura 8** – Lâminas com amostra vegetal de *Salvia officinalis*; A-B - Secção transversal da folha; C-D – Raspagem da folha; E-F – Secção transversal do pecíolo. CP: Células Parenquimáticas; T: Tricoma.....38
- Figura 9** – Protocolo de preparação da lâmina com secções transversais do caule. A: Amostra de folhas, pecíolo e caule de *Chrysanthemum anethifolium*; B: Secção transversal do caule realizada com auxílio de isopor; C: Secções realizadas transferidas para um recipiente com solução aquosa de hipoclorito de sódio 50% para clareamento do tecido; D: Cortes transparentes transferidos para um recipiente com água para lavagem; E: Colorações das amostras com corantes alternativos; F: Cortes com coloração transferidos para um recipiente com água para lavagem; G: Inclusão da secção na lâmina com um pincel fino; H: Recobrimento da lâmina com

lamínula de vidro; I: Observação da lâmina via câmera traseira do telefone celular. AM: Azul de Metileno; VM: Violeta de Genciana; F: Fúcsia.....	39
Figura 10 – Lâminas com amostra vegetal de <i>Chrysanthemum anethifolium</i> ; A e D - Secção transversal do caule com coloração de azul de metileno; B e E – Secção transversal do caule com coloração de violeta genciana; C e F – Secção transversal do caule com coloração de fúcsia. Ep: Epiderme; Me: Medula; Co: Córtex; CVa: Cilindro vascular.	41
Figura 11 – Lâminas com amostra vegetal de <i>Paphiopedilum</i> 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.....	42
Figura 12 – Lâminas com amostra vegetal de <i>Mentha</i> sp.; A e B - Secção transversal da folha sem coloração; C e D – Secção transversal da folha com coloração de azul de metileno 1%; T: Tricoma.....	43
Figura 13 – Lâminas com amostra vegetal de <i>Lavandula</i> sp.; A e B - Secção longitudinal da folha; C e D – Tricomas raspados da folha; T: tricomas.	44
Figura 14 – Lâminas com amostra vegetal de <i>Cymbopogon citratus</i> ; A e B - Secção transversal da folha sem coloração; C e D – Secção longitudinal da folha sem coloração; E e F – Secção longitudinal da folha com coloração de azul de metileno. Fx: Feixe vascular; CB: Células buliformes; Bo: Bordo esclerificado. CV: célula vegetal.....	46
Figura 15 – Lâminas com amostra vegetal de <i>Solanum tuberosum</i> ; A e B - Secção transversal do caule com coloração de solução de iodo. Am: Amiloplastos.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes utilizados na confecção do microscópio artesanal simplificado e valores em Reais (R\$).....	26
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Am – Amiloplastos

Bo – Bordo

CB – Célula Buliforme

CD – *Compact Disc* (Disco Compacto)

Co – Córtex

CP – Células Parenquimáticas

CV – Célula Vegetal

CVa – Cilindro Vascular

Ep – Epiderme

Est – Estômato

Fx – Feixe Vascular

LED – *Light Emitting Diode* (Diodo Emissor de Luz)

MDF – *Medium Density Fiberboard* (Placa de Fibra de Média Densidade)

Me – Medula

RD – Recurso Didático

T – Tricoma

V – Vacúolo

Ve – Velame

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1. O ENSINO DE BOTÂNICA	17
3.1.1. Cegueira Botânica	19
3.2 RECURSOS DIDÁTICOS ALTERNATIVOS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZADO.....	21
4. METODOLOGIA	25
4.1. MICROSCÓPIO ARTESANAL SIMPLIFICADO.....	25
4.2. COMPONENTES E MONTAGEM DO MICROSCÓPIO ARTESANAL SIMPLIFICADO	25
4.3. SELEÇÃO DO MATERIAL VEGETAL E PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS	30
5. RESULTADOS	32
5.1. PROTOCOLOS DE PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS E DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS OBSERVADAS.....	32
5.1.1. <i>Tradescantia</i> sp. (Commelinaceae- Tapete de viúva) - Folha	32
5.3.2. <i>Salvia officinalis</i> (Lamiaceae - Sálvia) – Folha e Pecíolo	36
5.3.3. <i>Chrysanthemum anethifolium</i> (Asteraceae - Margaridinha) - Caule	39
5.3.4. <i>Paphiopedilum</i> sp. (Orchidaceae - Sapatinho) - Raiz	41
5.3.5. <i>Mentha</i> sp. (Lamiaceae - Hortelã) - Folha	43
5.3.6. <i>Lavandula</i> sp. (Lamiaceae - Lavanda) - Folha	44
5.3.7. <i>Cymbopogon citratus</i> (Poaceae - Capim limão, Capim cidreira) - Folha	45
5.3.8. <i>Solanum tuberosum</i> (Solanaceae - Batata inglesa) - Caule (tubérculo)	47
6. DISCUSSÃO	48
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

A Botânica vem sendo uma das áreas de estudo da Biologia vista por muitos como um grande obstáculo. Por vezes é ensinada com uma abordagem que dificulta a aprendizagem dos conceitos (SILVA *et al.*, 2016). Estudos de Moul e Silva (2017) corroboram com esse pensamento, destacando que este é um problema que vem se repetindo em diversos ambientes acadêmicos, onde os alunos não aprendem e revelam um desinteresse para com a botânica. Dados como estes, vem gerando reflexões da prática pedagógica na área e indagações em relação a abordagem do conteúdo.

A dificuldade pode ter sido iniciada pelo distanciamento do homem com a natureza. Neves *et al.* (2019) ressaltam que, com a urbanização, a interação indivíduo-botânica foi reduzida causando consequências diretas nos hábitos e cultura. Para New *et al.* (2007), a explicação é mais antiga e se deve pela evolução, em que os indivíduos se adaptaram à caça, o que demonstraria uma menor atenção às plantas.

De acordo com Arrais *et al.* (2014) o desinteresse no estudo de plantas se dá pelo distanciamento com a interação cotidiana, o que é visto ao contrário pela zoologia, em que há um maior dinamismo, interação e curiosidade. Allen (2003) e Oliveira (2003) descrevem as plantas como seres estacionárias e com cores parecidas, não comportando características marcantes como os animais que são móveis e diversificados em cores.

Assim, as plantas passaram a ser apenas um plano de fundo (ALLEN, 2003), tendo sua importância e diversidade desvalorizadas. Essa não percepção das plantas é um dos sintomas causados pela chamada cegueira botânica – incapacidade de enxergar as plantas ao seu redor (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021).

O desafio atual é tornar o estudo da Botânica mais interessante e relevante, demonstrando o impacto das plantas sob os humanos, como alimentação, a diversidade vegetal e a valorização e conservação ambiental, o isolamento de princípios ativos para prevenção e cura de doenças, entre outros. Hershey (2002) alega que um dos motivos da aparente ausência de relevância se deve à consideração de ciência básica e não aplicada à Botânica.

Neste viés, a falta de estímulo e os métodos de memorização de livros didáticos também estão relacionados com a desmotivação do aprendizado de Botânica (GONÇALVES; MORAES, 2011). Outro grande problema enfrentado nas aulas de Botânica é a falta de estrutura laboratorial. Além de métodos de aprendizados ineficientes, há falta de laboratórios e/ou

equipamentos necessários para integrar o conhecimento teórico e o prático (BORGES, 2002). Villani e Nascimento (2003), acrescentam ainda, a falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição e professores despreparados para aulas práticas alternativas. Como envolver os alunos, se nas escolas a botânica não é significativa?

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), ademais, alternativas baratas e acessíveis são ótimos recursos pedagógicos no ensino-aprendizado em áreas interdisciplinares, como por exemplo, projetor de gotas (DORTA *et al.*, 2016) montado para o ensino de Física e utilizado na observação de microrganismos armazenados em água, o estudo da montagem de microscópicos artesanais no ensino da óptica na área da Física, formas geométricas na Matemática e de calorimetria na Química, além de suas utilizações em estudos da Biologia, como a observação de células vegetais, cloroplastos, esporos, hifas fúngicas, protozoários, nematoides, entre outros (SILVA *et al.*, 2019; PUTZKE *et al.*, 2020).

Experimentos como essas abordagens distintas pode tornar a aula mais dinâmica e interessante e suprir obstáculos para utilização de experimentos em escolas que não possuem laboratório didático (DORTA *et al.*, 2016).

Diante dos argumentos em relação a dificuldades do ensino-aprendizagem de botânica, esse trabalho tem como objetivo construir um microscópio artesanal simplificado e práticas laboratoriais com corantes alternativos como estratégias didáticas para o ensino de botânica, em especial para o ensino de anatomia vegetal.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente estudo visa elaborar e avaliar atividades práticas de anatomia vegetal utilizando microscópio artesanal simplificado a partir de materiais acessíveis.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um microscópio artesanal simplificado a partir de materiais acessíveis e protocolos já estabelecidos.
- Elaborar a foto-documentação da montagem do microscópio artesanal simplificado.
- Selecionar materiais vegetais frescos e acessíveis;
- Preparar e foto-documentar o preparo de lâminas histológicas de diferentes órgãos de plantas vasculares.
- Elencar as características anatômicas observadas nas preparações.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O termo Botânica, vem do grego *botanê* que significa planta, sendo sua derivação da palavra *boskein* – alimentar (EVERT; EICHHORN, 2014).

Segundo Carvalho (2000), a relação planta-homem é milenar, datada desde o período primitivo com as coletas de plantas para alimentação. Após a implantação de cultivares, o foco da botânica passou a sua exploração econômica, como usos medicinais, condimentos e biotecnológicos, passando a ser um tema abordado na área científica e educacional.

Atualmente, há três modalidades de interação humano-planta: sensorial – experiências conscientes; nutricional – alimentação; e econômica - processos de interesse econômico, incluindo geração de energia (PEREIRA-JUNIOR, 2017).

Com toda essa temática, a Botânica tem abordagem obrigatória na educação, sendo relevante a compreensão da importância dos vegetais, suas funções e estruturas. O entendimento essencial destes conceitos, muito além da abordagem memorística, faz com que o aluno construa um conhecimento botânico integrado a outros conhecimentos (URSI *et al.* 2018).

3.1.O ENSINO DE BOTÂNICA

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Botânica é um tópico da Biologia que permite ao aluno desenvolver habilidades de compreensão da relação ser humano – natureza, seja na identificação dos sistemas vivos e suas atividades celulares, como na avaliação de riscos e benefícios destes frente a saúde humana e ao ambiente (BRASIL, 2006). Para Thain e Hickman (2004), uma vez presentes em diferentes situações cotidianas, os conhecimentos botânicos, são de grande importância para a formação educacional.

Todavia, o processo de ensino e aprendizagem em Botânica, atualmente, é considerado um tema incipiente e entediante (NANTAWANIT *et al.*, 2012; SALATINO e BUCKERIDGE, 2016), muitas vezes, demonstrando uma precariedade do ensino. Parte deste problema é a dificuldade de professores em elaborarem aulas que proporcionem interesse dos alunos, como também, a linguagem complexa e memorística, que torna complicado o entendimento, causando o desinteresse na maioria dos alunos (UNO, 2009; MACHADO; AMARAL, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2017).

Allen (2003) e Balas e Momsen (2014) incluem aos desafios citados, o chamado “zoochauvinismo”, no qual em materiais didáticos há uma negligência em respeito a Botânica e uma ampla gama de exemplos relacionados à zoologia. Evert e Eichhorn (2014), ressaltam que vários livros didáticos não apresentam o título “Botânica”, mas sim “Biologia Vegetal”, demonstrando ser uma ciência descartável.

A negligência da botânica na educação – zoochauvinismo, zoocentrismo, miopia botânica ou cegueira vegetal – estabelece um paradigma: sem estímulo em ter conhecimento no tema os professores não conseguem socializar o conhecimento (NEVES *et al.*, 2019). De acordo com Amprazis, Papadopoulou e Malandrakis (2019) e Jose *et al.* (2019), o aprendizado na área de Biologia, Zoologia e Botânica deve ser abordado na mesma proporção, equilibrando assim entre os temas.

Assim, a Botânica como um todo tem sido ensinada de forma limitada, com um processo de memorização de nomenclaturas e de procedimentos de classificação biológica. O que para Delizoicov (2001), faz com que os alunos aprendam os termos científicos, porém não sejam capazes de compreender o real significado de cada um destes termos.

No estudo de Sousa *et al.* (2020) com jovens e adultos, observou-se a dificuldade no processo de ensino-aprendizado de Botânica tanto pelos alunos quanto pelos professores das disciplinas. Os alunos ressaltaram dificuldade em assimilar e compreender o tema pela metodologia tradicional que é utilizada, enquanto os professores relataram dificuldade em buscar alternativas para tornar o ensino de Botânica mais atrativo, porém entendem que há necessidade de propor novas metodologias. Essa dificuldade muitas vezes está ligada à insegurança em ministrar e preparar aulas que contextualizam a Botânica com o cotidiano.

Na atualidade, grande parte das pessoas que passam pelos ensinamentos fundamental e médio vê a botânica de modo diferente. Ela é encarada como matéria escolar árida, entediante e fora do contexto moderno. Se perguntássemos a alguém se o aprendizado de botânica é necessário, a resposta possivelmente seria algo parecido com – Mas de que te serve saber botânica? (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 177)

Um exemplo da dificuldade citada acima é o tema da Anatomia Vegetal. Não se trata de decorar conceitos e nomes, mas sim entender a organização da diversidade vegetal e suas funções vitais na planta. Compreender a Anatomia Vegetal é visualizar as estruturas tridimensionais abrangendo a sua relação com a função na planta (CECCANTINI, 2006).

Todas essas dificuldades em ensinar e aprender Botânica tornam o conceito de Cegueira Botânica mais evidente e que para Oliveira e Liesenfeld (2020) é a falta de habilidade de perceber as plantas em seu cotidiano.

3.1.1. Cegueira Botânica

Cegueira Botânica é um termo apresentado por Wandersee e Schussler em 2001, proveniente da neurofisiologia, o que seria uma condição de *default* nos humanos (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Refere-se particularmente à falta de habilidade de percepção das plantas no ambiente natural, devido ao processamento de informações no cérebro e da visão seletiva em um cenário.

De acordo com Wandersee e Schussler (2001), a Cegueira Botânica é definida como “a incapacidade de reconhecer a importância das plantas; a dificuldade de perceber seus aspectos estéticos e biológicos e achar que as plantas são seres inferiores aos animais”. Stanski *et al.* (2016) relatam que devido à cegueira, há uma grande dificuldade em ensinar e aprender Botânica.

Vasques *et al.* (2021) refere-se a Cegueira Botânica como sendo um fenômeno relacionado a questões sensoriais e cognitivas associada à educação biológica. A Cegueira Botânica apresenta alguns sintomas, 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. A cegueira vegetal também compreende uma falta de disposição de apreciar as plantas, seja pela sua aparência ou pela importância biológica que elas possuem para a natureza, tornando-as inferiores na visão humana (ALLEN, 2003), passivas (NANTAWANIT *et al.*, 2012) e insensíveis (GAGLIANO, 2013).

Pessoas com Cegueira Botânica podem apresentar características distintas, como a dificuldade de percepção das plantas ao seu redor e não vivenciar experiências com plantas regionais ignorando totalmente suas importâncias e qualidades (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2001; HERSHEY, 2002).

Essa dificuldade está relacionada com a falta de atenção que é dada à Botânica tanto no meio acadêmico como nos meios de comunicação. Muitas vezes sendo apenas coadjuvantes em cenários naturais (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). A mesma ideia foi destacada por

Silva *et al.* (2016), em que relatam o grande interesse da preservação da biodiversidade no planeta de forma ampla para a fauna e com menor importância para a flora.

Allen (2003) também ressalta a ligação entre a necessidade de melhorar o ensino de botânica e a preservação da biodiversidade da flora, como pode ser observado em:

[...] se a maioria das pessoas não presta atenção às plantas e ao papel fundamental que desempenham na manutenção da vida, a sociedade provavelmente não concorda que a conservação dessas plantas esteja entre as questões mais cruciais, muito menos apoiar a pesquisa e educação científica das plantas.

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)

Estudos de Balas e Momsen (2014) demonstram que as pessoas são capazes de detectar rapidamente animais em uma sequência de imagens com cenários da natureza e que os participantes que detectaram as plantas levaram um tempo maior, devido a dúvida da presença ou não de animais na imagem. Para os autores, esses resultados sugerem que existem diferenças fundamentais no sistema visual, caracterizando uma superação do zoocentrismo. Isso também é referenciado por Vasques *et al.* (2021), que discute 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 (CÔRREA *et al.*, 2019). Além da falta de interesse pelo tema, 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. Sendo necessário discutir estratégias e recursos pedagógicos capazes de tornar o processo de ensino-aprendizagem da Botânica mais motivador.

3.2 RECURSOS DIDÁTICOS ALTERNATIVOS COMO FERRAMENTAS DE APRENDIZADO

Observa-se claramente a necessidade de um estímulo ao conhecimento acerca das plantas, conceitos anatômicos, funções e suas diferenciações no meio educacional. Contribuindo para essa afirmação, Ursi *et al.* (2018) relatam que as estratégias utilizadas muitas vezes estão descontextualizadas, colaborando com o desinteresse e a dificuldade de aprendizagem por parte dos estudantes.

Além da falta de incentivo, a precariedade ou ausência de equipamentos, como microscópios antigos e deteriorados, aparelhos em números e qualidades reduzidas vem prejudicando o ensino, principalmente em aulas de botânica, como por exemplo, na anatomia vegetal. Dessa forma, recursos didáticos podem contribuir com o interesse e o saber científico, além da associação de ideias. Segundo Teixeira (2005), propiciar a associação de ideias, possibilita ao aluno relacionar os fatos e estimulá-lo nos exercícios.

Existem diversos recursos que podem ser utilizados para contribuir com uma aprendizagem dinâmica, atrativa e motivadora. Souza (2007) ressalta que a utilização de recurso didático auxilia no processo de ensino-aprendizagem, facilitando a tríade relação professor-conhecimento-aluno e contribuindo em conhecimentos mais complexos.

Recursos didáticos (RD) podem envolver os alunos no conteúdo, propiciando motivação e melhor compreensão.

Os educadores devem concluir que o uso de recursos didáticos deve servir de auxílio para que no futuro seus alunos aprofundem e ampliem seus conhecimentos e produzam outros conhecimentos a partir desses. Ao professor cabe, portanto, saber que o material mais adequado deve ser construído, sendo assim, o aluno terá oportunidade de aprender de forma mais efetiva e dinâmica. (SOUZA, 2007, p. 110)

Segundo Nicola e Paniz (2016) e Isvoran e Tulbure (2016), recurso didático é todo tipo de material utilizado para auxiliar o processo de ensino aprendizagem de um conteúdo, podendo desenvolver no aluno inúmeras capacidades.

Santos e Queirós (2019), pesquisaram por meio de documentos propostas de recursos didáticos relacionados a educação em ciências entre 2008 e 2017,

O livro didático é, notadamente, o RD mais contemplado nos trabalhos, provavelmente devido a maior facilidade de acesso, uma vez que é distribuído pelo próprio governo as escolas, e, também, a cultura escolar

predominante no cenário nacional, que faz do livro didático quase que a única ferramenta utilizada nas situações de ensino e aprendizagem. Mostrou-se inexpressivo o número de trabalhos envolvendo outros RD's, ainda que se tenha ciência de que estes podem trazer igual ou maior fator de motivação aos educandos, nas experiências vividas em sala de aula. (SANTOS; QUEIRÓS, 2019, p. 175)

Freitag *et al.* (2017) afirmam que os recursos didáticos deveriam estar cada vez mais presentes e necessários a fim de ultrapassar o ensino tradicional e contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dos alunos em relação a diversos temas.

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. Porém, observa-se uma predominância de aulas teóricas no ensino de botânica, com utilização somente do livro didático (FREITAG *et al.*, 2017).

Santos *et al.* (2015) argumentam que a Botânica possui um campo de estudo muito grande – Botânica Criptogâmica, Morfologia, Anatomia, Fisiologia e Sistemática – o que confunde os alunos. Dessas citadas, a Anatomia Vegetal se apresenta entre as três áreas com maior dificuldade de compreensão pelos alunos.

Muitos alunos do ensino médio não compreendem o motivo de se estudar Anatomia Vegetal. Este ramo da botânica, que compreende o estudo estrutural interno das plantas, é de grande importância na compreensão dos processos fisiológicos, das relações filogenéticas e das adaptações das plantas ao ambiente, entre outras aplicabilidades (DUTRA *et al.*, 2015). Silva *et al.* (2005), apresentam a relevância da inter-relação entre a Anatomia Vegetal e a produção vegetal sendo uma delas a identificação dos aspectos estruturais da planta no sucesso da propagação e da regeneração dos tecidos vegetais.

Conforme Nascimento *et al.* (2017), a produção de materiais 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 agradou os alunos indicando um resultado positivo para o uso de recursos didáticos como atlas de Anatomia Vegetal.

Grande parte dos livros didáticos de Biologia para o ensino médio apresentam, além de esquemas e desenhos, fotos de estruturas vegetais observadas ao microscópio, porém muitas vezes estão descontextualizadas, sendo pertinente a elaboração de um esquema didático para esse tipo de conteúdo (BATISTETI *et al.*, 2009).

Diante das dificuldades do ensino-aprendizagem de anatomia vegetal expostos, Gonçalves e Moraes (2011) elaboraram um atlas vegetal e verificaram a percepção dos professores sobre o uso deste material didático. Nesta pesquisa, 80% dos participantes consideram o recurso ótimo para dinamizar o ensino.

Conforme Arrais *et al.* (2014),

Dentre as limitações apontadas está a carência de materiais, principalmente visuais, para estimular o interesse pelas aulas. Estas se resumem a meras transmissões orais que na maioria das vezes não possibilitam sequer, nenhuma discussão em sala.

Outros recursos, 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 (SOUZA *et al.*, 2021), como estruturas tridimensionais de órgãos vegetais feitas com imagens em papel (CECCANTINI, 2006), modelos sintéticos de materiais vegetais (SILVA *et al.*, 2016; RIBEIRO; CARVALHO, 2017; ALMEIDA *et al.*, 2019) e preparação de lâminas histológicas e jogos lúdicos (COSTA *et al.*, 2017), entre outros.

Ventrella (2016), também desenvolveu um material didático lúdico às aulas de Anatomia Vegetal – Anatoblocos – que aborda os principais tópicos da Anatomia em seqüências de imagens ou estruturas tridimensionais para estimular o interesse dos alunos e facilitar o aprendizado.

Equipamentos baratos e acessíveis também são recursos didáticos bastante interessantes, como projetores de gotas (DORTA *et al.*, 2016) e microscópios artesanais (LIMER, 2013; GOMES, 2015; MUNARETTO 2016; SILVA *et al.*, 2019; PUTZKE *et al.*, 2020).

O conteúdo de Anatomia Vegetal dentro do tema Botânica explora diversos conteúdos relacionados à microscopia. De acordo com Santa-Rosa e Struchiner (2009), no meio acadêmico, desde o ensino médio até o universitário, ocorrem deficiências no aprendizado, pois muitas vezes há a abordagem superficial do conteúdo, o não uso de microscópios ópticos e principalmente a interpretação incorreta de imagens histológicas. Ceccantini (2006) reafirma que a deficiência estrutural e tecnológica da escola, reduz o estímulo ao estudo de plantas.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 2012), “O Ensino Médio em todas as suas formas de oferta e organização, baseia-se

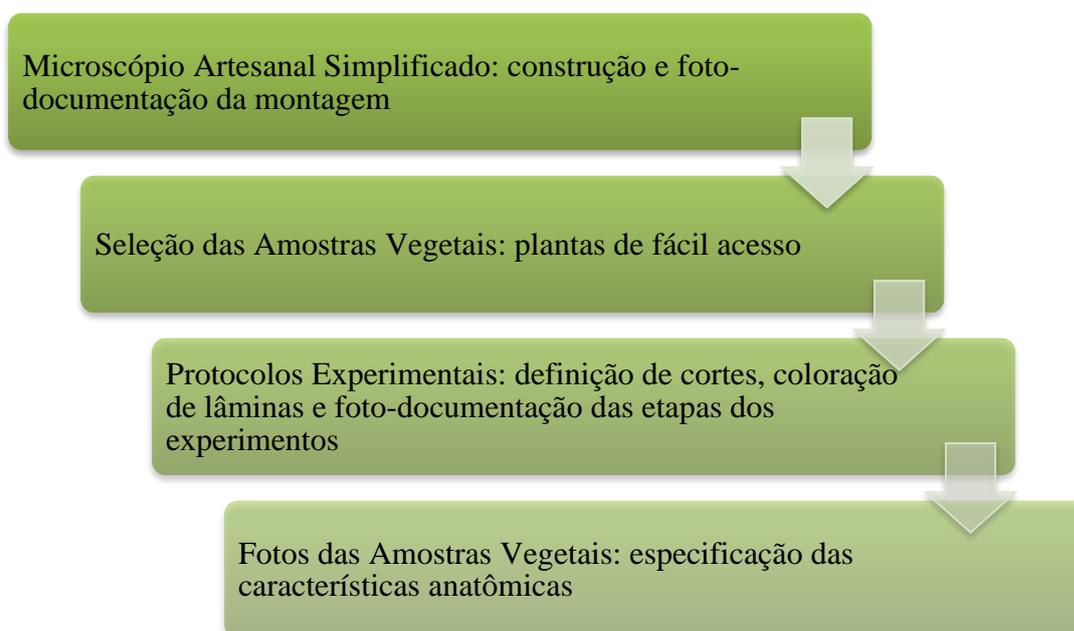
na formação integral do aluno, trabalho e pesquisa como princípios educativos e pedagógicos, respectivamente”. Jorge *et al.* (2015) citam que a experimentação inter-relaciona o aluno e o conteúdo, propiciando um importante aprendizado, no qual há a busca da compreensão e a interpretação de fenômenos cotidianos observados.

A dificuldade observada em estudar Anatomia Vegetal, decorrente da falta ou má qualidade da estrutura física e de materiais descontextualizados, é uma lacuna observada na literatura. Dessa forma, se levanta a importância da elaboração de recursos didáticos que apresentem estruturas reais e a indicação de suas anatomias, objetivando que o aluno possa realmente aprender.

4. METODOLOGIA

As atividades apresentadas no presente trabalho de conclusão de curso estão sumarizadas no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma das atividades realizadas durante o desenvolvimento do TCC.



Fonte: própria autora

4.1. MICROSCÓPIO ARTESANAL SIMPLIFICADO

Para a montagem do microscópio artesanal simplificado utilizou-se materiais acessíveis e de baixo custo. O equipamento teve sua construção adaptada de metodologias de estruturação descritas por Limer (2013), Gomes (2015), Munaretto (2016) e Silva *et al.* (2019).

4.2. COMPONENTES E MONTAGEM DO MICROSCÓPIO ARTESANAL SIMPLIFICADO

O equipamento contou com componentes acessíveis e de baixo custo (Tabela 1; Figura 2). Essa simplicidade garante a aplicabilidade do microscópio em sala de aula.

Tabela 1 - Componentes utilizados na confecção do microscópio artesanal simplificado e valores em Reais (R\$)

Componente	R\$ (Moeda Real) *
MDF ou qualquer pedaço de madeira disponível	-
Capa de CD	-
Lente objetiva de caneta laser	-
Barras de Rosca 6 mm x 150 mm (4 unidades)	3,50
Porcas 6 mm (8 unidades)	1,92
Arruelas lisas 6 mm (8 unidades)	1,36
Porcas borboleta 6 mm (8 unidades)	8,08
Mini lanterna	4,99
	19,85

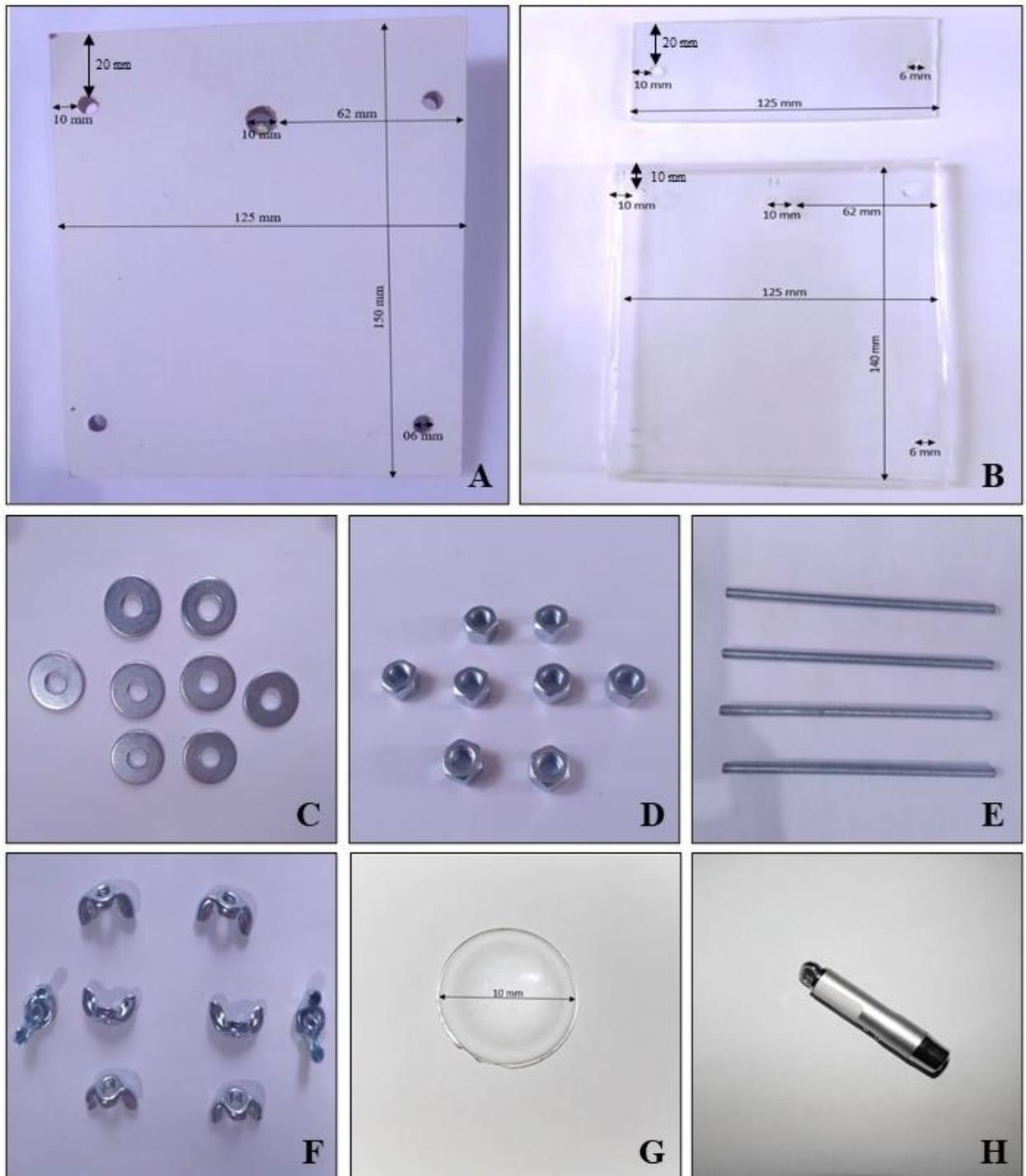
* Tomada de preço na cidade de Pato Branco – PR em setembro de 2020

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Foram utilizados os seguintes materiais: plataforma estrutural para fixação dos materiais ópticos e eletrônicos (Placa de MDF com espessura de 5 mm e dimensão de 150 mm x 125 mm; 4 furos de 6 mm e 1 furo de 10 mm); 4 barras de rosca com diâmetro de 6 mm e comprimento de 150 mm; porcas e arruelas lisas de 6 mm; porcas borboletas de 6 mm; plataforma base variável para suporte da lâmina e celular (Capa acrílica de CD com dimensão de 140 mm x 125 mm e 4 furos de 6 mm e 1 furo de 10 mm; chapa acrílica com dimensão de 50 mm x 125 mm e 2 furos de 6 mm); componente óptico (lente objetiva de caneta laser com 10 mm de diâmetro) e componente eletrônico com LED cor branca (mini lanterna).

A partir da separação e disposição dos componentes, a foto-documentação do procedimento de montagem do microscópio artesanal simplificado está apresentada na Figura 3. O protocolo único de montagem foi proposto para um acesso facilitado de professores e alunos.

Figura 2 – Material utilizado para a construção do microscópio artesanal simplificado: A – Plataforma estrutural; B – Plataformas acrílicas; C – Arruelas lisas; D – Porcas; E – Barras de rosca; F – Porcas borboletas; G - Lente objetiva; H - mini lanterna.



Fonte: própria autora

Para a montagem do microscópio, segue-se as seguintes etapas:

- Etapa 1 (Figura 3A-B): na plataforma estrutural de MDF, inserir as 4 barras de rosca nos furos de 6 mm que estão nas laterais da estrutura deixando na parte inferior uma altura de aproximadamente 30 mm; para fixação das barras nesta estrutura, prender as com arruelas lisas e porcas tanto na parte inferior como superior.

- Etapa 2 (Figura 3C-D): Inserir 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, deixar uma distância de aproximadamente 50 mm em relação ao MDF; Colocar a plataforma de acrílico (50 mm x 125 mm) acima das porcas borboletas fixadas; posterior a isso, inserir mais duas porcas borboletas com as asas para cima prendendo a chapa na barra de rosca.

- Etapa 3 (Figura 3E-F): Limpar a lente objetiva com álcool e um algodão. Com o auxílio de uma pinça e cola instantânea, colar a lente no furo de 10 mm feito na plataforma acrílica (140 mm x 125 mm). Deixar secar por alguns minutos.

- Etapa 4 (Figura 3G-H): Inserir porcas borboletas em as asas para baixo nas quatro barras de rosca, deixando aproximadamente 35 mm de distância da plataforma acrílica menor; inserir nas quatro barras, a plataforma de acrílico com a lente e prender com as porcas borboletas.

- Etapa 5 (Figura 3I-J): Abrir a mini lanterna e inclinar o LED, inserir o no furo de 10 mm feito na placa de MDF, colar com cola quente a mini lanterna na parte inferior da placa, deixando acessível o plug ligar/desligar.

Figura 3 – Foto-documentação dos procedimentos de montagem do microscópio artesanal simplificado. A-B: Etapa 1. C-D: Etapa 2. E-G: Etapa 3. H: Etapa 4. I-J: etapa 5. K: Microscópio simplificado completamente montado.



Fonte: própria autora

4.3. SELEÇÃO DO MATERIAL VEGETAL E PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS

A escolha do material vegetal é a primeira etapa do processo de preparação de lâminas e aulas práticas e tem sua importância. As plantas utilizadas para a preparação deste trabalho foram selecionadas pela facilidade de acesso e coleta, como as encontradas em jardins, hortas e mercados. Ademais, em função das possíveis estruturas internas, as quais essas plantas apresentam.

Todo o material botânico foi coletado de plantas saudáveis, identificando o nome da espécie e armazenando em água para posterior utilização.

Para o estudo foram selecionadas as seguintes espécies (Figura 4):

- (1) *Tradescantia* sp. (Commelinaceae - Tapete de viúva) - Folha
- (2) *Salvia officinalis* (Lamiaceae - Sálvia) - Folha
- (3) *Chrysanthemum anethifolium* (Asteraceae - Margaridinha) - Caule
- (4) *Paphiopedilum* sp. (Orchidaceae - Sapatinho) - Raiz
- (5) *Mentha* sp. (Lamiaceae - Hortelã) - Folha
- (6) *Lavandula* sp. (Lamiaceae - Lavanda) - Folha
- (7) *Cymbopogon citratus* (Poaceae - Capim limão, Capim cidreira) - Folha
- (8) *Solanum tuberosum* (Solanaceae - Batata inglesa) - Caule (tubérculo)

Para a preparação das lâminas, utilizamos metodologia clássica de cortes à mão livre com e sem coloração, como sumarizado no manual de Kraus e Arduin (1997). Assim, as técnicas consistiram em raspagens, seções paradérmicas, transversais e longitudinais de órgãos vegetativos com lâmina (navalha) de barbear de aço.

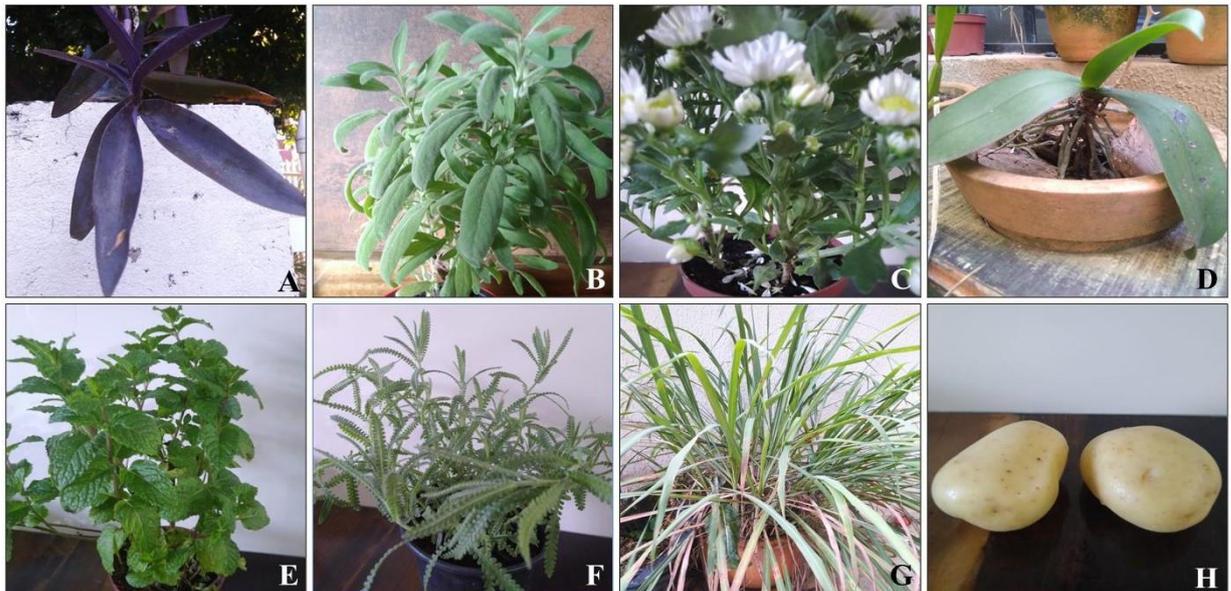
Parte do material seccionado foi observado a fresco e parte seguiu os procedimentos de coloração, conforme a sequência: (i) clarificação em hipoclorito de sódio 50% (15-30 minutos), (ii) lavagem com água, (iii) coloração por meio de corantes que podem ser encontrados em farmácias (violeta genciana 1%,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

Além do material já descrito, ao longo do processo também foram utilizados pincel cerda redonda nº 02, copo plástico descartável para clarificação das secções vegetais e tampas de potes plásticos descartáveis utilizados como alternativa para placa Petri na coloração.

Os protocolos de aulas práticas foram foto-documentados e descritos 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.

No tópico de resultados, a seguir, será tratado da descrição da montagem do microscópio e da padronização dos protocolos de aulas práticas com a utilização do material vegetal selecionado. Também será evidenciada quais as dificuldades encontradas, quais protocolos são mais adequados e quais protocolos não foram satisfatórios na produção das lâminas.

Figura 4 – Materiais vegetais selecionados para o preparo das aulas práticas: A – *Tradescantia* sp.; B – *Salvia officinalis*; C – *Chrysanthemum anethifolium*; D – *Paphiopedilum* sp.; E – *Mentha* sp.; F – *Lavandula* sp.; G – *Cymbopogon citratus*; H – *Solanum tuberosum*.



Fonte: própria autora

5. RESULTADOS

5.1. PROTOCOLOS DE PREPARAÇÃO DAS LÂMINAS HISTOLÓGICAS E DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS OBSERVADAS

Os protocolos de preparação das lâminas a partir do material vegetal selecionado, bem como a descrição das estruturas a serem visualizadas foram divididos em tópicos separados. Assim, o(a) professor(a) poderá selecionar a metodologia a ser aplicada de acordo com as plantas e/ou estruturas que pretende utilizar em suas aulas.

5.1.1. *Tradescantia* sp. (Commelinaceae- Tapete de viúva) - Folha

Para a *Tradescantia* sp. o protocolo seguido foi a produção das lâminas histológicas a partir da folha. O passo a passo da produção das lâminas se encontra sumarizado na Figura 5. Foram realizadas secções paradérmicas nas duas faces epidérmicas – adaxial e abaxial e uma secção longitudinal. A observação da amostra no microscópio foi realizada através do acoplamento da câmera traseira do telefone celular no microscópio, com lâminas montadas sem a utilização de coloração (Figura 6).

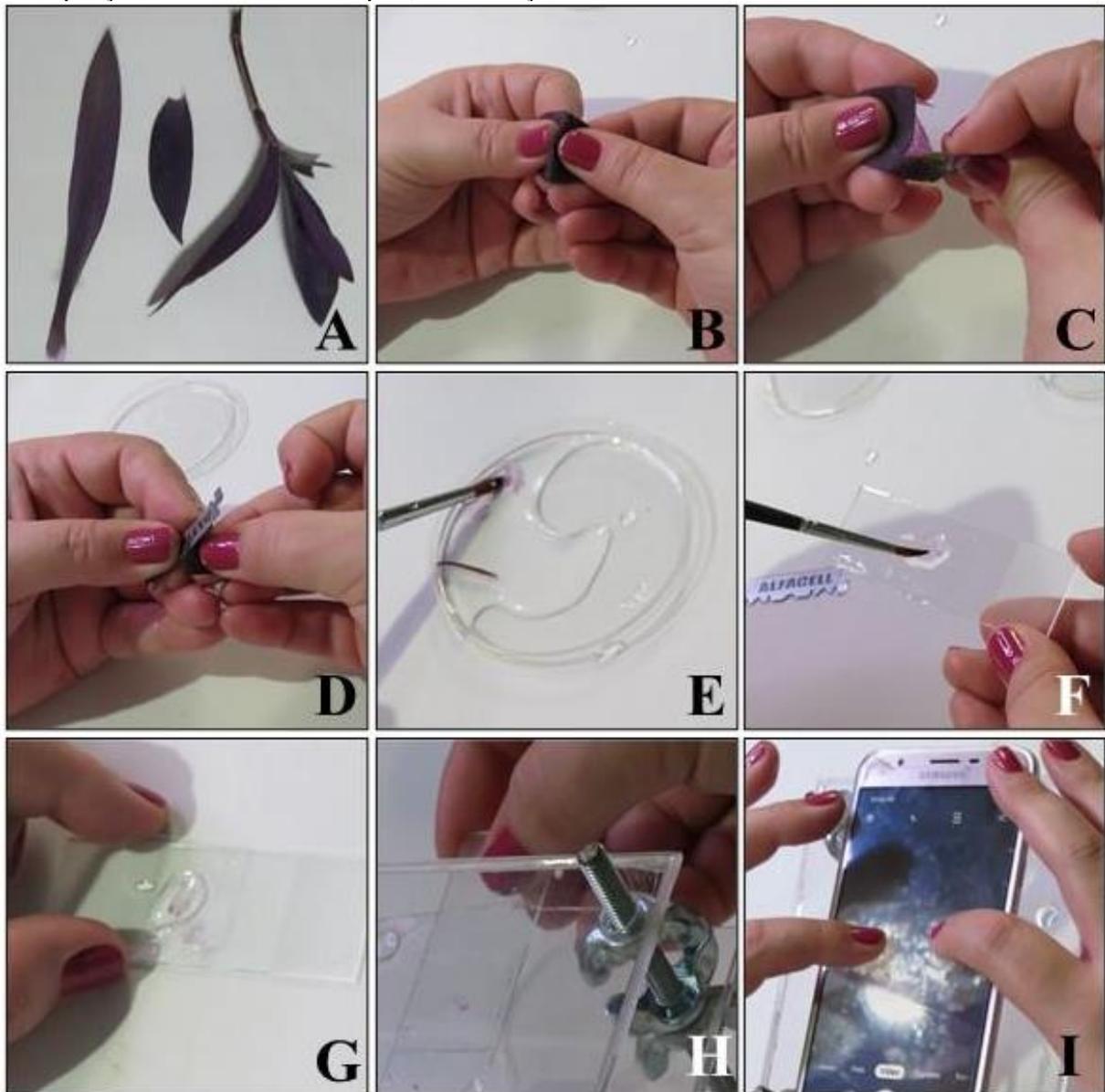
O protocolo de preparação das lâminas com a amostra vegetal da *Tradescantia* sp., iniciou-se com a escolha de uma folha sadia e com coloração púrpura característica (Figura 5A). Para as secções paradérmicas (Figuras 5B-C), as folhas foram envergadas até seu rompimento e separando as epidermes tanto na face adaxial como na abaxial. Após o rompimento de uma das epidermes, o restante da folha foi puxado, ficando apenas a fina camada epidérmica. Esta camada foi depositada na lâmina de vidro com a adição de uma gota de água e coberta por uma lamínula de vidro.

Para a observação de tricomas foi realizado um corte longitudinal (Figura 5D), para isso, foi colocado uma gota de água sobre o material, segurando a lâmina de inox entre os dedos polegar e indicador foram realizados movimentos para trás e para frente, de forma a deslizar essa lâmina sobre o material, permitindo dessa forma, cortes mais finos. Todo o material foi depositado com a ajuda de um pincel em uma tampa plástica contendo água (Figura 5E). Cada material foi colocado separadamente em lâminas histológicas (Figura 5F) juntamente com água e coberto com uma lamínula (Figura 5G).

Cada uma das lâminas, já prontas, foram acondicionadas na plataforma de acrílico menor no microscópio (Figura 5H). Para o ajuste do foco, a plataforma de acrílico foi elevada

aproximando a lente objetiva da lâmina histológica. Um telefone celular (Figura 5I) foi utilizado para observar o material, para isso, foi disposto na plataforma superior sendo que a sua câmera traseira precisa coincidir com a lente objetiva fixada na plataforma.

Figura 5 – Protocolo de preparação da lâmina com secção paradérmica e/ou longitudinal. A: Amostra de folhas e caules de *Tradescantia* sp.; B–C: procedimento de secção paradérmica; note, em B, a dobra da folha, mas ainda com a epiderme íntegra. Em C já houve o rompimento, e então pode-se destacar a epiderme. D: Secção longitudinal; E: Secções longitudinais transferidas para um recipiente plástico com água, para que o material não resseque. F: Inclusão da secção na lâmina com um pincel fino; G: Recobrimento da lâmina com lamínula de vidro; H: Disposição da lâmina no microscópio; I: Observação da lâmina via câmera traseira do telefone celular.

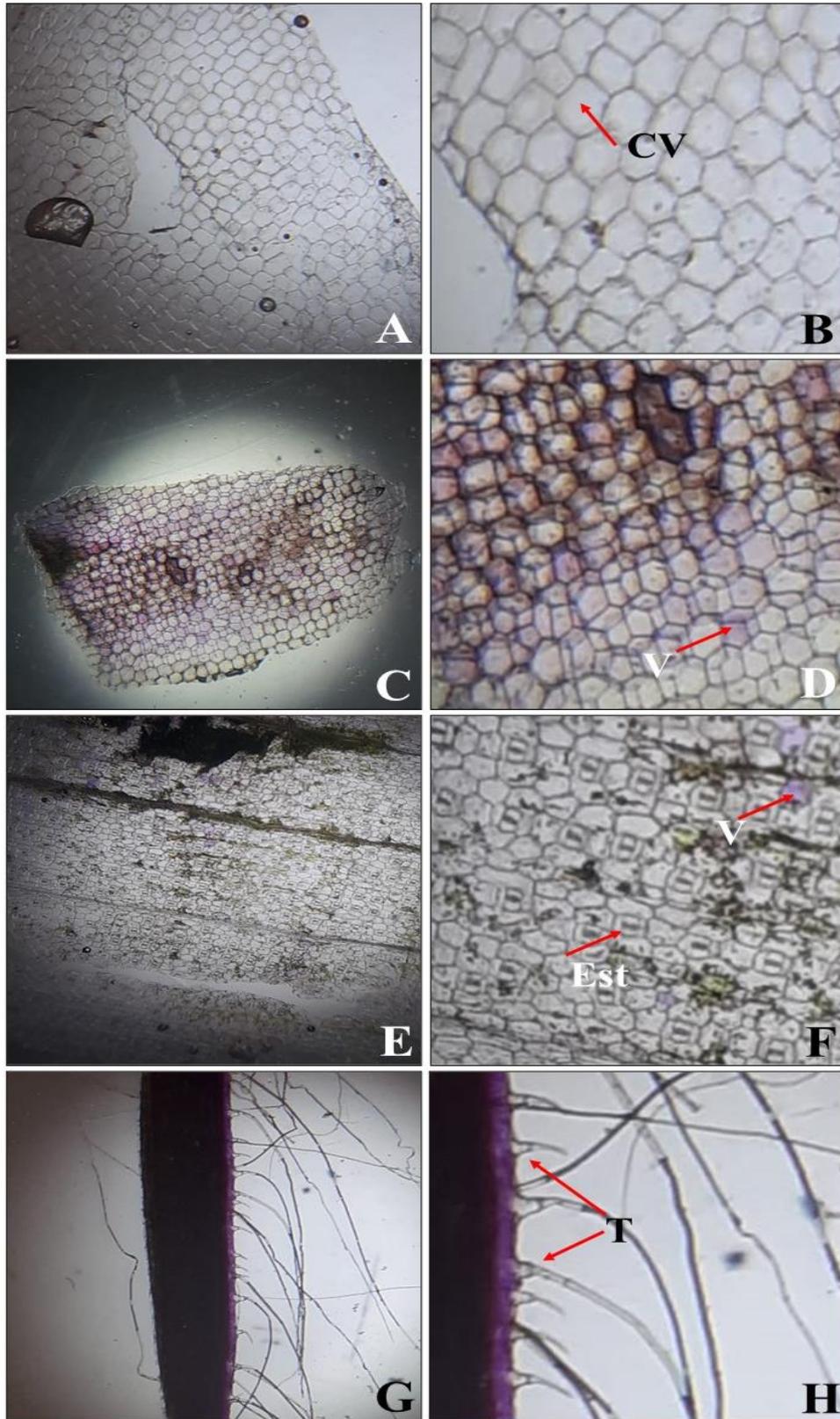


Fonte: própria autora

Nas secções paradérmicas, foi possível observar as células epidérmicas com suas paredes celulares bem definidas (Figuras 6A-B), cujas células podem apresentar vacúolos com pigmento (antocianina, responsáveis pela coloração púrpura) em seu interior (Figuras 6C-F) – tanto na face adaxial (maior quantidade) como na abaxial. Estômatos (Figuras 6E-F) estão distribuídos em faixas, apenas na face abaxial, característica de folhas hipoestomáticas. Na secção longitudinal (Figuras 6G-H) é possível identificar os tricomas não glandulares (tectores) de tamanhos variáveis na epiderme adaxial da folha.

A *Tradescantia* sp. pode ser considerada um excelente material vegetal. É de fácil acesso e suas folhas carnosas facilitam os cortes pela lâmina de inox e a separação de ambas as faces da epiderme. Assim, as lâminas montadas permitiram a observação das principais células epidérmicas da folha, que apresentam coloração púrpura não necessitando de corantes.

Figura 6 – Lâminas com amostra vegetal de *Tradescantia* sp.; A-D: Secções paradérmicas na face adaxial; E-F: Secção paradérmica na face abaxial; G-H: Secção longitudinal na lateral da folha. CV: Célula Vegetal; V: Vacúolo Pigmentado (antocianina); Est: Estômato; T: Tricoma.

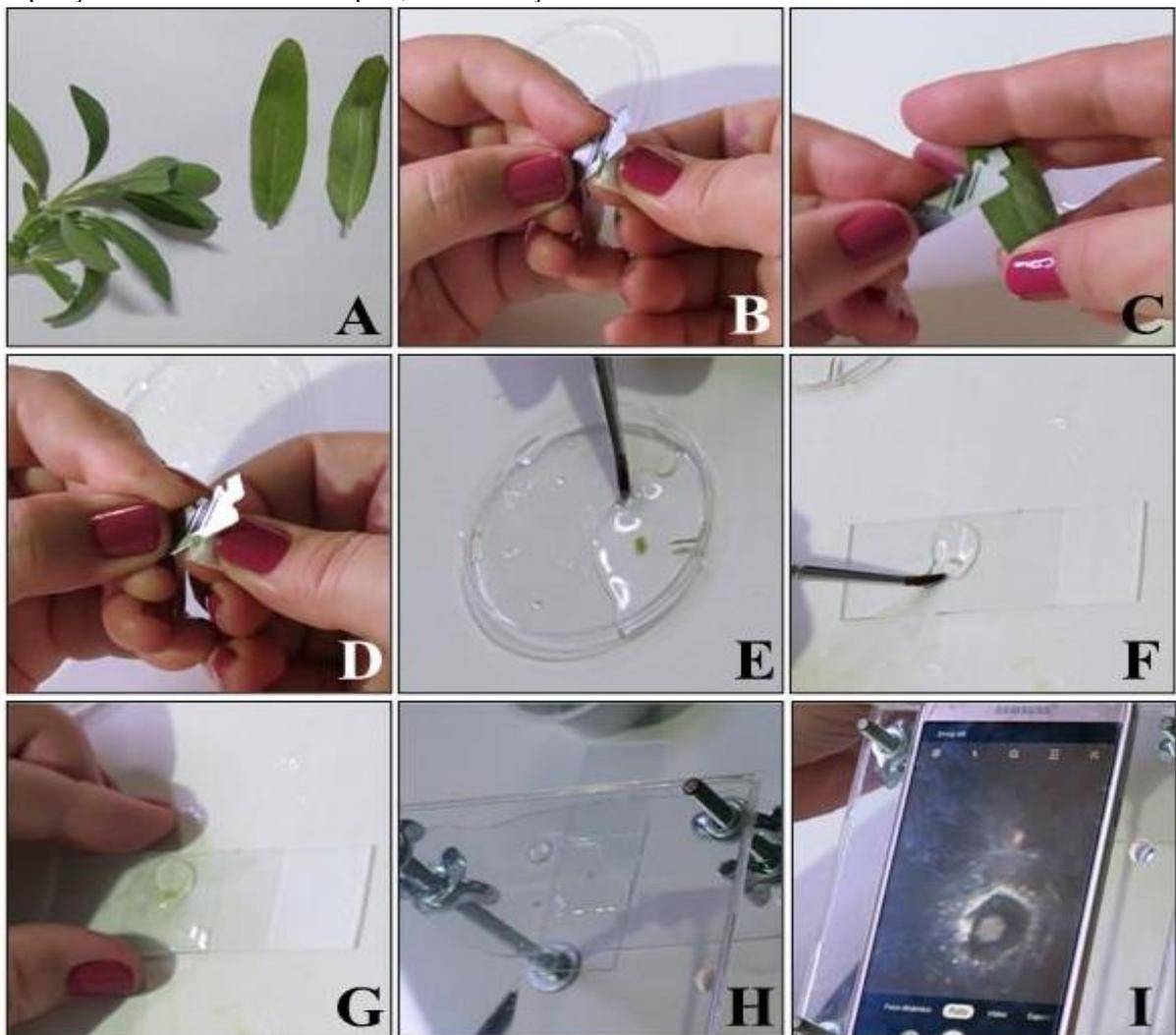


Fonte: própria autora

5.3.2. *Salvia officinalis* (Lamiaceae - Sálvia) – Folha e Pecíolo

A Figura 7 apresenta o protocolo da produção de lâminas histológicas a partir do material vegetal da planta *Salvia officinalis*. Foram realizados cortes em secção transversal e raspagem na folha. No pecíolo, foram realizadas secções transversais. A observação da amostra no microscópio foi realizada sem a utilização de coloração (Figura 8).

Figura 7 – Protocolo de preparação da lâmina com secção transversal e raspagem da folha e secção transversal do pecíolo. A: Amostra de folhas, pecíolo e caule de *Salvia officinalis*; B: Secção transversal da folha realizada com auxílio de isopor; C: Raspagem da folha; D: Secção transversal do pecíolo realizada com auxílio de isopor; E: Secções realizadas transferidas para um recipiente plástico com a água, para que o material não resseque; F: Inclusão da secção na lâmina com um pincel fino; G: Recobrimento da lâmina com lamínula de vidro; H : Disposição da lâmina no microscópio; I : Observação da lâmina via câmera traseira do telefone celular.



Fonte: própria autora

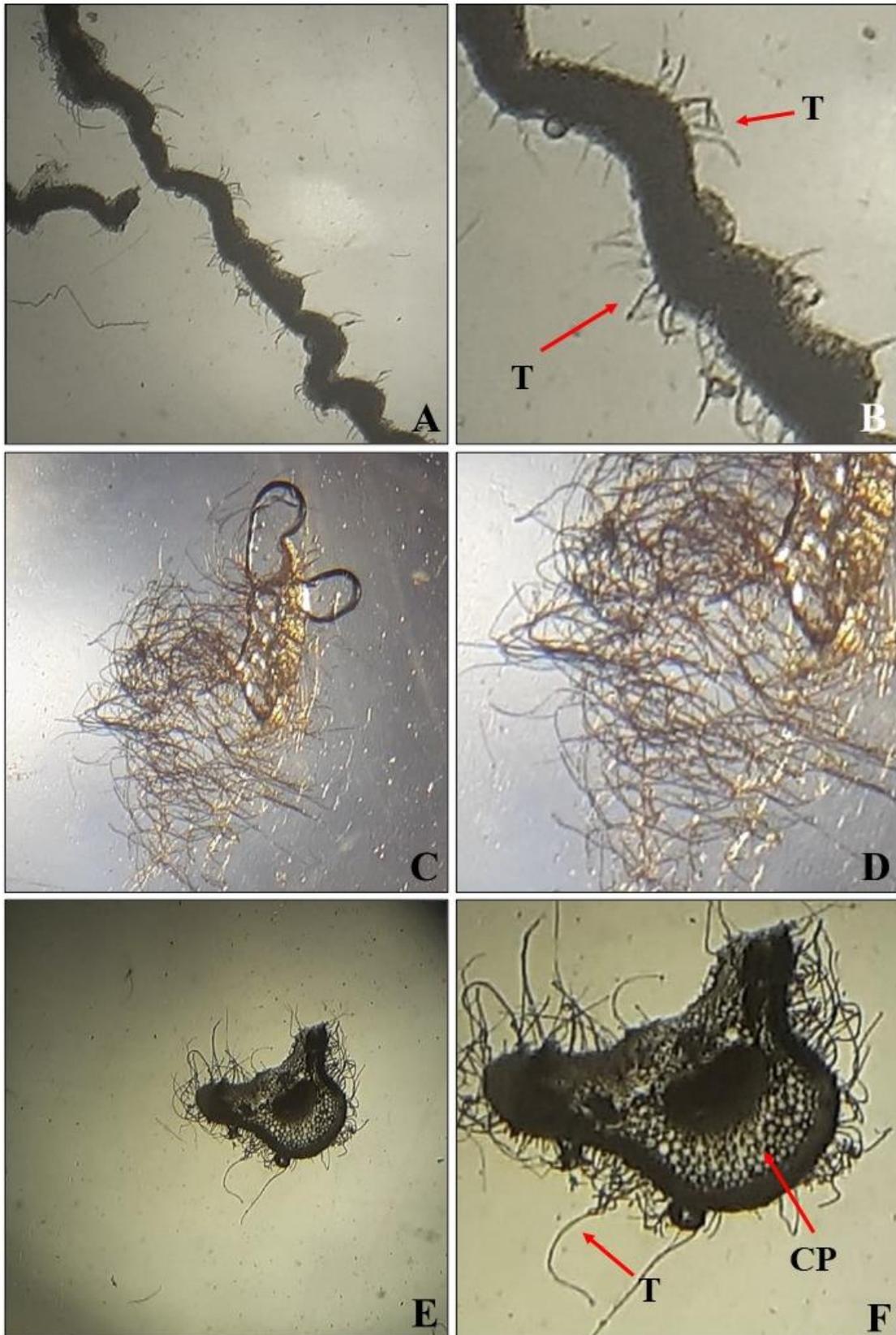
Selecionou-se, na amostra vegetal *Salvia officinalis*, limbo foliar e pecíolo sadios e de coloração esverdeada (Figura 7A). Para as secções transversais (Figuras 7B e D) foi colocado água sobre o material, e com o auxílio de isopor para segurar o material foi realizado o deslizamento da lâmina de barbear nas amostras em uma sequência de cortes finos (Figura 7B). Também foi realizada a raspagem da folha (Figura 7C) com o intuito de visualizar os tricomas.

Todo o material foi depositado em uma tampa plástica contendo água (Figura 7E) e colocados em lâminas histológicas (Figura 7F) com água e coberto com uma lamínula (Figura 7G). A lâmina já preparada foi disposta na plataforma menor de acrílico (Figura 7H) e o telefone celular (Figura 7I) foi acomodado na plataforma superior com a câmera traseira direto na lente objetiva. Para visualização foi ajustado o distanciamento focal na câmera do celular.

Não havia qualidade suficiente para a observação dos tecidos vasculares e do parênquima nas lâminas histológicas de *Salvia officinalis*. Verificou-se uma dificuldade nos cortes transversais por ser uma folha estreita e fina. Ainda assim foi possível observar a presença de tricomas (Figuras 8A-B). Os tricomas retirados da folha através do método de raspagem podem ser observados nas Figuras 8C e 8D.

Na lâmina da secção transversal do pecíolo, 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.

Figura 8 – Lâminas com amostra vegetal de *Salvia officinalis*; A-B - Secção transversal da folha; C-D – Raspagem da folha; E-F – Secção transversal do pecíolo. CP: Células Parenquimáticas; T: Tricoma.



Fonte: própria autora

O protocolo de preparação da lâmina com a amostra vegetal da *Chrysanthemum anethifolium*, iniciou-se com a escolha de um caule viçoso, esverdeado e livre de manchas (Figura 9A).

Para a secção transversal (Figura 9B), foi colocado uma gota de água sobre o material, segurando a lâmina de inox entre os dedos polegar e indicador foram realizados movimentos de forma a deslizar essa lâmina sobre o material, permitindo dessa forma, cortes finos. Todo o material foi depositado com a ajuda de um pincel em um pote plástico contendo solução aquosa de hipoclorito de sódio 50% para clareamento do tecido (Figura 9C). O tempo de permanência dos cortes nessa solução é de aproximadamente 30 minutos, podendo variar com a espessura do corte.

Após atingir total transparência, os cortes lavados em água até não haver mais odor característico de hipoclorito de sódio (Figura 9D). A etapa de lavagem é importante para que não haja interferência do hipoclorito nas colorações.

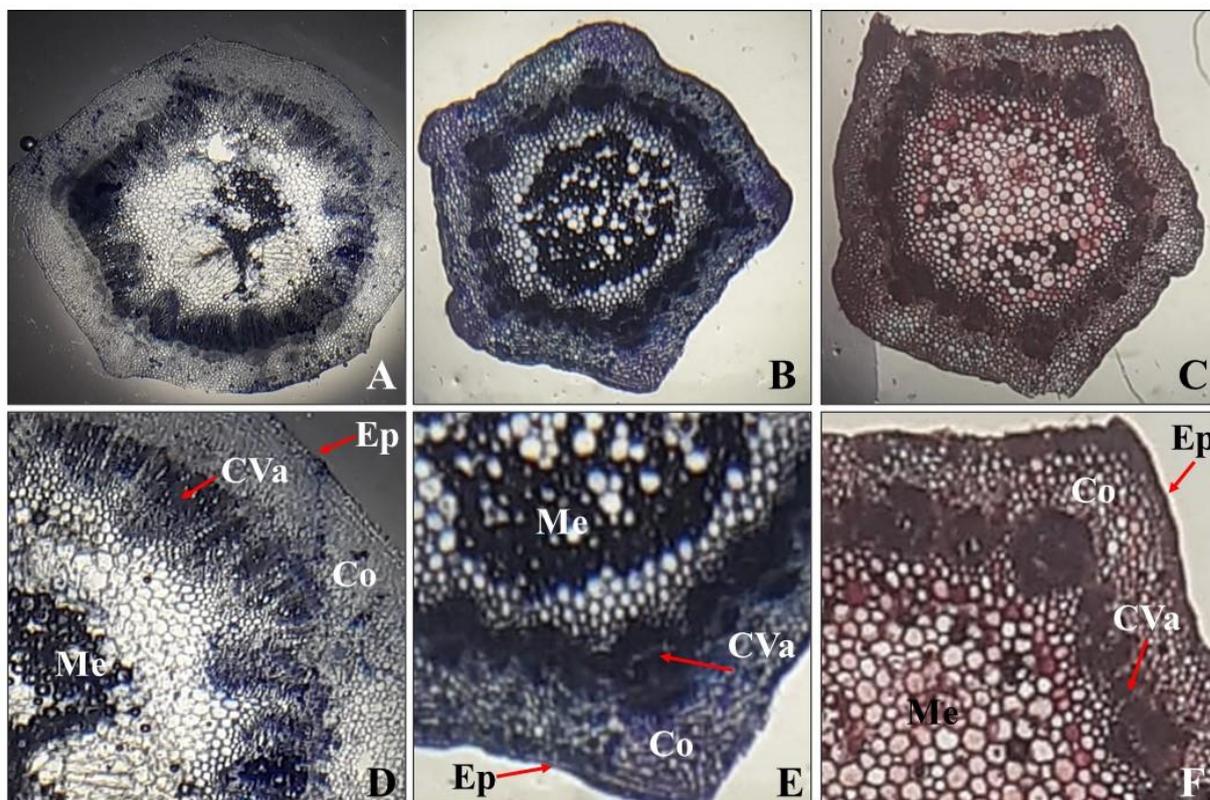
Os cortes foram testados em três corantes alternativos na forma de solução: azul de metileno 1% (AM), violeta genciana 1% (VG) e fúcsia 1% (F). O tempo de coloração é de aproximadamente cinco minutos, mas varia de acordo com a espessura do corte. Os cortes foram lavados com água (Figura 9F) e colocados separadamente em lâminas histológicas (Figura 9G) juntamente com água e coberto com uma lamínula (Figura 9H).

Após acondicionar a lâmina histológica no microscópio, o telefone celular (Figura 9I) foi acomodado na plataforma superior com a câmera traseira direto na lente objetiva (Figura 10).

O microscópio não fornece o aumento ideal para ver com nitidez todos os tecidos (Figuras 10A a 10F), porém é possível de se observar a medula (Me) – região medular preenchida de parênquima medular ao centro da secção e o córtex (Co) – região cortical preenchida de parênquima cortical subjacente à epiderme. Também é possível verificar a presença de epiderme (Ep) e do cilindro vascular (Cva).

O caule da *Chrysanthemum anethifolium* pode ser considerado uma boa alternativa para material vegetal quando corado com um dos três corantes alternativos (azul de metileno, violeta genciana e fúcsia), além de ser fácil o manuseio dos cortes. No entanto, reafirma-se que o microscópio alternativo não apresenta aumento e nitidez para de detalhes celulares do tecido xilemático e floemático nas secções observadas.

Figura 10 – Lâminas com amostra vegetal de *Chrysanthemum anethifolium*; A e D - Secção transversal do caule com coloração de azul de metileno; B e E – Secção transversal do caule com coloração de violeta genciana; C e F – Secção transversal do caule com coloração de fúcsia. Ep: Epiderme; Me: Medula; Co: Córtex; CVa: Cilindro vascular.



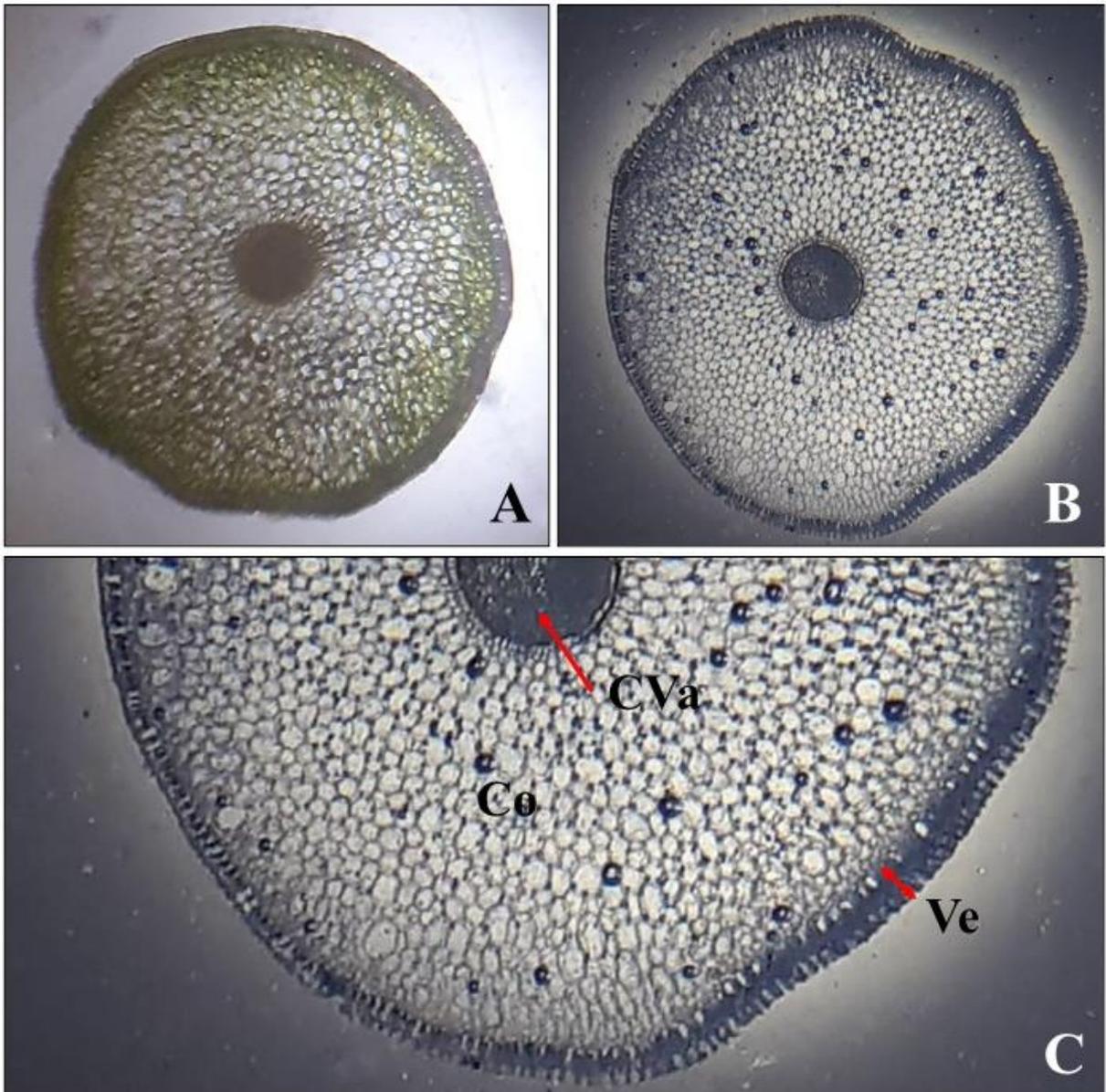
Fonte: própria autora

5.3.4. *Paphiopedilum* sp. (Orchidaceae - Sapatinho) - Raiz

O protocolo da produção de lâminas histológicas a partir de cortes em secção transversal da raiz do material vegetal da planta *Paphiopedilum* sp. foi similar ao realizado para o caule da *Chrysanthemum anethifolium*, utilizando cortes sem coloração e como corante alternativo - a solução de azul de metileno 1% (Figura 11). A amostra escolhida era viçosa, com coloração verde claro e livre de manchas.

O microscópio também não forneceu o aumento ideal para ver com nitidez algumas estruturas (Figuras 11A a 11C), porém pode-se verificar no centro da secção a presença do cilindro vascular CVa (não podendo distinguir xilema e floema), o córtex (Co) com preenchimento parenquimático e o velame (Ve). Este último, uma epiderme plurisseriada em várias camadas.

Figura 11 – Lâminas com amostra vegetal 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.



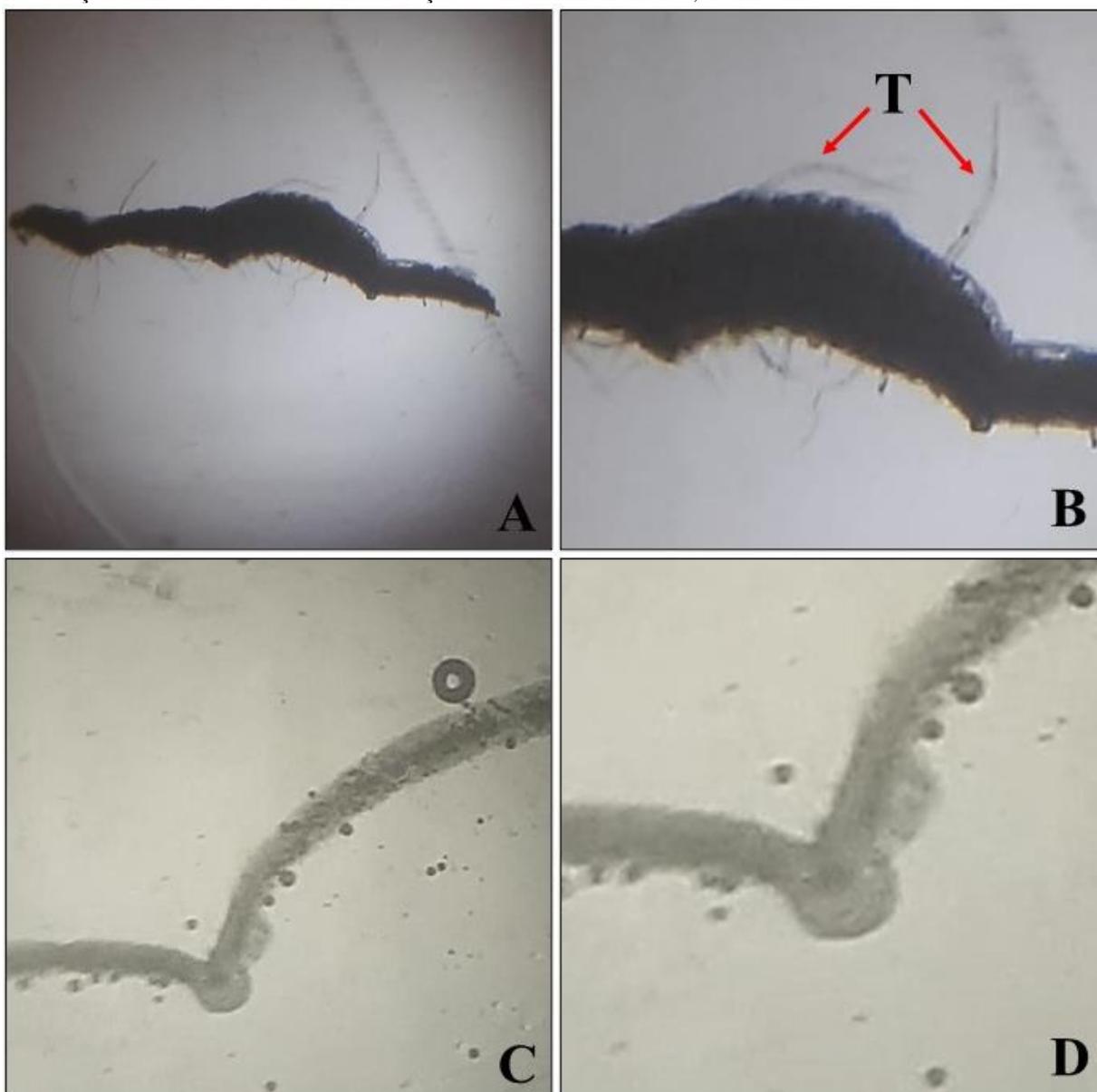
Fonte: própria autora

A raiz da *Paphiopedilum* sp. também pode ser considerado uma boa alternativa para material vegetal quando corado, no entanto, novamente observa-se que o microscópio alternativo não apresenta aumento e nitidez para observação de detalhes das células que compõem os tecidos floema e xilema, bem como da medula que está internamente no cilindro vascular.

5.3.5. *Mentha* sp. (Lamiaceae - Hortelã) - Folha

O protocolo da produção de lâminas histológicas a partir de corte em secção transversal da folha do material vegetal da planta *Mentha* sp. foi similar ao realizado para a folha da *Salvia officinalis*, utilizando cortes sem coloração e com corante alternativo a solução de azul de metileno 1% (Figura 12).

Figura 12 – Lâminas com amostra vegetal de *Mentha* sp.; A e B - Secção transversal da folha sem coloração; C e D – Secção transversal da folha com coloração de azul de metileno 1%; T: Tricoma.



Fonte: própria autora

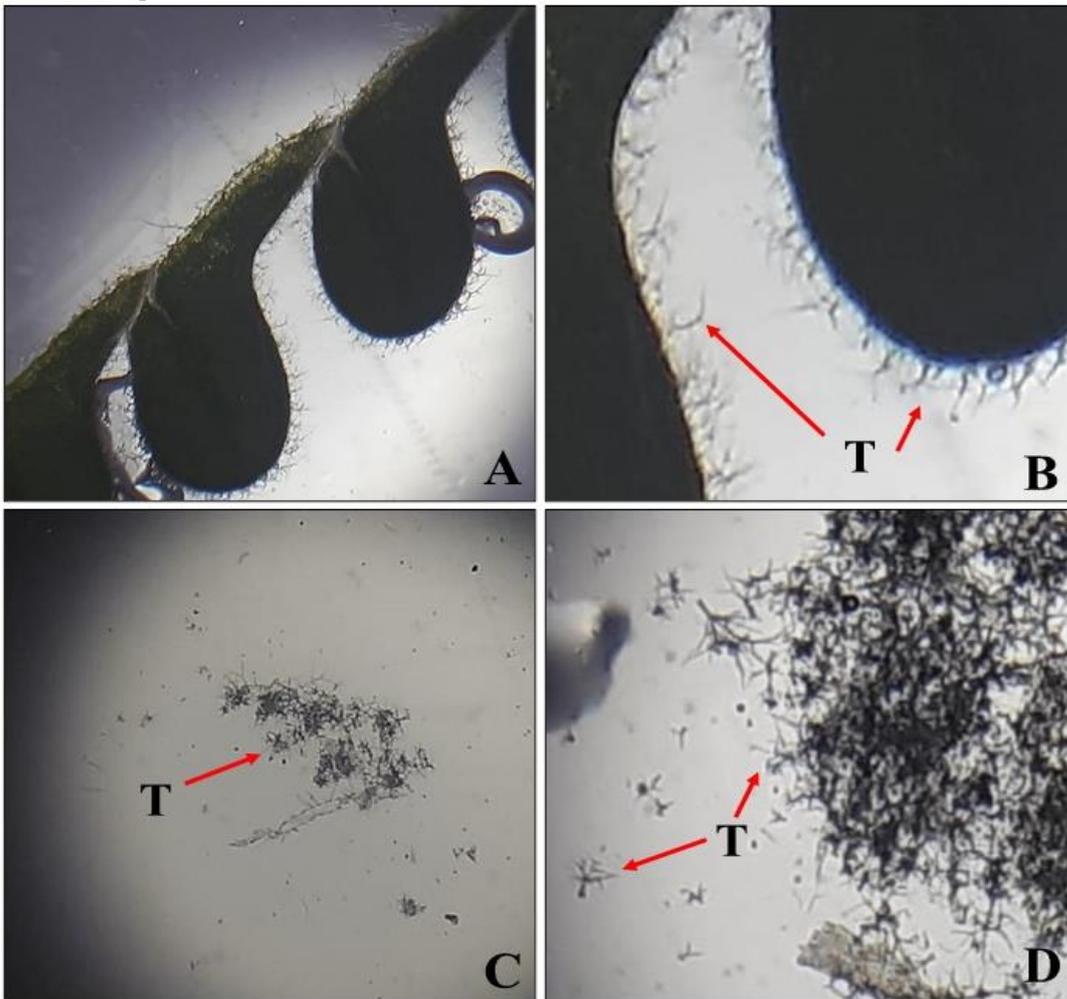
O microscópio permite observar a presença de tricomas (glandulares e não glandulares) nas folhas (Figuras 12A e 12B), porém não há aumento nem nitidez para outras

estruturas (Figuras 12C e 12D), nem mesmo com a coloração. A hortelã não foi um material vegetal bom para se trabalhar com o microscópio artesanal simplificado, além de ter uma folha fina e bastante frágil, dificultando o manuseio com a lâmina de inox, a observação das estruturas não foi satisfatória.

5.3.6. *Lavandula* sp. (Lamiaceae - Lavanda) - Folha

O protocolo da produção de lâminas histológicas para o material vegetal da planta *Lavandula* sp. seguiu a metodologia realizada para a *Salvia officinalis*, utilizando cortes longitudinais e raspagem na folha. O intuito foi observar diferentes tricomas – glandulares e não glandulares. A observação da amostra no microscópio foi realizada sem coloração (Figura 13).

Figura 13 – Lâminas com amostra vegetal de *Lavandula* sp.; A e B - Secção longitudinal da folha; C e D – Tricomas raspados da folha; T: tricomas.



Fonte: própria autora

O microscópio permite observar a presença de finos tricomas nas folhas (Figuras 13A a 13D) de diferentes tamanhos e formas – alguns curtos ou ramificados, porém não se pode determinar se estão ou não associados a glândulas epidérmicas com óleo essencial.

5.3.7. *Cymbopogon citratus* (Poaceae - Capim limão, Capim cidreira) - Folha

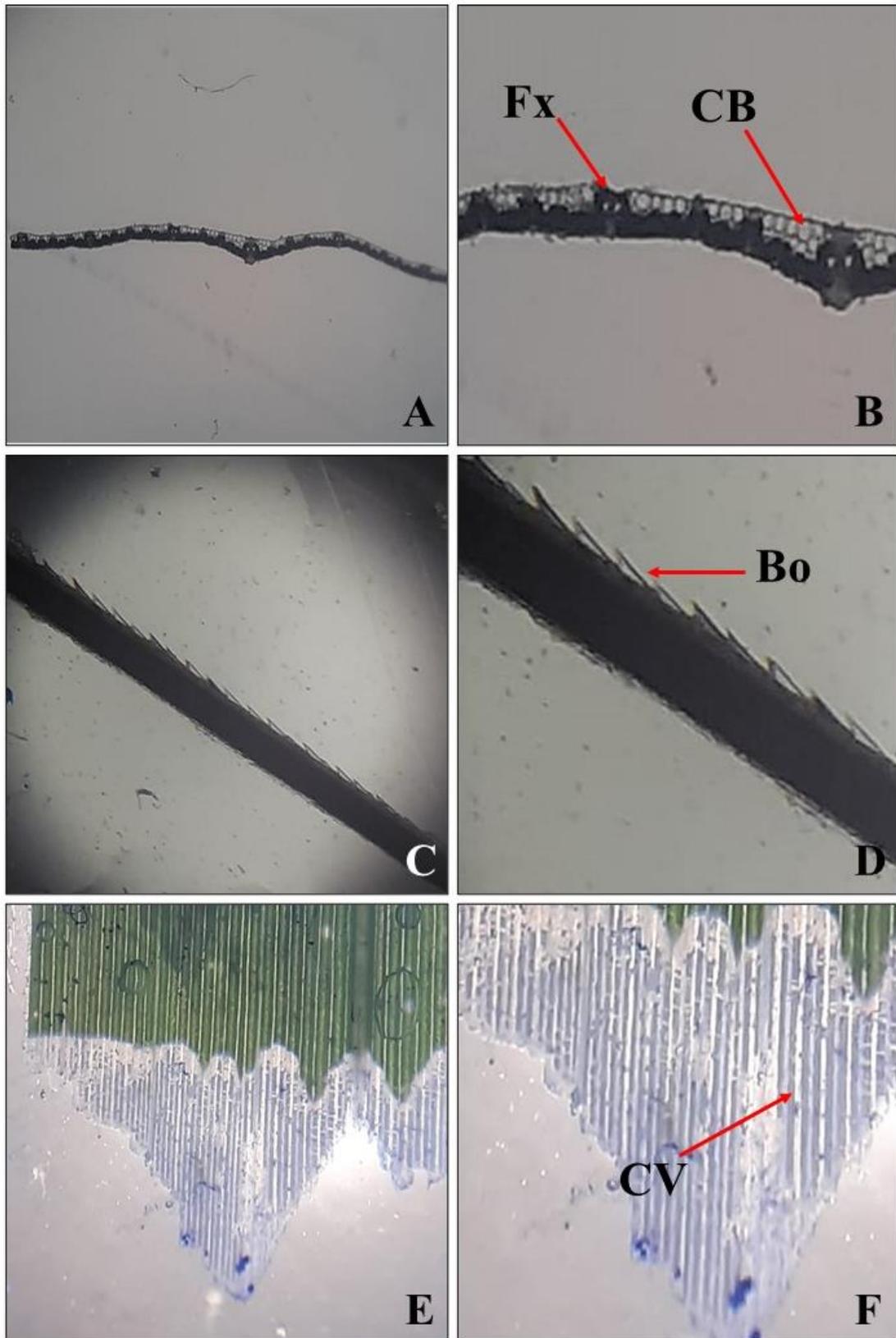
O protocolo da produção de lâminas histológicas para o *Cymbopogon citratus* seguiu a metodologia realizada para a *Salvia officinalis*, utilizando cortes transversais, longitudinais e paradérmico. Não foi realizado o procedimento de coloração na secção transversal e longitudinal.

Para a secção longitudinal, o corte foi próximo à extremidade da folha, já para a secção paradérmica abaxial o protocolo de preparação seguiu a coloração do material com azul de metileno 1%.

As observações das secções da amostra no microscópio estão apresentadas na Figura 14. Na secção transversal da folha (Figuras 14A-B), é possível observar células parenquimáticas maiores que são as células buliformes, além dos feixes vasculares. Nestes, não foi possível distinguir o floema e o xilema. Nas figuras 14C-D apresentam-se os cortes de secção longitudinal próximo a extremidade da folha. Verifica-se a presença do bordo serrado, com pontas agudas. As figuras 14E-F são secções paradérmica da face abaxial. Observa-se sem muita nitidez as células vegetais com o formato retangular, não sendo possível visualizar os estômatos presentes na epiderme.

A folha de capim limão pode ser considerada um excelente material vegetal para visualização de algumas estruturas, como células buliformes e bordo. Reitera que estruturas nos feixes vasculares e estômatos na epiderme não possuem resolução adequada.

Figura 14 – Lâminas com amostra vegetal de *Cymbopogon citratus*; A e B - Secção transversal da folha sem coloração; C e D – Secção longitudinal da folha sem coloração; E e F – Secção longitudinal da folha com coloração de azul de metileno. Fx: Feixe vascular; CB: Células buliformes; Bo: Bordo esclerificado. CV: célula vegetal.



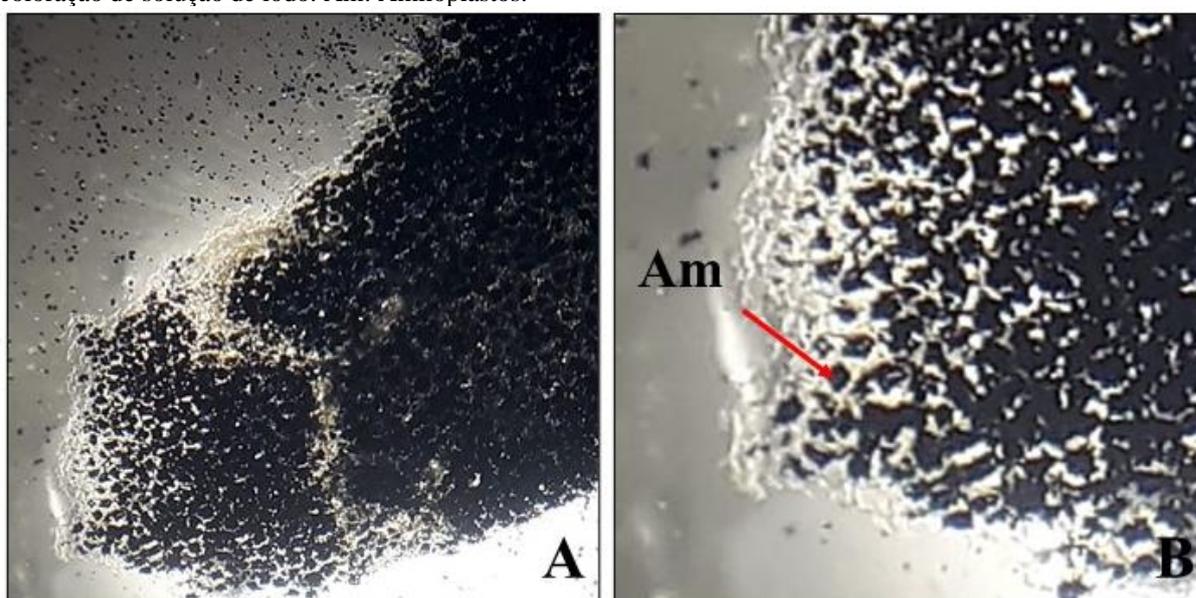
Fonte: própria autora

5.3.8. *Solanum tuberosum* (Solanaceae - Batata inglesa) - Caule (tubérculo)

O protocolo da produção de lâminas histológicas para o *Solanum tuberosum* seguiu a metodologia de corte realizada para o caule *Chrysanthemum anethifolium*, através da raspagem do tubérculo. A coloração do caule foi a partir do contato direto com solução de iodo 5%.

As observações das secções da amostra no microscópio estão apresentadas na Figura 15.

Figura 15 – Lâminas com amostra vegetal de *Solanum tuberosum*; A e B - Secção transversal do caule com coloração de solução de iodo. Am: Amiloplastos.



Fonte: própria autora

Nas figuras 15A-B apresentam-se os cortes de secção transversal no caule do *Solanum tuberosum* em que se pode observar células do parênquima amilífero contendo grãos de amido, que é resultado da reserva de amido acumulado em seus amiloplastos. A coloração de cor azul 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 cortes finos e a simplicidade do procedimento de coloração com iodo para observação dos grãos de amido.

6. DISCUSSÃO

Soga *et al.* (2017) e Fernandes (2021) relatam que o uso de microscópicos ópticos em escolas apresentam diversas barreiras, como a indisponibilidade do equipamento e recursos materiais. De acordo com o Censo Nacional da Educação Básica (BRASIL, 2020), em 2019, apenas 30,9% das escolas públicas que ofertam o Ensino Fundamental e 40,9% das que ofertam o Ensino Médio possuem estrutura física de laboratório. Dentre estas que possuem instalações, 34,7% e 27,1% possuem materiais científicos para auxílio nas aulas práticas, respectivamente.

O microscópio artesanal simplificado vem contribuir com as aulas práticas de Ciência e Biologia nestas instituições que sofrem pela falta de estrutura física e material. Podendo ser considerado uma excelente ferramenta didática, permitindo ao aluno a interatividade com a teoria e uma maior compreensão do assunto estudado, além de proporcionar com sua montagem uma atividade didática caracterizada na instrumentação do Ensino.

Além disso, há outras vantagens do microscópio artesanal simplificado, como permitir ao professor a interação teoria-prática e o baixo custo de construção, o equipamento não necessita de energia elétrica e possui tamanho e peso reduzido, o que permite facilmente ser transportado para diversas salas de aulas e demais localidades como projetos de extensão. A extensão une o acadêmico com a sociedade, levando conhecimento, desenvolvimento educacional e inclusão social. Além dos aspectos qualitativos do microscópio construído citado acima, o uso desta ferramenta pelo professor vem a contribuir com a solidificação profissional na educação, através da busca de uma alternativa de ensinamento para ampliar a compreensão dos seus alunos. Conforme Souza (2013), o uso de experimentos torna as aulas diferenciadas e atraentes, o que favorece o aprendizado, tornando-o dinâmico e prazeroso, ajudando o aluno a interpretar melhor as informações, relacionar o conhecimento e estimular a formação científica, buscando assim, proporcionar o aprendizado do aluno pela utilização de métodos, planejamentos e o desenvolvimento da pesquisa, o que lhe confere aptidão na argumentação.

Pode-se citar ainda a interação social entre os alunos e o professor, devido aos questionamentos e discussões dos mais variados assuntos abordados, como por exemplo a curiosidade e a compreensão de estruturas vegetais, abordada em anatomia vegetal da botânica que é considerada por muitos um tema complicado e entediante, causando desinteresse no tema. De acordo com Almeida-Filho *et al.* (2021), em seu estudo que indagava a alunos de graduação

de Biologia sobre ocorrência de alguma prática relacionada a Anatomia vegetal no Ensino Médio, 90% dos entrevistados não tiveram nenhum recurso metodológico.

Para avaliar se o microscópio construído poderia ser utilizado em aulas práticas do conteúdo de botânica, em especial aos relacionados à anatomia vegetal, foram selecionadas partes como folhas, raízes e caule de plantas de fácil acesso. O intuito era observar diferentes tecidos e suas características, a fim de permitir que os alunos identificassem de forma prática o que é ensinado na teoria.

No que diz respeito a aplicação do microscópio artesanal no estudo da Anatomia Vegetal, os protocolos de preparação das lâminas são etapas importantes para a observação de estruturas vegetais. Os cortes e a preparação (clarificação e coloração) dependem muito das características físicas da planta e da secção que pretende ser observada. O manejo da lâmina de inox muitas vezes não permite uma espessura muito fina, porém isso varia com a prática, principalmente em cortes de folhas finas e frágeis, como no caso da sálvia, menta e lavanda, o que dificulta a sequência de preparação. Destaca-se a folha da *Tradescantia* sp. – Tapete de viúva, por ser carnosa, a separação da epiderme pode ser facilmente feita a partir de uma dobra na folha, além disso, devido a presença de antocianinas não precisa do processo de coloração, o que a torna 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 (GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006; ROCHA *et al.*, 2007; CORTEZ *et al.*, 2016;). Em sequência, são bons materiais vegetais, o caule da margaridinha, a batata e a raiz de orquídea. Estes como apresentam uma leve rigidez, são de fácil corte para indivíduos com pouca habilidade, possibilitando secções mais finas e permitindo a clarificação com o hipoclorito (exceto a batata que não há necessidade) e a coloração com os corantes alternativos.

Porém, mesmo que os cortes realizados manualmente com a lâmina de inox não apresentem espessura extremamente fina e homogênea, ela permite observar algumas estruturas vegetais no microscópio, o que se sugere fazer vários cortes e selecionar os melhores para a observação. Conforme Cortez *et al.* (2016), 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. Assim, nos parágrafos que se seguem, apresenta-se sugestões de usos das espécies em conteúdos abordados no ensino básico da botânica, que envolvem conhecimentos da anatomia vegetal.

A partir das lâminas histológicas preparadas foi possível observar alguns tecidos vegetais. O tricoma é a estrutura epidérmica mais fácil de ser observada, sendo possível de ser observada com nitidez nas folhas de *Tradescantia* sp. como também observado por Alves *et al.* (2001). Também foi observado nas folhas de *Salvia officinalis*, *Mentha* sp., *Lavandula* sp., porém nestas, não houve possibilidade de diferenciar os diferentes tipos de tricomas. O que difere de observações realizadas em microscópio eletrônico de varredura e/ou microscópio óptico (MARTINS, 2002; DESCHAMPS *et al.*, 2006; FRAGOSO-MARTINEZ, 2011; DALLA RIVA *et al.*, 2014; DUARTE; SIEBENROCK, 2016). No *Cymbopogon citratus* foi possível observar os bordos esclerificados com facilidade, como também foi observado em estudos de Duarte e Zanetti (2004).

Para a utilização do conteúdo de célula vegetal, no ensino básico, as amostras vegetais que tratam das células epidérmicas, principalmente na *Tradescantia* sp., cujas paredes celulares e vacúolos pigmentados (antocianinas) são as mais indicadas. Também a folha de *Cymbopogon citratus* com suas células retangulares na epiderme, e as células buliformes, 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 muito semelhantes a outros estudos da literatura (ALVES *et al.*, 2001; FREITAS, 2003; DUARTE; ZANETTI, 2004; GLORIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

No caule da *Chrysanthemum anethifolium* foi possível observar, porém resolução adequada, a medula, o córtex e a epiderme. Se tratando do sistema vascular, como o microscópio não possui aumento adequado não é possível visualizar as células que compõem floema e xilema, bem como as suas peculiares características celulares. O mesmo se pode dizer para o feixe vascular da folha de *Cymbopogon citratus* e para o cilindro vascular da raiz da orquídea. Este último material, no entanto, é adequado para se observar o córtex e o velame.

Notoriamente, o microscópio artesanal simplificado pode ser utilizado em aulas do ensino básico de botânica para visualização de lâminas histológicas. É importante também 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*), neste estudo, se apresentaram com ótimas sugestões para confecção de lâminas histológicas para aulas práticas de anatomia vegetal, tanto

por serem de fácil corte e preparação, além de visualmente apresentarem maiores possibilidades de observação das estruturas internas.

Tanto a técnica da montagem do microscópio como a da preparação de lâminas histológicas pode ser uma ferramenta bastante útil no processo de ensino-aprendizagem da Botânica. Wandersee e Schussler (2001) ressaltam que um ensinamento interativo, significativo e bem planejado voltado a plantas pode superar a Cegueira Botânica. Sendo assim, acredita-se que a utilização do microscópio simplificado em conjunto com as lâminas de órgãos vegetais pode auxiliar na superação da Cegueira Botânica se aplicados nas aulas do ensino básico do conteúdo de Botânica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recursos didáticos planejados para tornar a aula mais atrativa e interessantes aos educandos contribuem para que aluno apresente interesse pelo conteúdo trabalhado. Esta abordagem vem crescendo no ambiente educacional. Alternativas simples e de baixo custo 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 células vegetais e suas características, como parede celular, vacúolo, plastídios e tricomas, dentre outras estruturas anatômicas, em um equipamento de fácil acesso, este conteúdo passa a ser vivenciado pelo aluno, trazendo novas sensações e motivações para estudá-lo. Assim, de maneira ampla, pode-se dizer que houve a concretização do objetivo deste estudo, uma vez que a proposta aqui 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 uso do microscópio simplificado artesanal com os materiais vegetais selecionados poderia contribuir na minimização da cegueira botânica e no interesse da sociedade frente à conservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, V. Z.; PETTERSSON, B. Expansion of genus *Paphiopedilum* Pfitzer to include all conduplicate-leaved slipper orchids (Cypripedioideae: Orchidaceae). **Lindleyana**, v. 9, n. 2, p. 133-139, 1994.
- ALMEIDA, D. M.; PSCHIEDT, A. C.; COELHO, C. 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, **Inovae**, São Paulo, v.7, p.79-93, 2019.
- ALMEIDA-FILHO, M. D.; PINHEIRO, L. F.; SOUZA, J. C.; NASCIMENTO, P. A. S.; BONILLA, O. H.; MENDES, R. M. S.; SANT'ANA, I. S.; EDSON-CHAVES, B. Curso teórico-prático de anatomia vegetal: percepção dos participantes. *In*: EDSON-CHAVES, B.; MENDES, R. M. S.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P. **Contextualizando o ensino de Botânica e Ecologia**. 1. ed. Editora Atenas, 2021. p. 54-70.
- ALLEN, W. Plant blindness. **BioScience**, Cary, v. 53, n. 10, p. 926, 2003.
- ALVES, E. S.; GIUSTI, P. M.; DOMINGOS, M.; SALDIVA, P. H. N.; GUIMARÃES, E. T.; LOBO, D. 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, A.; PAPADOPOULOU, P.; MALANDRAKIS, G. Plant blindness and children's recognition of plants as living things: a research in the primary schools context. **Journal of Biological Education**, p. 1-16, 2019.
- ARRAIS, M. G. M.; SOUZA, G. M.; MASRUA, M. L. A. O ensino de botânica: investigando dificuldades na prática docente. **Revista SBEnBIO**, n. 7, p. 5409-5418, out, 2014.
- BALAS, B.; MOMSEN, J. L. Attention “blinks” differently for plants and animals. **CBE-Life Sciences Education**, Bethesda, v. 13, n. 3, p. 437-443, set, 2014.
- BARICEVC, D.; BARTOL, T. **The biological/pharmacological activity of the Salvia genus V.**, pharmacology. *In*: KINTZIOS, S.E. (Ed.). Sage: the Genus salvia. Marston: Harwood Academic, 2000. p. 347-420.
- BATISTETI, C. B.; ARAÚJO, E. S. N.; CALUZI, J. J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, p. 17-42, 2009.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Coletânea Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. Brasília: MEC/SEF, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resumo técnico – censo escolar 2019**. Brasília, DF: INEP, 94 p, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. **Diretrizes e bases da educação nacional, lei no. 9.394 de 20 de dezembro de 1996, atualizada em 03 de setembro de 2019**. Brasília: MEC/SEF, 2019.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 2 de 30 de janeiro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20, 2014.

CARVALHO, D. A. de. **Sistemática vegetal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000, 150 p.

CECCANTINI, G. T. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006.

CORDEIRO, S. Z. **Tradescantia pallida var. purpurea (Rose) D.R.Hunt**. Rio de Janeiro: Herbário Prof. Jorge Pedro Pereira Carauta, 2021. Disponível em: <http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/tradescantia-pallida-rose-d-r.hunt>. Acesso em: 22/03/2021.

CORRÊA, A. M.; NETO, W. M. P.; ALVES, L. A. Plant blindness on climbing trails in Rio de Janeiro City Conservation Units. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, 2019.

CORTEZ, P. A.; SILVA, D. C.; CHAVES, A. L. F. **Manual prático de morfologia e anatomia vegetal**. Ilhéus: Editus, 2016, 92 p.

COSTA, P. R. A. M.; SPINELLI, A. C. T. M.; COSTA, M. F.; LIMA, R. S. de. Relato de experiência de práticas de monitoria e tutoria na disciplina de Anatomia Vegetal. *In*: CONEDU – CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: CEMEP, 2017.

DALLA RIVA, A.; PETRY, C.; SEVERO, B. 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.

DESCHAMPS, C.; ZANATTA, J. L.; ROSWALKA, L.; OLIVEIRA, M. C.; BIZZO, H. R.; ALQUINI, Y. 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**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 23-34, 2006.

DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

DORTA, M. P.; SOUZA, E. C. P. de; MURAMATSU, M. O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. e4503-1, 2016.

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

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

DUTRA, V. F.; IGLESIAS, D. T.; CHAGAS, A. P.; THOMAZ, L. D. **Botânica 2: Biologia das plantas vasculares**. 1. ed. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2015, 220 p.

FERNANDES, S. **Anatomia vegetal na tríade Ensino-Pesquisa-Extensão**. 2021. (1h10m08s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uoWe1tmXBKo>. Acesso em: 22/03/2021.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014, 830 p.

FERRO, V. O.; OLIVEIRA, I.; JORGE, L. J. F. Diagnose comparativa de três espécies vegetais comercializadas como "ervas cidreiras" *Lippia alba* (MILL) N.E.Br ex Britt & Wilson. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf e *Melissa officinalis* L. *Lecta, Bragança Paulista*, v. 14, n. 2, p. 53-63, 1996.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de agroecologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2003, 412 p.

FRAGOSO-MARTINEZ, I. **Revisión taxonómica de la sección Membranaceae del género *Salvia* en México**. 2011. 173 f. Tesis del Doutoramento (Sistemática y Taxonomía – Facultad de Ciencias) - Universidade Nacional Autónoma do México, Ciudad del México.

FREITAG, I. H.; TOMASELLI, M. V. F.; BARBOSA, C. P.; SILVA, A. C. M. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 02, p. 20–31, 2017.

FREITAS, E. **Observação da célula eucariótica vegetal: amiloplastos e grãos de amido em batata (*Solanum sp.*); Cromoplastos e grãos de licopénio tomate (*Lycopersicon esculentum*); Grãos de licopénico e pimentão (*Capsicum annum*)**. Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I. Funchal: Escola Secundária Francisco Franco, 2003. Disponível em: <http://fq.no.sapo.pt/download/Relatorio_da_Batata.pdf>. Acesso em: 17/06/2021

GAGLIANO, M. Seeing green: the re-discovery of plants and nature's wisdom. **Societies**, Basel, v. 3, n. 1, p. 147-157, 2013.

GLORIA, B. A. da; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2006, 438 p.

GOMES, A. P. **IF Goiano expõe protótipo de microscópio feito com celular**, 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: 16/06/2020.

GONÇALVES, H. F.; MORAES, M. G. Atlas de anatomia vegetal como recurso didático para dinamizar o ensino de botânica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1608-1619, 2011.

GRISI, M. C. M.; SILVA, D. B.; ALVES, R. B. N.; GRACINDO, L. A. M. B.; VIEIRA, R. F. Avaliação de genótipos de menta (*Mentha* spp) nas condições do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 33-39, 2006.

HERSHEY, D. R.; Plant blindness: “we have met the enemy and he is us”. **Planta Science Bulletin**, St. Louis, v. 48, n. 3, p. 78-85, 2002.

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

JORGE, C. M.; CECCATTO, A. P.; CAMPOS, F. C.; TORRES-JUNIOR, C. V. Utilização dos laboratórios padrão MEC nas escolas estaduais do Paraná: o que dizem estudantes e professores. **Jornal de Políticas Educacionais**, v. 9, n. 17, p. 125-136, 2015.

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

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Edur: Seropédica, 1997.

KROSNICK, S. E.; BAKER, J. C.; MOORE, K. R. The pet plant project: Treating plant blindness by making plants personal. **The American Biology Teacher**, v. 80, n. 5, p. 339-345, 2018.

LIMER, E. **Use um laser pointer para transformar seu smartphone em um microscópio**, 2013. Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/laser-pointer-microscopio/>. Acesso em: 16/06/2020.

MACHADO, C. C.; AMARAL, M. B. Memórias ilustradas: aproximações entre formação docente, imagens e personagens botânicos. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 8, n. 2, p. 7-20, jun. 2015.

MANTOVANI, A.L. L.; VIEIRA, G. P. G.; CUNHA, W. R.; GROppo, M.; SANTOS, R. A.; RODRIGUES, V.; MAGALHÃES, L. G.; CROTTI, A. E. M.; Chemical composition, antischistosomal, and cytotoxic effects of the essential oil of *Lavandula angustifolia* grow in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 6, p. 877-884, 2013.

MARCHIORETTO, M. S.; SCHNORR, D. M. **Plantas medicinais no Herbário Anchieta (Paca)**. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas, 2014, 97 p.

MARTINS, M. 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, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A construção de conceitos em botânica a partir de uma Sequência didática interativa: proposições para o ensino de ciências. **Revista Exitus**, Santarém, v. 7, n. 2, p. 262-282, maio/ago, 2017.

MUNARETTO, F. **Microscópio digital com celular: construa o seu**, 2016. Disponível em: <http://blogs.ibahia.com/a/blogs/estrelas/2016/03/06/microscopio-digital-com-celular-construa-o-seu/>. Acesso em: 16/06/2020.

NANTAWANIT, N.; PANIJPAN, B.; RUENWONGSA, P. Promoting students' conceptual understanding of plant defense responses using the fighting plant learning unit. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Dordrecht, v. 10, n. 4, p. 827-864, 2012.

NASCIMENTO, B. M. et al. Propostas pedagógicas para o ensino de botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Pontevedra, v. 16, n. 2, p. 298-315, 2017.

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

NEW, J.; COSMIDES, L.; TOOBY, J. Category-specific attention for animals reflects ancestral priorities, not expertise. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 42, p. 16598-16603, 2007.

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

OLIVEIRA, E. C. **Introdução à Biologia Vegetal**. 1. ed. São Paulo: Edusp, 2003, 266 p.

OLIVEIRA, K. S.; LIESENFELD, M. 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.

PEREIRA-JUNIOR, A. As plantas e a qualidade de vida humana. **Complexitas: Revista de Filosofia Temática**, Belém, v. 2, n. 2, p. 34-42, jul./dez, 2017.

PUTZKE, J.; POSSATI, C. F.; CONRAD, B. C.; PUTZKE, M. T. L. Alternative microscope for serial production for practical work with elementary school students. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 19, p. e8, 2020.

RIBEIRO, J. M. M.; CARVALHO, M. 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**, Iporá, v. 6, n. 1, p. 17-37, 2017.

ROCHA, P. K. L.; COP, J. G.; SILVA, R. C.; LIMA, R. S. de. Preparação de lâminas histológicas para as aulas práticas de Anatomia Vegetal. In: ENED – ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA, 10, 2007, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2007. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/iniciacao/documentos/catalogoresumo/5.MEIOAMBIENTE/5CCENDSEMT05.pdf>. Acesso em: 17/06/2021.

SABLANI, S. S.; MUJUNDAR, A. S. Drying of potato, sweet potato, and other roots. In: **Handbook of Industrial Drying**. New York: Taylor & Francis, 2006.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, mai./ago, 2016.

SANTA-ROSA, J. G.; STRUCHINER, M. Pesquisa e desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem de histologia. In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL EM PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 7., 2009, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/enpecs-antiores/>. Acesso em: 02/11/2019.

SANTOS, I. C. O.; SILVA, B. I.; ECHALAR, A. D. L. F. Percepção dos alunos do curso de Biologia a respeito de sua formação para e com o conteúdo de Botânica. In: **VI EDIPE - Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino**, 2015, Goiânia. VI EDIPE - Organismos internacionais, currículo e didática. Goiânia: CEPED. 2015.

SILVA, A. A.; FILHA, R. T. S.; FREITAS, S. R. S. Utilização de modelos didáticos como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular, **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n.3, p.17-21, 2016.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

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

SILVA, L. M.; CAVALLET, V. J.; ALQUINI, Y. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica. **Revista do Centro de Educação**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 67-80, 2016.

SOGA, D.; PAIVA-JUNIOR, R. D.; UENO-GUIMARÃES, M. H.; MURAMATSU, M. Um microscópio caseiro simplificado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. e4506, 2017.

SOUZA, A. C. **A experimentação no ensino de ciências: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2013. 34 f. Monografia de especialização

(Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

SOUSA, E. D. N.; SANTOS, M. B. M. dos; GOMES, P. W. P.; MIRANDA, T. G.; TAVARES-MARTINS, A. C. C. O ensino de botânica na educação de jovens e adultos (EJA) em escolas públicas do município de Soure, Pará. **Revista Brasileira de Ensino Médio**. Ipojuca, v. 3, p. 12-24, 2020.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, Maringá, v. 11, n. 2, p. 110-114, 2007.

SOUZA, T. W. de A.; QUEIRÓS, W. P. Panorama das pesquisas sobre a análise de recursos didáticos no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência (ENPEC). **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 34, p. 165-177, 2019.

STANSKI, C. et al. Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. **Hoehnea**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 19-25, 2016.

THAIN, M.; HICKMAN, M. **Dictionary of Biology**. 11. ed. Londres: The Penguin Books, 2004, 768 p.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. 8. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2005, 203 p.

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

URSI, S. et al. Ensino de botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudo Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018.

VASQUES, D. T.; FREITAS, K. C. de; URSI, S. Aprendizado ativo no ensino de Botânica. São Paulo: Instituto de Biociência, 2021, 172 p.

VENTRELLA, M. C. **Anatoblocos: blocos didáticos para o estudo da anatomia vegetal**. Viçosa: UFV – Cead, 2016, 83 p.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.

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