

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

ISABELLA DA SILVEIRA

ANÁLISE MORFOANATÔMICA E HISTOQUÍMICA COMPARATIVA DE TRÊS ESPÉCIES DE
Bidens L., ASTERACEAE

PONTA GROSSA

2026

ISABELLA DA SILVEIRA

ANÁLISE MORFOANATÔMICA E HISTOQUÍMICA COMPARATIVA DE TRÊS ESPÉCIES DE
Bidens L., ASTERACEAE

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, área de concentração: Pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica em saúde, da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Jane Manfron

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Vitor Farago

PONTA GROSSA

2026

S587 Silveira, Isabella da
 Análise morfoanatômica e histoquímica comparativa de três espécies de
Bidens L., Asteraceae / Isabella da Silveira. Ponta Grossa, 2026.
 55 f.

 Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde - Área de Concentração:
Atenção Interdisciplinar em Saúde), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

 Orientadora: Profa. Dra. Jane Manfron.
 Coorientador: Prof. Dr. Paulo Vitor Farago.

 1. Anatomia vegetal. 2. *Bidens alba*. 3. *Bidens pilosa*. 4. *Bidens*
subalternans. 5. Microscopia - Botânica. I. Manfron, Jane. II. Farago, Paulo Vitor.
III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atenção Interdisciplinar em Saúde.
IV.T.

CDD: 581

ISABELLA DA SILVEIRA

**ANÁLISE MORFOANATÔMICA E HISTOQUÍMICA COMPARATIVA DE TRÊS
ESPÉCIES DE *Bidens L.*, ASTERACEAE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde na
Universidade Estadual de Ponta Grossa. Área de Atenção Interdisciplinar em Saúde.

Ponta Grossa, 26 de maio de 2026

Documento assinado digitalmente
 **JANE MANFRON**
Data: 26/05/2026 12:17:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Jane Manfron – Orientadora
Doutora em Ciências Farmacêuticas Universidade
Estadual de Ponta Grossa - UEPG

Documento assinado digitalmente
 **VERA LUCIA PEREIRA DOS SANTOS**
Data: 26/05/2026 13:12:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Vera Lucia Pereira dos Santos
Doutora em Medicina Interna
Centro Universitário Internacional – UNINTER

Documento assinado digitalmente
 **LORENE ARMSTRONG**
Data: 26/05/2026 13:17:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lorene Armstrong
Doutora em Ciências Farmacêuticas
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, pela força e por me sustentar nos momentos mais desafiadores desta caminhada.

À Umbanda e espiritualidade, que me salvaram e me proporcionaram equilíbrio, fé e direção ao longo dessa trajetória, e aos meus guias espirituais, pela proteção, amparo e luz em todos os momentos, especialmente nos mais difíceis.

À minha família, especialmente à minha mãe, Mônica Cristina Teixeira Pinto, pelo apoio incondicional e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei. Aos meus irmãos, Thiago, Helena e Yasmin, por fazerem parte da minha vida. Aos meus dois pais, Luciano Ricardo da Silveira e Jamil Ferreira Ribas Junior, pelo incentivo e por fazerem parte da minha caminhada. E ao nosso cachorrinho Chico Bento, pelo carinho, companhia e apoio emocional, que trouxeram leveza e conforto nos momentos mais difíceis.

Aos meus avós, Darcy Teixeira Pinto (in memoriam) e Maria Arlete Teixeira Pinto, por todo o amor, cuidado e ensinamentos ao longo da minha vida. Ao meu avô Darcy, que sempre estará presente em minha memória e em meu coração, dedico este trabalho.

Aos meus tios, tias e primos, pelo carinho, apoio e por fazerem parte da minha história, contribuindo de forma especial para minha trajetória.

Aos meus amigos e amigas, especialmente Agatha Maliski, que durante esse percurso me presenteou com a minha afilhada Maria Laura, enchendo meus dias de alegria, amor e carinho; Amanda Tremea, Camila Vicente, Kathellyn Camargo, Karla Cordeiro e minha prima Maria Eduarda Vosgerau, que estiveram ao meu lado ao longo dessa caminhada, compartilhando angústias, alegrias e conquistas. A todos, minha gratidão pela parceria, pelo apoio e por tornarem essa jornada mais leve.

Aos meus amigos da ONE PRO Academia, por tornarem meus dias mais leves e pelos momentos de descontração.

À minha orientadora Jane Manfron, pela orientação, paciência, confiança e por todos os ensinamentos que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas do laboratório M54, pelos ensinamentos, pela paciência e pelo apoio durante essa caminhada.

À instituição Universidade Estadual de Ponta Grossa, professores e técnicos, pelo suporte acadêmico e estrutural.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

O gênero *Bidens* L. (Asteraceae) compreende 223 espécies, sendo algumas delas conhecidas popularmente como pico-pico, picão, picão-preto, carrapicho, piolho-de-padre, picão-do-campo, erva-picão, fura-capá. No Brasil são encontradas 19 espécies do gênero. *Bidens pilosa* L., *Bidens alba* (L.) DC. e *Bidens subalternans* DC. possuem o mesmo nome popular e são morfológicamente similares, formando o complexo de *Bidens pilosa*. Além disso, essas espécies possuem os mesmos usos populares, como anti-inflamatório, antisséptico, hepatoprotetor, hipotensor, digestivo, antidiabético e anticâncer. O presente estudo teve como objetivo comparar o perfil morfoanatômico de três espécies de *Bidens* por meio de uma combinação de técnicas: microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo e espectroscopia de raios X por dispersão de energia para caracterizar as estruturas diagnósticas. Foram analisadas folhas, caules e raízes das três espécies por meio de microscopia de luz, complementada por técnicas histoquímicas para identificação de compostos de interesse. As análises revelaram diferenças relevantes entre as espécies, especialmente em características como tipo de inflorescência, grau de divisão foliar, padrão das paredes anticlinais das células epidérmicas, índice estomático, tipos de tricomas e presença e composição de cristais. Esses caracteres mostraram potencial como marcadores diagnósticos confiáveis para a delimitação das espécies. Os resultados demonstram que o uso combinado de técnicas morfoanatômicas é eficaz na diferenciação de espécies de *Bidens*, contribuindo para a autenticação botânica e para o controle de qualidade de drogas vegetais e fitoterápicos. No entanto, destaca-se a necessidade de estudos adicionais com maior abrangência amostral para consolidar a aplicabilidade desses marcadores em diferentes populações e condições ambientais.

Palavras-chave: Anatomia; *Bidens alba*; *Bidens pilosa*; *Bidens subalternans*; Microscopia; Micromorfologia.

ABSTRACT

The genus *Bidens* L. (Asteraceae) comprises 223 species, some of which are popularly known as “pico-pico,” “picão,” “picão-preto,” “carrapicho,” “piolho-de-padre,” “picão-do-campo,” “erva-picão,” and “fura-capá.” There are 19 *Bidens* species in Brazil, and *Bidens pilosa* L., *Bidens alba* (L.) DC., and *Bidens subalternans* DC. share the same common names and are morphologically similar, forming the “*Bidens pilosa* complex”. In addition, these species have similar traditional uses, such as anti-inflammatory, antiseptic, hepatoprotective, hypotensive, digestive, antidiabetic, and anticancer activities. The present study aimed to compare the morphoanatomical profile of three *Bidens* species using a combination of optical microscopy, field emission scanning electron microscopy, and energy-dispersive X-ray spectroscopy to characterize diagnostic structures. Leaves, stems, and roots of the three species were analyzed by light microscopy, complemented by histochemical techniques to identify compounds of interest. The analyses revealed relevant differences among the species, particularly in characteristics such as inflorescence type, degree of leaf division, pattern of anticlinal epidermal cell walls, stomatal index, trichome types, and the presence and composition of crystals. These features showed potential as reliable diagnostic markers for species delimitation. The results demonstrate that the combined use of morphoanatomical techniques is effective in distinguishing *Bidens* species, contributing to botanical authentication and quality control of herbal drugs and phytotherapeutic products. However, further studies with broader sampling are needed to strengthen the applicability of these markers across different populations and environmental conditions.

Keywords: Anatomy; *Bidens alba*; *Bidens pilosa*; *Bidens subalternans*; Microscopy; Micromorphology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 Plantas Medicinais no Brasil	11
3.2 Controle da Qualidade de Matérias-primas Vegetais.....	12
3.3 Morfoanatomia	15
3.4 Família Asteraceae	15
3.5 <i>Bidens</i> L.	18
3.6 <i>Bidens alba</i> (L.) DC	21
3.7 <i>Bidens pilosa</i> L.....	22
3.8 <i>Bidens subalternans</i> DC.....	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Material vegetal.....	25
4.2 Procedimento de Microscopia Óptica (MO)	25
4.3 Micromedição.....	26
4.4 Microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (MEV-FEG).....	26
4.5 Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS)	26
4.6 Testes histoquímicos	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 Morfologia.....	28
5.2 Microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura	30
5.3 Análise elementar dos cristais por EDS	45
6. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Bidens* L. (Asteraceae) é cosmopolita e compreende cerca de 223 espécies (POWO, 2026c). As espécies de *Bidens* são comumente conhecidas como *spanish needles*, *beggar's ticks*, *devil's needles*, *cobbler's pegs*, *broom stick*, *pitchforks*, *bur-marigold*, *black Jack* e *farmers' friends* nos Estados Unidos (Bartolome *et al.*, 2013); *cadillo rocero* na Venezuela; *amor-seco* e *pirca* no Peru; *pinyin*, *jin zhan yin pan* na China; e pico-pico, picão, picão-preto, carrapicho, piolho-de-padre, picão-do-campo, erva-picão, fura-capá no Brasil (Bringel; Reis-Silva; Barbosa, 2025; Gilbert *et al.*, 2013).

Dezenove espécies ocorrem no Brasil, sendo que 15 espécies são nativas. *Bidens pilosa* L., de acordo com a Flora e Funga do Brasil (2026), é considerada uma espécie naturalizada, *Bidens alba* (L.) DC. e *Bidens subalternans* DC., nativas. As três compartilham o mesmo nome popular e são morfologicamente semelhantes (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2004b; Lorenzi; Matos, 2008), formando o “complexo *Bidens pilosa*”, termo proposto primeiramente por Magenta (1998). A circunscrição desse complexo pode variar entre regiões. No Sudeste do Brasil, esse complexo tem sido tratado como composto por *B. pilosa*, *B. alba* e *B. subalternans*, três táxons estreitamente relacionados, com ampla sobreposição de caracteres diagnósticos (Grombone-Guaratini *et al.* 2005, 2006) .

Estudos como o de Grombone-Guaratini *et al.* (2005) demonstram que a identificação de compostos específicos, como o poliacetileno fenil-hepta-1,3,5-triino, pode atuar como marcador quimiotaxonômico, auxiliando na distinção de espécies dentro do complexo *Bidens pilosa*, especialmente em casos onde a morfologia é insuficiente. A delimitação taxonômica de *Bidens* apresenta dificuldades históricas devido à ausência de caracteres morfológicos exclusivos que permitam distingui-lo claramente de gêneros próximos, especialmente *Coreopsis* (Ryding; Bremer, 1992; Tadesse *et al.*, 1995). Estudos filogenéticos baseados em dados moleculares demonstraram que *Bidens* não constitui um grupo monofilético, uma vez que espécies do gênero aparecem distribuídas em diferentes linhagens dentro da tribo Coreopsideae (Kimball; Crawford, 2004; Crawford; Mort, 2005; Mort *et al.*, 2008).

Esses estudos sugerem que o gênero engloba pelo menos duas linhagens evolutivas principais, uma associada a espécies de regiões temperadas da América do Norte e outra composta por espécies tropicais e subtropicais da América e África, indicando a necessidade de revisão em sua circunscrição taxonômica. A delimitação tradicional dentro do complexo baseia-se principalmente em caracteres morfológicos, especialmente traços do capítulo e

características do fruto (cipsela/aquênio), incluindo as aristas do pápus; entretanto, esses caracteres podem variar dentro das espécies e entre populações, tornando as identificações imprecisas e muitas vezes, controversas quando fundamentadas apenas na morfologia externa (Grombone-Guaratini *et al.* 2004b). Evidências citogenéticas reforçam essa complexidade e oferecem uma linha adicional de discriminação, uma vez que *B. pilosa* tem sido reportada com $2n = 72$, enquanto *B. subalternans* e *B. alba* apresentam $2n = 48$, indicando que poliploidia e diferenças de citótipo contribuem para a dificuldade taxonômica e podem auxiliar na separação das espécies (Grombone-Guaratini *et al.* 2006).

Ademais, nos sistemas de medicina popular, essas três espécies são utilizadas de forma intercambiável como anticâncer, antidiabéticas, anti-inflamatórias, antimaláricas, antissépticas, antiulcerogênicas, digestivas, hepatoprotetoras e hipotensoras, além de serem utilizadas para tratar angina, dores, edemas, febres, gripe e resfriados (Taylor, 2014). Essas propriedades biológicas são atribuídas à presença de metabólitos secundários, como fenilpropanoides, terpenos e poliacetilenos, mas principalmente a compostos fenólicos, como flavonoides e ácidos fenólicos (Ortega; María; Gianello, 2000; Grombone-Guaratini *et al.*, 2005; Bartolome *et al.*, 2013).

Diversos estudos combinando diferentes técnicas em análises morfoanatômicas têm sido conduzidos para diferenciar espécies com morfologia semelhante e/ou que compartilham do mesmo nome popular (Monchak *et al.*, 2023; Zanolrenzi *et al.*, 2023; Antunes *et al.*, 2023a, 2023b; Antunes *et al.*, 2024; Andrade *et al.*, 2025). Em *Bidens*, estudos farmacobotânicos têm indicado marcadores anatômicos e histoquímicos úteis para *B. pilosa*, incluindo características da epiderme e dos tricomas e a localização de constituintes fenólicos (Duarte e Estelita 1999; Sá *et al.* 2017).

Diante da reconhecida sobreposição morfológica e da variabilidade intraespecífica no complexo *Bidens pilosa*, torna-se necessário adotar uma abordagem integrativa que associe caracteres diagnósticos reprodutivos e vegetativos a marcadores micromorfoanatômicos, de modo a reduzir ambiguidades na identificação e a apoiar o controle de qualidade de matérias-primas botânicas. Nesse contexto, o presente estudo foi delineado para comparar *B. pilosa*, *B. alba* e *B. subalternans* por meio da caracterização morfoanatômica e histoquímica, buscando reconhecer um conjunto consistente de descritores capazes de discriminar espécies e órgãos com maior confiabilidade. Espera-se, assim, contribuir para a autenticação farmacognóstica dessas espécies, subsidiando práticas mais seguras de uso tradicional e a padronização de

insumos vegetais, especialmente em cenários nos quais a identificação baseada apenas em morfologia externa se mostra insuficiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo comparar o perfil morfoanatômico de três espécies de *Bidens* por meio de uma combinação de técnicas de morfologia e microscopia de luz e eletrônica de varredura de modo a fornecer uma base sólida para a identificação e diferenciação precisas das espécies.

2.2 Objetivos Específicos

Analisar morfologicamente folhas, caules e raízes de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans*;

Analisar anatomicamente folhas, caules e raízes de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans*;

Analisar por meio de reagentes histoquímicos folhas, caules e raízes de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans*;

Analisar as características ultraestruturais ao microscópio eletrônico de varredura por emissão de campo (MEV) de folhas e caules de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans*;

Analisar a composição química elementar dos cristais presentes nas espécies por espectroscopia dispersiva de raio X (EDS) de folhas e caules de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans*;

Analisar marcadores botânicos que possam ajudar na diferenciação entre as espécies em folhas, caules e raízes de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans*;

Fornecer dados botânicos para serem utilizados no controle da qualidade de drogas vegetais e fitoterápicos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Plantas Medicinais no Brasil

O uso de plantas medicinais é um fenômeno histórico e socioculturalmente estruturante, sustentado por transmissão entre gerações, experimentação empírica e adaptação às condições ecológicas locais. No Brasil, a combinação entre megadiversidade biológica e ampla diversidade sociocultural cria um cenário singular para a farmacognosia, tanto como campo científico quanto como eixo estratégico de inovação em saúde. Nesse contexto, a farmacognosia está centrada na autenticidade botânica, na rastreabilidade da matéria-prima e na construção de evidências que sustentem segurança, qualidade e efetividade de fitoterápicos em cadeias produtivas heterogêneas e vulneráveis a adulterações, substituições e variabilidade química (Veiga Junior *et al.*, 2005; Palhares *et al.*, 2021).

Segundo a RDC nº 1.004/2025, fitoterápico é um medicamento obtido de matéria-prima ativa vegetal, exceto substâncias isoladas ou altamente purificadas, destinado a finalidades profilática, curativa ou paliativa. No marco regulatório, o termo abrange as categorias medicamento fitoterápico e medicamento tradicional fitoterápico, podendo ser formulado como simples (ativo de uma única espécie vegetal) ou composto (ativo de mais de uma espécie), desde que mantido o caráter exclusivamente vegetal do(s) ativo(s) (Brasil, 2025).

No âmbito do gênero *Bidens*, a espécie *B. pilosa* é a que detém maior reconhecimento regulatório no Brasil. Validada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pelo uso tradicional como fitoterápico para o tratamento sintomático da icterícia, *B. pilosa* faz parte do Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira (FFFB), 2ª edição, aprovado pela RDC nº 463/2021 (Brasil, 2021). A formulação oficialmente prevista consiste em preparação extemporânea a partir das partes aéreas, fragmentadas, na forma de infusão, administrada oralmente na dose de 150 mL, duas a quatro vezes ao dia (Brasil, 2021).

Em contraste, *B. alba* e *B. subalternans* não possuem monografias ou formulações reconhecidas pela ANVISA. No caso de *B. alba*, há registros de pesquisas com potencial fitoterápico, incluindo pedido de patente depositado no INPI relativo a processo de obtenção de composição fitoterápica antineoplásica a base de seu extrato vegetal (UNICAMP, 2005), mas sem validação regulatória concluída.

Para além da definição normativa, a transformação de usos tradicionais e achados laboratoriais em fitoterápicos registrados e clinicamente amparados exige concordância ética, desenho metodológico adequado, ensaios controlados quando aplicável e, sobretudo, padrões

reprodutíveis de qualidade (Manfron, 2021). Esse ponto é crítico para gêneros largamente comercializados sob um mesmo nome tradicional e com espécies morfológicamente similares, como ocorre com o gênero *Bidens*, em que confusões de identidade botânica e variações na composição química podem comprometer a eficácia terapêutica e aumentar risco de toxicidade (Antunes *et al.*, 2024).

No âmbito do SUS, políticas públicas como a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e instrumentos de indução e priorização, como a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), reforçam a necessidade de bases técnicas para pesquisa, desenvolvimento, cultivo e coleta sustentáveis e uso racional. Em termos operacionais, isso desloca a fitoterapia do plano apenas cultural para um plano sanitário, no qual a autenticidade botânica, a rastreabilidade e a padronização de matérias-primas deixam de ser desejáveis e passam a ser requisitos fundamentais (Brasil, 2009). Adicionalmente, a espécie medicinal *Bidens pilosa* L. consta na RENISUS.

3.2 Controle da Qualidade de Matérias-primas Vegetais

Matérias-primas vegetais são frequentemente adulteradas ou substituídas em escala global, por processos que podem ocorrer de forma intencional ou não intencional (Manfron, 2021). No primeiro caso, predomina a motivação econômica, pois a alteração é feita para ampliar a margem de lucro na comercialização. Em geral, quanto maior o valor de mercado da matéria-prima vegetal, maior a probabilidade de se observarem adulterantes ou substituintes de menor valor comercial (Silva; Paula; Romano, 2021).

No gênero *Bidens*, esse fenômeno ocorre predominantemente com *B. pilosa*, espécie com maior ocorrência no mercado de plantas medicinais no Brasil, que torna a mesma mais suscetível a adulterações e substituições dentro do gênero. Isso é agravado pela elevada semelhança morfológica entre *B. pilosa*, *B. subalternans* e *B. alba*, cujas características vegetativas se sobrepõem significativamente, especialmente em estádios iniciais de desenvolvimento, favorecendo trocas equivocadas tanto na coleta quanto na comercialização (Grombone-Guaratini *et al.*, 2005).

A adulteração deliberada também pode ser empregada com a finalidade de produzir um efeito fisiológico específico, por exemplo, mediante a adição de outras drogas vegetais com maior potência farmacológica (Manfron, 2021). Já a adulteração não intencional resulta, em regra, de erros na coleta ou identificação da espécie, situação frequente em países como o Brasil,

onde uma parcela significativa das matérias-primas vegetais destinadas à produção de drogas vegetais ainda provém do extrativismo (Silva; Paula; Romano, 2021).

Em escala global, a proporção de fitoterápicos adulterados apresentam grande variação entre continentes: a África lidera com 60%, seguida da América do Sul (57%), Austrália (44%), Europa (28%), América do Norte (27%) e Ásia (25%) (Ichim; Booker, 2021). Esses dados indicam que a baixa qualidade de plantas medicinais e drogas vegetais, bem como de seus derivados, constitui um problema mundial, e o Brasil se sobressai pela elevada frequência de falta de autenticidade das matérias-primas vegetais disponíveis no comércio (Ichim *et al.*, 2020; Palhares *et al.*, 2021). No país, estima-se que, em média, 68% das amostras de materiais vegetais e produtos derivados vendidos com finalidade medicinal apresentem adulteração (Ichim, 2019).

O controle de qualidade de matérias-primas vegetais deve abranger todas as etapas envolvidas na obtenção de um fitoterápico, iniciando pela confirmação da identidade da espécie utilizada (Manfron, 2021). Entre os tipos de evidência empregados nessa verificação, destacam-se os parâmetros farmacobotânicos, como a avaliação de caracteres morfológicos externos e anatômicos, além da análise sensorial, por serem abordagens de fácil acesso e ampla aplicabilidade (Manfron, 2021). Como a comercialização de plantas medicinais ocorre, em grande medida, na forma fragmentada, as descrições morfoanatômicas figuram entre os primeiros critérios adotados no controle de qualidade (Machado *et al.*, 2021). Por essa razão, a Farmacopeia Brasileira inclui a descrição macroscópica, a microscopia da droga vegetal, a microscopia do pó e a microscopia de impurezas, reconhecendo a relevância desses elementos para assegurar a qualidade de matérias-primas de origem vegetal (Machado *et al.*, 2021).

Embora métodos químicos analíticos sejam atualmente amplamente aceitos como técnicas padrão de identificação para diversas drogas vegetais, a farmacobotânica permanece particularmente útil na análise de misturas e de materiais fragmentados, especialmente quando marcadores anatômicos diagnósticos podem ser prontamente reconhecidos. A farmacobotânica constitui uma área da farmacognosia dedicada ao estudo de espécies vegetais de interesse econômico, como plantas medicinais, alimentares e tóxicas (Oliveira; Akisue, 2009). Comumente, as espécies medicinais são comercializadas na forma de droga vegetal, fragmentados. Nesse contexto, a Farmacobotânica visa evidenciar os marcadores botânicos que auxiliam na identificação da matéria-prima vegetal (Manfron, 2021; Verdam; Silva, 2020).

Mais recentemente, abordagens moleculares, como o código de barras do DNA, passaram a ser aplicadas em diferentes contextos e se consolidam como alternativas promissoras para identificação botânica. Ainda assim, apesar do potencial evidente, o uso rotineiro de análises genéticas no controle de qualidade de matérias-primas vegetais permanece, em muitos cenários, limitado por custo e infraestrutura. Entre as ferramentas farmacobotânicas aplicáveis à rotina, a morfoanatomia se destaca por fornecer caracteres estáveis para autenticação, especialmente quando há risco de confusão entre espécies próximas (Upton, 2011).

Além da substituição por outras espécies, a adulteração de matérias-primas vegetais também pode ocorrer quando a própria planta é utilizada de forma inadequada, com a inclusão de órgãos diferentes daquele que constitui o farmacógeno ou em proporções incompatíveis com o padrão esperado. Nesses casos, mesmo quando a matéria-prima pertence à espécie correta, a presença de órgãos vegetais diferentes do farmacógeno compromete a pureza e a uniformidade da matéria-prima analisada (Manfron, 2021; Machado *et al.*, 2021; Antunes *et al.*, 2023).

Assim, a própria planta pode atuar como seu próprio adulterante, uma vez que diferentes órgãos apresentam características morfoanatômicas e composição química próprias, capazes de interferir na qualidade final do material comercializado. Esse aspecto reforça que o controle de qualidade não deve se limitar à confirmação da espécie botânica, mas também à verificação do farmacógeno efetivamente empregado, sendo a análise farmacobotânica particularmente importante nesse processo, sobretudo quando se trata de material fragmentado (Manfron, 2021; Verdam; Silva, 2020; Machado *et al.*, 2021).

Nesse caso, a pesquisa do código de barras do DNA não seria suficiente, uma vez que ele auxilia na confirmação da identidade da espécie analisada, mas não consegue detectar se a espécie está adulterada com outros órgãos da própria planta. Assim, se o problema estiver na mistura de órgãos vegetais diferentes da mesma espécie, como partes do caule junto com folhas, por exemplo, a análise molecular pode indicar que a espécie está correta e, ainda assim, não revelar que o farmacógeno está inadequado. Por isso, a análise farmacobotânica continua sendo muito importante, especialmente em materiais fragmentados, pois permite reconhecer características morfológicas e anatômicas que ajudam a identificar qual órgão vegetal está realmente presente na amostra (Upton, 2011; Verdam; Silva, 2020; Manfron, 2021; Antunes *et al.*, 2023).

3.3 Morfoanatomia

A morfoanatomia corresponde ao estudo das formas e estruturas morfológicas e anatômicas das plantas, com ênfase em características úteis para a distinção entre espécies (Cutter, 1986). O exame morfológico é considerado o primeiro e preferencial método de autenticação botânica quando as características necessárias estão disponíveis. A microscopia botânica é valiosa para a avaliação de material vegetal seco, cujas características podem estar alteradas em relação ao estado fresco, como em amostras fragmentadas. Plantas secas ou fragmentadas tendem a conservar a maior parte das características microscópicas. Assim, a anatomia vegetal constitui um conjunto de caracteres particularmente estável para fins de autenticação (Oliveira; Akisue, 2009; Upton *et al.*, 2011).

A análise anatômica e micromorfológica é um procedimento inerente a praticamente todas às farmacopeias e constitui um dos principais testes de identificação exigidos pela indústria de produtos à base de plantas. Embora elementos estruturais individuais sejam relativamente comuns dentro do mesmo tipo de órgão vegetal, a maneira como esses elementos se organizam confere à espécie uma "impressão digital" característica (Upton *et al.*, 2011; Antunes *et al.*, 2023). Além disso, a morfologia, a microscopia e a descrição microscópica de impurezas são contempladas em diferentes compêndios, dada a importância desses parâmetros no controle de qualidade de espécies medicinais (Manfron, 2021, Brasil, 2019).

Nesse contexto, estudos que combinam análises morfoanatômicas têm sido utilizados para diferenciar espécies com morfologia semelhante e/ou aquelas que compartilham o mesmo nome popular, apoiando o controle de qualidade e a rastreabilidade da matéria-prima (Monchak *et al.*, 2023; Antunes *et al.*, 2024; Andrade *et al.*, 2025). Essa abordagem é particularmente pertinente para o gênero *Bidens*, no qual a proximidade morfológica entre espécies pode favorecer substituições e gerar variabilidade de constituintes bioativos (Grombone-Guaratini *et al.* 2005, 2006).

3.4 Família Asteraceae

A família Asteraceae, também conhecida como Compositae, constitui um dos grupos mais diversos e amplamente distribuídos de Angiospermae, reunindo aproximadamente 1.600 gêneros e cerca de 23.000 espécies em todo o mundo (POWO, 2026a). Caracteriza-se principalmente pela presença de inflorescências do tipo capítulo, nas quais numerosas flores são agrupadas sobre um receptáculo comum e circundadas por brácteas involucrais, característica considerada uma das principais sinapomorfias da família (Funk *et al.*, 2009).

No Brasil, Asteraceae apresenta elevada representatividade florística, sendo a terceira maior família de Angiospermae em número de espécies, com cerca de 2.300 espécies distribuídas em aproximadamente 340 gêneros registrados na Flora do Brasil (2026), ocorrendo em diferentes formações, como Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Amazônia e Pampas. A ampla distribuição e diversidade da família estão associadas à grande plasticidade ecológica e à variedade de formas de vida, que incluem principalmente ervas, subarbustos e arbustos, além de raras espécies arbóreas (Souza; Lorenzi, 2012). Além de sua relevância florística, diversas espécies de Asteraceae possuem importância econômica, medicinal e alimentar, sendo fontes de metabólitos secundários bioativos, como flavonoides, terpenoides e lactonas sesquiterpênicas, associados a diferentes atividades biológicas de interesse farmacológico (Rolnik; Olas, 2021).

Do ponto de vista morfológico, as espécies de Asteraceae são caracterizadas pela presença de capítulos florais compostos, que se assemelham a flores simples, mas na realidade consistem em uma inflorescência formada por múltiplos flósculos, estrutura complexa que reúne diversas flores pequenas, sobre um mesmo receptáculo, rodeadas por brácteas que formam o involúcro. Tal estrutura dá ao conjunto a aparência de uma única flor, como se observa no girassol (*Helianthus annuus* L.) e na margarida (*Bellis perennis* L.). Os capítulos podem ser heterógamos, apresentando flores marginais liguladas estéreis ou férteis e flores centrais tubulares férteis, ou homogâmicos, contendo apenas um tipo de flósculo (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2004a). A morfologia floral complexa das Asteraceae está intimamente relacionada à polinização, frequentemente mediada por insetos, e em muitos casos envolve estratégias sofisticadas, como a apresentação secundária de pólen, que aumenta a eficiência reprodutiva (Allen *et al.*, 2011).

O caule geralmente possui formato cilíndrico e pode apresentar superfície lisa (glabra) ou ser recoberto por tricomas, que podem ter função de proteção ou secreção. As folhas são, em geral, simples e bastante variadas, podendo estar dispostas de forma alterna, oposta ou verticilada ao longo do caule. Quanto à forma, podem ser inteiras, lobadas ou profundamente divididas, o que demonstra a ampla variação morfológica da família e sua capacidade de adaptação a diferentes ambientes. Essa diversidade estrutural é uma das características que contribuem para o sucesso evolutivo e a ampla distribuição das Asteraceae no Brasil e no mundo (POWO, 2026a; Flora e Funga do Brasil, 2026).

Entre essas características, podemos destacar a inflorescência em capítulo racemoso, o ovário ínfero e bicarpelar, que são alguns fatores relevantes, típicos do grupo (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2004b).

Ecologicamente, espécies de Asteraceae desempenham papéis fundamentais em diferentes ecossistemas. Espécies pioneiras colonizam rapidamente áreas perturbadas, contribuindo para a restauração de comunidades vegetais e fornecendo alimento e habitat para uma ampla gama de polinizadores, incluindo abelhas, moscas, besouros e borboletas (Budumajji; Aluri, 2018; Allen *et al.*, 2011).

Esse papel ecológico favorece a manutenção de populações de polinizadores e outros organismos, contribuindo para interações complexas nas redes tróficas e para a estabilidade dos ecossistemas. A relevância ecológica e funcional dessa família é reconhecida em documentos oficiais, como a Farmacopeia Brasileira 7ª edição, que inclui diversas espécies de Asteraceae devido ao seu uso tradicional e ampla ocorrência ambiental (Brasil, 2024).

Além disso, normativas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) consideram aspectos relacionados à origem vegetal e à sustentabilidade no uso dessas espécies. Nesse sentido, a RDC nº 26/2014, que dispunha sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e o registro e a notificação de medicamentos tradicionais fitoterápicos, e vigorou por mais de uma década como principal marco regulatório do setor, foi revogada pela RDC nº 1.004/2025 (Brasil, 2025).

A nova norma substitui a antiga RDC nº 26/2014 e traz critérios mais detalhados para comprovação de segurança, eficácia, efetividade, rastreabilidade e padronização dos insumos vegetais, mantendo e aprimorando as exigências relativas à origem vegetal das matérias-primas (Brasil, 2025). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), por sua vez, destaca a importância da conservação e do manejo sustentável da flora nativa, incluindo espécies de Asteraceae, em razão de seus múltiplos papéis ecológicos (Brasil, 2019). A conservação das Asteraceae no Brasil enfrenta desafios devido à expansão agrícola, urbanização, desmatamento e mudanças climáticas. Espécies nativas de grande valor ecológico e medicinal estão ameaçadas, enquanto espécies invasoras, como *B. pilosa*, podem alterar a composição de comunidades naturais (Ballard, 1986). Assim, estratégias de conservação, aliadas a políticas públicas eficazes e programas de educação ambiental, são essenciais para a preservação da diversidade da família e dos serviços ecológicos que ela proporciona.

Além disso, diversas espécies de Asteraceae possuem importância medicinal, ornamental e econômica, sendo amplamente utilizadas em práticas fitoterápicas tradicionais e reconhecidas oficialmente. *Matricaria chamomilla* L., a camomila, é tradicionalmente usada como calmante e digestiva, e está incluída na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) (Brasil, 2009). *Calendula officinalis* L., a calêndula, apresenta propriedades cicatrizantes e anti-inflamatórias, destacando-se no tratamento de lesões cutâneas e irritações. *Solidago chilensis* Meyen e *Solidago microglossa* DC., que assim como as *Bidens*, fazem parte de um complexo conhecido como “chilensis complex”, são conhecidas no Brasil como arnica-brasileira, tem como uso popular a cicatrização de feridas e redução de inflamações, sendo também citada na RENISUS. Outros exemplos utilizados na medicina popular são *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. Conhecida como macela, *Baccharis milleflora* (Less.) DC., conhecida como carqueja e a *Mikania glomerata* Spreng., conhecido como guaco (Grombone-Guaratini; Silva, 2005; Lorenzi; Matos, 2008; Goudoum *et al.*, 2016; Klider *et al.*, 2025). Além disso, a família inclui plantas ornamentais de destaque, como margaridas (*Bellis perennis* L.) e girassóis (*Helianthus annuus* L.), com importância econômica significativa na horticultura e na produção de óleo vegetal (Ballard, 1986).

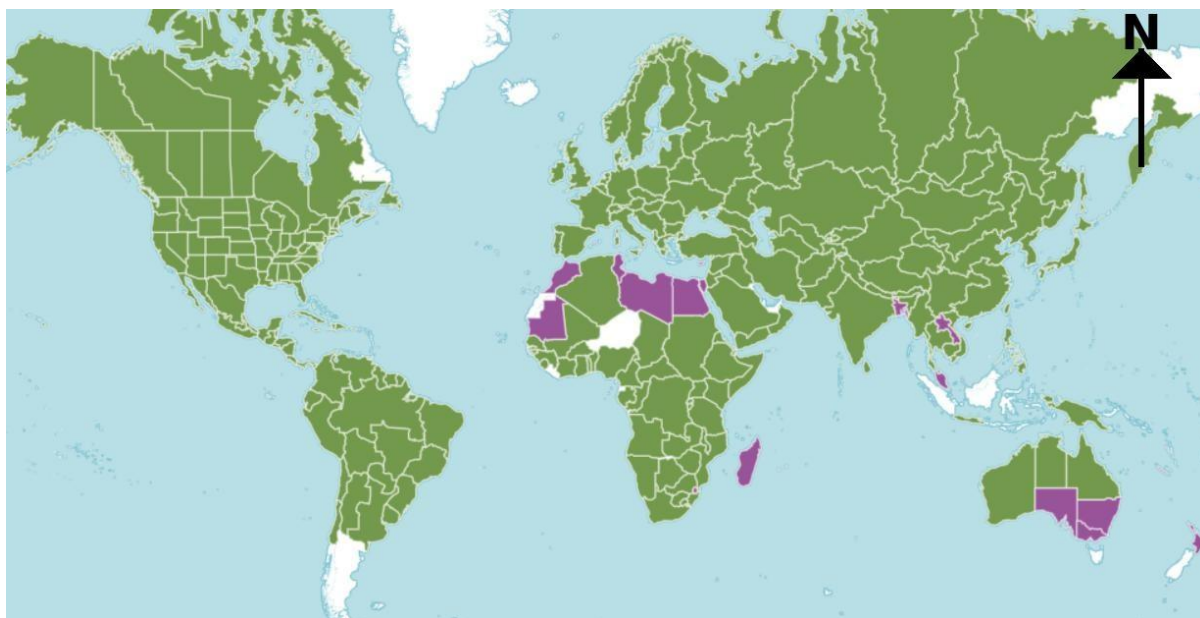
Em síntese, a família Asteraceae destaca-se por sua diversidade taxonômica, complexidade morfológica e relevância ecológica e econômica. A compreensão de suas estratégias reprodutivas, adaptações ecológicas e usos tradicionais é fundamental para a conservação, manejo e exploração sustentável de suas espécies, tornando-a um grupo central de estudo para botânicos, ecologistas e profissionais da saúde (Flora do Brasil, 2023; Lorenzi; Matos, 2008; Grombone-Guaratini; Semir, 2004a).

3.5 *Bidens* L.

Dentre os importantes gêneros de Asteraceae, destaca-se *Bidens* L. (Asteraceae), que compreende cerca de 223 espécies (POWO, 2026c). Esse gênero apresenta notável diversidade morfológica, ecológica e econômica, ocorrendo em regiões tropicais e temperadas ao redor do mundo. Do ponto de vista taxonômico, *Bidens* está inserido na tribo Coreopsideae, um grupo caracterizado por inflorescências do tipo capítulo, formadas por numerosas flores organizadas sobre um receptáculo comum e envolvidas por brácteas involucrais. Os representantes dessa tribo apresentam frutos do tipo cipsela frequentemente providos de estruturas derivadas do papus, como aristas ou escamas, que desempenham papel importante na dispersão das sementes. Estudos filogenéticos e sistemáticos recentes indicam que Coreopsideae constitui um grupo diverso dentro da família Asteraceae, reunindo espécies com ampla variação morfológica

e adaptativa, o que contribui para sua ampla distribuição geográfica, como mostra a figura 1 (Funk *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2023).

Figura 1. Distribuição geográfica do gênero *Bidens* ao redor do mundo. Verde representa os lugares onde a mesma é considerada nativa e roxo onde foi introduzida.



Fonte: Adaptado de POWO, 2026c.

No Brasil, o gênero apresenta ampla distribuição, com diversas espécies registradas em diferentes biomas, incluindo Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia e Pampas. Espécies como *Bidens pilosa* L., *Bidens subalternans* DC. e *Bidens alba* (L.) DC. são frequentemente encontradas em áreas abertas, ambientes antropizados e sistemas agrícolas, evidenciando elevada capacidade de colonização e adaptação a diferentes condições ambientais. Essa ampla ocorrência está associada a características biológicas como elevada produção de sementes, estratégias eficientes de dispersão e grande plasticidade ecológica.

Informações compiladas na base taxonômica da Flora e Funga do Brasil indicam que o gênero possui representatividade significativa na flora brasileira, contribuindo para a diversidade florística e para a dinâmica ecológica de diferentes formações vegetais (Flora e Funga do Brasil, 2026).

Do ponto de vista econômico e medicinal, espécies de *Bidens* têm sido amplamente utilizadas em diferentes culturas para tratar diversas condições de saúde, como inflamações e infecções (Lorenzi; Matos, 2008). *Bidens pilosa*, em particular, apresenta propriedades farmacológicas amplamente investigadas, incluindo atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, atribuídas principalmente à presença de compostos bioativos

como flavonoides, poliacetilenos e terpenos (Grombone-Guaratini; Silva, 2005; Goudoum *et al.*, 2016).

Além da relevância medicinal, algumas espécies do gênero também apresentam importância alimentar. *Bidens pilosa*, popularmente conhecida como picão-preto, é reconhecida no Brasil como uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC), sendo utilizada tradicionalmente na alimentação em diferentes regiões do país. As folhas jovens e brotos podem ser consumidos em preparações culinárias como refogados, sopas e saladas, representando uma alternativa alimentar nutritiva e de fácil acesso. As PANCs correspondem a espécies comestíveis pouco exploradas comercialmente, mas que possuem elevado potencial nutricional e cultural, contribuindo para a diversificação da dieta e para o resgate de conhecimentos tradicionais relacionados ao uso de plantas espontâneas (Kinupp; Lorenzi, 2014).

Taxonomicamente, *Bidens* é caracterizado por inflorescências compostas por capítulos heterógamos, formados por flores marginais estéreis, denominadas flósculos do raio, e flores centrais férteis, conhecidas como flósculos do disco (Ballard, 1986). Essas flores apresentam diversidade de características reprodutivas, incluindo polinização entomofílica e autocompatibilidade, fatores que podem favorecer a polinização cruzada e aumentar o sucesso reprodutivo das espécies (Budumajji; Aluri, 2018). Além disso, a produção de frutos dimórficos, representados por cipselas longas e curtas, constitui uma estratégia adaptativa que favorece a dispersão por múltiplos vetores, como vento, água e animais (Zhang *et al.*, 2020).

Ecologicamente, espécies de *Bidens* desempenham papel importante em diversos ecossistemas, sendo capazes de colonizar rapidamente áreas perturbadas e competir eficientemente com outras plantas. Essa capacidade está relacionada à elevada produção de sementes e à eficiência das estratégias de dispersão, que favorecem a manutenção das populações e contribuem para a interação com diversos polinizadores, incluindo abelhas, moscas e borboletas (Ballard, 1986; Budumajji; Aluri, 2018; Allen *et al.*, 2011). Em determinados contextos, contudo, essa elevada adaptabilidade pode favorecer o comportamento invasor de algumas espécies, representando desafios para a conservação da flora nativa e exigindo estratégias adequadas de manejo (Ballard, 1986).

Em síntese, o gênero *Bidens* representa um exemplo de sucesso adaptativo dentro da família Asteraceae, apresentando ampla distribuição geográfica, diversidade morfológica, estratégias reprodutivas eficientes e significativa importância ecológica, medicinal e alimentar. Estudos contínuos sobre suas características biológicas, interações ecológicas e aplicações terapêuticas são essenciais para ampliar o conhecimento sobre o grupo e explorar seu potencial científico e econômico (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2004; Lorenzi; Matos, 2008).

3.6 *Bidens alba* (L.) DC.

Bidens alba é uma espécie conhecida popularmente como picão-branco, picão-do-mato, amor-de-mulher e picão-de-flor-branca, nomes associados à coloração clara das flores do raio (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2005; Bennett *et al.*, 2004; POWO, 2026b).

Embora *B. alba* seja menos citada na literatura etnofarmacológica do que *B. pilosa*, há registros de seu uso popular em diferentes regiões, especialmente em preparações caseiras, nas quais é empregada de maneira indistinta em relação a outras espécies do gênero (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2005). Essa prática evidencia a frequente substituição ou mistura de espécies morfológicamente semelhantes, fato que pode impactar a eficácia e a segurança do uso tradicional de plantas medicinais (Bennett *et al.*, 2004).

A espécie possui similaridade química com espécies do “complexo *Bidens pilosa*”, especialmente quanto à presença de compostos terpênicos e outros metabólitos bioativos, sugere potencial para atividades biológicas relevantes. Compostos dessa natureza são frequentemente associados a propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas em espécies do gênero, indicando a necessidade de investigações farmacológicas direcionadas (Bennett *et al.*, 2004; Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2005).

Estudos comparativos indicam que, apesar das similaridades químicas, existem variações qualitativas e quantitativas na composição do óleo essencial, o que pode refletir diferenças fisiológicas, genéticas e ambientais entre as espécies analisadas (Bennett *et al.*, 2004).

É uma espécie herbácea amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo com frequência em áreas antropizadas, margens de estradas, lavouras e ambientes perturbados (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2005). Além das características morfológicas e químicas, apresenta uma biologia de crescimento e reprodução que favorece sua ampla distribuição em ambientes perturbados. Segundo Hall, Vandiver e Ferrell (1991), a espécie é considerada anual ou perene de curta duração. Os mesmos autores destacam que os frutos são aquênios com projeções afiadas (“dois dentes”) que facilitam a dispersão por meio de animais e seres humanos, característica que potencializa a presença da espécie em solos agrícolas, pastagens e margens de estradas em regiões tropicais e subtropicais.

A recorrente confusão taxonômica entre *B. alba* e outras espécies próximas ressalta a importância de estudos baseados em características morfológicas e anatômicas confiáveis para a correta identificação da espécie (Grombone-Guaratini; Solferini; Semir, 2005). Esse cuidado é essencial tanto para estudos científicos quanto para aplicações práticas, como o uso medicinal, o manejo de plantas espontâneas e o controle de qualidade de drogas vegetais.

3.7 *Bidens pilosa* L.

Bidens pilosa é uma espécie naturalizada no Brasil e é amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, com ocorrência em todo o território brasileiro. No Brasil, é conhecida popularmente como “picão-preto”, “carrapicho-de-agulha” ou “amor-seco” (Bringel *et al.*, 2025; Gilbert *et al.*, 2013; POWO, 2026d).

A espécie apresenta grande abrangência de uso tradicional, sendo amplamente utilizada em diferentes regiões do mundo. As folhas ou a planta inteira são empregadas principalmente na forma de chás para o tratamento de alterações nos níveis de glicose no sangue, distúrbios gastrointestinais, infecções, inflamações e problemas hepáticos. O uso tradicional motiva o interesse científico e o desenvolvimento de estudos voltados à comprovação de suas propriedades terapêuticas (Bartolome *et al.*, 2013; Gilbert *et al.*, 2013).

Os compostos que compõem os extratos descritos na literatura têm confirmado várias das aplicações descritas na medicina popular, como para asma, conjuntivite e reumatismo, por apresentarem atividades anti-inflamatória, antioxidante e antimicrobiana em estudos experimentais, reforçando o potencial da espécie como fonte de compostos bioativos terapêuticos (Bartolome *et al.*, 2013; Gilbert *et al.*, 2022).

Em relação à composição química, *B. pilosa* apresenta diversos metabólitos secundários, com destaque para flavonoides e terpenos, frequentemente associados às atividades biológicas da espécie (Grombone-Guaratini; Silva, 2005; Goudoum *et al.*, 2016; Rolnik; Olas, 2021). Estudos indicam que há variações no perfil químico entre diferentes populações, especialmente no âmbito do complexo *B. pilosa*, o que pode estar relacionado a fatores ambientais e influenciar diretamente seus efeitos farmacológicos (Grombone-Guaratini *et al.*, 2005; Gilbert *et al.*, 2013).

Trata-se de uma erva anual, de crescimento rápido, que pode atingir cerca de 1,5 m de altura, sendo comum em ambientes antropizados, como áreas agrícolas, margens de estradas e terrenos baldios (Bringel Jr.; Reis-Silva; Barbosa, 2025; Gilbert *et al.*, 2013). Estudos descrevem aspectos diagnósticos das folhas, caules e estruturas epidérmicas, como tipos de tricomas, relevantes para diferenciar a espécie de outras semelhantes e evitar substituições ou adulterações (Sá *et al.*, 2017).

Apesar de ser frequentemente considerada uma planta daninha, destaca-se por sua importância medicinal e pelo amplo respaldo científico de seus usos tradicionais. A integração de estudos etnobotânicos, farmacobotânicos, químicos e farmacológicos é fundamental para subsidiar o uso seguro e racional da espécie, bem como para aprofundar o conhecimento sobre a variabilidade existente dentro do complexo *B. pilosa* (Gilbert *et al.*, 2013).

3.8 *Bidens subalternans* DC.

Bidens subalternans é citada na literatura por diferentes nomes populares, destacando-se “picão-preto”, “picão-branco”, “picão-da-roça”, “amor-seco” e “carrapicho”, denominações compartilhadas com outras espécies do gênero *Bidens*, o que contribui para equívocos na identificação botânica e no uso popular (Bringel Jr.; Reis-Silva; Barbosa, 2025; POWO, 2026e). A proximidade taxonômica com espécies do “complexo *B. pilosa*” reforça a necessidade de estudos específicos voltados à correta caracterização da espécie (Ballard, 1986).

Em relação aos usos populares, *B. subalternans* é frequentemente incluída sob denominações comuns ao gênero, especialmente “picão-preto”, o que resulta na atribuição de usos medicinais tradicionalmente associados a outras espécies, como *B. pilosa*. De modo geral, plantas conhecidas popularmente como picão são empregadas na medicina tradicional para o tratamento de distúrbios gastrointestinais, inflamações e infecções. A literatura indica que a maior parte desses registros etnobotânicos não distingue claramente as espécies envolvidas, o que dificulta a correlação entre uso popular e espécie botânica específica (Gilbert; Alves; Favoreto, 2013).

Ainda faltam estudos específicos sobre a composição química de *B. subalternans* que possam confirmar que a espécie apresenta atividades antimicrobiana e antifúngica em seus extratos orgânicos. A ausência de um perfil químico detalhado do óleo essencial evidencia uma lacuna importante no conhecimento científico e aponta para a necessidade de investigações fitoquímicas direcionadas à espécie.

Bidens subalternans é uma espécie amplamente conhecida no território brasileiro, com ocorrência frequente em áreas abertas e perturbadas, especialmente em ambientes agrícolas e margens de estradas (Bringel Jr.; Reis-Silva; Barbosa, 2025). Estudos farmacobotânicos ressaltam a importância da análise microscópica das folhas e do caule, com ênfase na presença e tipologia de tricomas e outros marcadores anatômicos (Medeiros; Silva, 2022). Esses caracteres são fundamentais para diferenciar a espécie de outras do gênero *Bidens*, ainda mais quando o material vegetal se encontra fragmentado ou seco, condição comum no processamento de drogas vegetais (Sá *et al.*, 2017).

A identificação anatômica correta de *B. subalternans* assume papel central na prevenção de alterações e substituições indevidas da droga vegetal, especialmente em razão da sobreposição de nomes populares e da semelhança morfológica entre espécies do gênero. A coleta e o processamento sem critérios rigorosos favorecem a confusão de espécies, comprometendo a confiabilidade de estudos farmacognósticos e a segurança do uso tradicional (Sá *et al.*, 2017).

Além do interesse farmacognóstico, *B. subalternans* apresenta relevância no contexto agrícola, sendo frequentemente citada como planta daninha resistente a herbicidas. Estudos conduzidos em áreas agrícolas brasileiras indicam que a exposição a herbicidas pode influenciar o metabolismo secundário da planta, com reflexos sobre a composição química da matéria-prima vegetal (Pamplona *et al.*, 2020). Assim, a procedência do material vegetal deve ser considerada em estudos farmacobotânicos e fitoquímicos, uma vez que plantas coletadas em ambientes agrícolas podem apresentar perfis químicos distintos.

Apesar de sua ampla ocorrência, do uso popular associado aos seus diferentes nomes e da proximidade com outras espécies medicinais do gênero, *B. subalternans* ainda é pouco estudada. A ampliação de estudos anatômicos, etnobotânicos, etnofarmacológicos, fitoquímicos e toxicológicos é essencial para evitar generalizações indevidas, promover o uso seguro da espécie e fortalecer sua caracterização como potencial droga vegetal.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material vegetal

Cinco espécimes de *B. alba*, *B. pilosa* e *B. subalternans* foram coletadas. Espécimes de *B. pilosa* foram coletados na Fazenda Escola Capão da Onça (latitude 25°5'43"S e longitude 50°3'26"W), em Ponta Grossa, PR, Brasil. Espécimes de *B. subalternans* e *B. alba* foram coletados na Universidade Estadual de Ponta Grossa (latitude 25°5'23"S e longitude 50°6'23"W, e latitude 25°5'23"S e longitude 50°6'23"W, respectivamente), em Ponta Grossa, PR, Brasil. As três espécies foram coletadas em novembro de 2021, identificadas pelo Dr. Claudio A. Mondin e as exsicatas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG), sob os números *Bidens alba* (22499), *Bidens pilosa* (22498) e *Bidens subalternans* (21262). O acesso ao material vegetal está autorizado pelo CGEN/SISGEN sob o código A1E6FA8.

4.2 Procedimento de Microscopia Óptica (MO)

Amostras frescas de folhas, caules e raízes maduras, saudáveis e intactas de *B. pilosa*, *B. alba* e *B. subalternans* foram fixadas em formalina-ácido acético-álcool (FAA 70) por 3 dias (Johansen, 1940), lavadas em água destilada e armazenadas em solução de etanol 70% (v/v) (Berlyn *et al.*, 1976).

Para colorações iniciais foram utilizados os corantes: azul de Astra, para a identificação de compostos celulósicos e fucsina básica, que é utilizada para a identificação de compostos lignificados (dupla coloração) (Brito; Alquini, 1996). As secções foram feitas à mão livre, utilizando um suporte feito com lâminas finas de isopor e lâminas cortantes novas. Para a montagem das lâminas semipermanentes foi utilizado o método de Berlyn e Miksche (1976), onde as mesmas são montadas em solução de 50% de glicerina, fechadas com lamínulas e seladas, podendo assim serem armazenadas.

A diafanização das folhas é um procedimento realizado com o intuito de observar a epiderme da planta e foi realizada conforme técnicas descritas por Kraus e Arduin (1997), onde foram isolados pedaços de 1 x 1 cm do terço inferior das folhas, conseguindo obter visão ampla do mesofilo e da nervura central das mesmas. As amostras foram colocadas em dois recipientes, diferenciando a face adaxial e abaxial, com uma solução de 50% de hipoclorito de sódio durante aproximadamente 24 horas, até que fiquem com aparência translúcida. Após esse período, as amostras foram lavadas com água destilada 3 vezes, neutralizadas com uma solução de 5% de ácido acético e lavadas novamente com água destilada por mais 10 vezes. Logo após a

neutralização, as amostras foram coradas com safranina e passadas para uma lâmina com uma gota de solução de 50% de glicerina, fechadas com lamínulas e seladas, fazendo com que possam ser armazenadas.

Fotomicrografias das lâminas semipermanentes foram capturadas através do microscópio óptico Olympus CX31 acoplado à uma câmera digital Olympus C-7070, do laboratório de Farmacognosia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

4.3 Micromedição

O índice estomático (IE) foi calculado seguindo o procedimento descrito na Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024). Vinte campos para cada espécie foram examinados usando a fórmula $IE = (S / (S + E)) \times 100$, onde S representa o número de estômatos por unidade de área e E representa o número de células epidérmicas na mesma unidade de área (1 mm²). As medidas foram realizadas com aumento de 40x. Para quantificar a média e o desvio padrão do tamanho dos estômatos, todos os estômatos dos vinte campos amostrados foram sistematicamente medidos quanto ao comprimento e largura de cada espécime. Uma ANOVA unidirecional, seguida de teste post hoc de Tukey (Prism 5), foi utilizada para avaliar a presença de diferenças estatisticamente significativas entre as espécies, com significância estabelecida em $p < 0,05$.

$$IE = \frac{S}{S + E} \times 100$$

4.4 Microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (MEV-FEG)

As amostras fixadas em FAA foram desidratadas passando por concentrações crescentes de etanol em água (80%, 90% e 100%). As amostras secas foram metalizadas com ouro em metalizador Quorum SC7620 (Quorum Technologies Ltd., Kent, Reino Unido). As micrografias eletrônicas foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura Tescan Mira3, modo alto vácuo, com voltagem de aceleração de 15 kV. O procedimento foi realizado no Laboratório Multiusuário (C-Labmu) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

4.5 Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS)

As análises de EDS foram realizadas durante a observação em MEV-FEG para caracterizar a composição química dos cristais. As medições foram feitas em cristais e em células vizinhas sem cristais, que serviram como controles internos. As análises foram conduzidas com um detector EDS acoplado ao MEV-FEG, operando a 15 kV de voltagem de

aceleração. Todos os procedimentos foram realizados no Complexo de Laboratórios Multiusuário (C-Labmu), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

4.6 Testes histoquímicos

As folhas, caules e raízes fixados em FAA 70 de *B. pilosa*, *B. alba* e *B. subalternans* foram submetidos a testes histoquímicos. As seções dos materiais vegetais foram testadas com as seguintes soluções reagentes: Sudan III para verificar compostos lipofílicos (Foster, 1949), cloreto férrico (1%) (Johansen, 1940) e dicromato de potássio (10%) (Gabe, 1968) para detectar compostos fenólicos, floroglucina clorídrica para evidenciar estruturas lignificadas (Sass, 1951), solução de iodo (2%) para evidenciar grãos de amido (Berlyn; Miksche, 1976), Dragendorff para detectar alcaloides (Yoder, 1968), solução clorídrica de vanilina (0,5%) para verificar a presença de taninos condensados (Mace; Howell, 1974) (Gardner, 1975), solução de vermelho de rutênio (0,002%) para evidenciar as pectinas (Johansen, 1940). Controles negativos apropriados, secções não tratadas com os reagentes específicos, foram realizados em paralelo com os testes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Morfologia

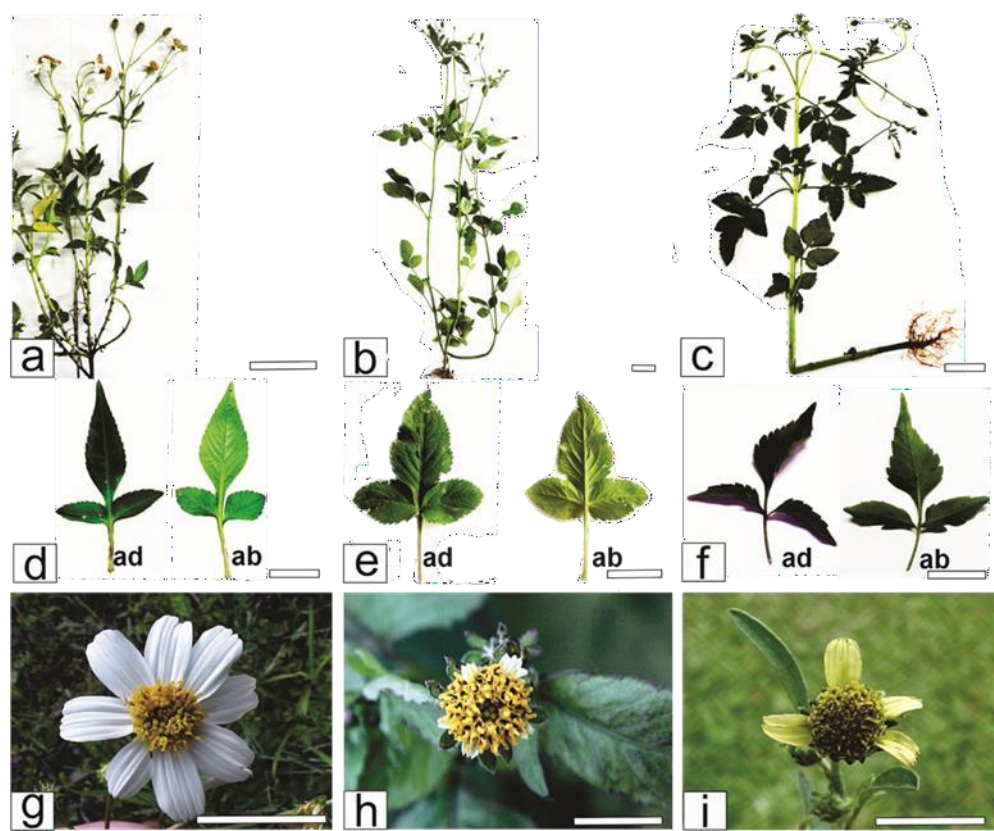
No presente estudo, as principais características morfológicas das três espécies de *Bidens* foram investigadas e comparadas. Em geral, todas as três espécies (Fig. 2 a–c) são herbáceas, com crescimento entre 0,3 e 1,2 m de altura, e compartilham características morfológicas básicas. Os caules são verdes a roxo-avermelhados, quadrangulares, eretos ou decumbentes. As folhas são opostas e pecioladas.

Entretanto, as três espécies apresentam características morfológicas foliares distintas que auxiliam na sua identificação, como pode ser observado na figura 2, *B. alba* apresenta folhas geralmente menos divididas, podendo ser inteiras, tripartidas a pinatissectas, com segmentos ovados a lanceolados e margens serradas (Fig. 2 a, d), além de indumento geralmente glabrescente ou levemente pubescente, mais evidente ao longo das nervuras. Em *B. pilosa*, as folhas apresentam maior grau de divisão, sendo tipicamente tripartidas a pinatissectas, com três a cinco segmentos lanceolados ou ovado-lanceolados e margens serradas (Fig. 2 b, e), além de indumento mais evidente, frequentemente pubescente ou estrigoso em ambas as faces da lâmina foliar. *B. subalternans*, por sua vez, distingue-se pela divisão foliar ainda mais pronunciada, apresentando folhas geralmente pinatissectas a bipinatissectas, com segmentos mais estreitos, lanceolados e margens profundamente serradas (Fig. 2 c, f). Além disso, essa espécie apresenta indumento predominantemente estrigoso, o que confere à lâmina foliar uma textura mais áspera ao toque.

A variação no grau de divisão foliar observada entre essas espécies constitui um caráter morfológico relevante para a distinção dentro do gênero *Bidens*. De modo geral, espécies como *B. alba* apresentam folhas menos divididas, enquanto *B. pilosa* e *B. subalternans* tendem a apresentar maior grau de segmentação da lâmina foliar. Essa variação morfológica tem sido amplamente reconhecida em tratamentos taxonômicos do grupo, nos quais o grau de divisão da lâmina, a forma dos segmentos e o tipo de indumento figuram entre os principais caracteres diagnósticos utilizados para diferenciar espécies morfológicamente próximas. Estudos conduzidos para a flora brasileira indicam que esses caracteres, embora úteis para a identificação, podem apresentar certo grau de plasticidade fenotípica, especialmente em espécies amplamente distribuídas e associadas a ambientes antropizados. Dessa forma, a interpretação conjunta de múltiplos caracteres morfológicos, incluindo divisão foliar, morfologia dos segmentos e padrão de indumento, é recomendada para uma delimitação mais segura das espécies do “complexo *Bidens pilosa*” (Pirani, 2015; Flora e Funga do Brasil, 2026).

Além disso, *B. alba* possui inflorescências compostas por capítulos radiados, com flores do raio brancas, refletidas, estéreis, medindo de 14 a 16 mm de comprimento; as flores do disco são amarelas, tubulares, férteis, bissexuadas e com cerca de 5,5 mm de comprimento (Fig. 2 a', g). *B. pilosa* apresenta inflorescências formadas por capítulos discoides ou radiados; quando as flores do raio estão presentes, são brancas a salmão, estéreis, com aproximadamente 3–4 mm de comprimento, enquanto as flores do disco são amarelas, tubulares, com cerca de 3,5–4 mm de comprimento (Fig. 2 b', h). Já as inflorescências de *B. subalternans* são compostas por capítulos discoides ou radiados, com flores do raio amarelas, estéreis, de 4–6 mm de comprimento, e flores do disco amarelas, tubulares, com aproximadamente 3–4 mm de comprimento (Fig. 2 i).

Figura 2. Morfologia das espécies de *Bidens*. a, d, g. *Bidens alba* (L.) DC.; b, e, h. *Bidens pilosa* L.; c, f, i. *Bidens subalternans* DC. [ad, face adaxial; ab, face abaxial]. Barra de escala: a–c, e, g = 5 cm; d = 1 cm; f, h, i = 2 cm.



Fonte: A autora.

Tabela 1 – Características morfológicas comparativas de espécies de *Bidens*

Característica	<i>Bidens alba</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Bidens subalternans</i>
----------------	--------------------	----------------------	----------------------------

Grau de divisão foliar	inteiras, trilobadas ou pinatissectas	tripartidas a pinatissectas	pinatissectas a bipinatissectas
Margem foliar	serrada ou dentada	Serrada	profundamente serrada
Indumento foliar	glabrescente ou levemente pubescente (mais evidente nas nervuras)	pubescente a estrigoso, evidente em ambas as faces	predominantemente estrigoso
Flores do raio	brancas, estéreis (14–16 mm)	brancas a salmão, estéreis (3–4 mm) ou ausentes	amarelas, estéreis (4–6 mm)
Flores do disco	amarelas, tubulares (~5,5 mm)	amarelas, tubulares (~3,5–4 mm)	amarelas, tubulares (~3–4 mm)

Fonte: A autora.

Essas diferenças, especialmente na inflorescência, no grau de divisão foliar, no formato dos segmentos e no tipo de indumento, são importantes para a diferenciação morfológica entre essas espécies.

5.2 Microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura

Em vista frontal, as paredes anticlinais das células epidérmicas foram classificadas, seguindo os critérios propostos por Yang *et al.* (2012), como ondeadas ou levemente sinuosas. Essas paredes foram ondeadas tanto na epiderme adaxial quanto na abaxial de *B. alba* como mostra a figura 3 a, d e sinuosas em ambas as superfícies de *B. pilosa* (Fig. 3 b, e). *Bidens subalternans* apresentou paredes sinuosas na epiderme adaxial (Fig. 3 c) e levemente sinuosas na epiderme abaxial (Fig. 3 f).

Além disso, estômatos anomocíticos e anisocíticos foram observados em ambas as superfícies epidérmicas nas três espécies analisadas, caracterizando as folhas como anfiestomáticas (Fig. 3 a–f). Paredes celulares anticlinais sinuosas, folhas anfiestomáticas e a presença desses tipos estomáticos também foram relatadas para *B. pilosa* por Sá *et al.* (2017), corroborando parcialmente os resultados obtidos no presente estudo. Entretanto, Essiett e Archibong (2014) registraram maior diversidade de tipos estomáticos em *B. pilosa*, incluindo estômatos diacíticos e estaurocíticos, além dos tipos anomocítico e anisocítico em ambas as superfícies foliares, bem como estômatos braquiparacíticos restritos à superfície abaxial.

As diferenças observadas entre os resultados do presente estudo e aqueles reportados por Essiett e Archibong (2014) podem estar relacionadas à variabilidade anatômica intraespecífica, fenômeno relativamente comum em espécies amplamente distribuídas.

Caracteres epidérmicos, incluindo morfologia e tipologia estomática, podem apresentar variações associadas a fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento da epiderme foliar (Dilcher, 1974).

Em representantes da família Asteraceae, o tipo estomático anomocítico é frequentemente considerado predominante, embora outros tipos possam ocorrer em menor frequência. Essa diversidade estrutural da epiderme foliar dentro da família pode resultar em variações na organização das células subsidiárias e na tipologia estomática observada entre diferentes espécies ou populações (Metcalf; Chalk, 1950). Estudos mais recentes também ressaltam que caracteres epidérmicos apresentam relevância taxonômica em Asteraceae, podendo variar em diferentes níveis sistemáticos e refletir adaptações estruturais dentro da família (Freire; Katinas, 2001).

Outro aspecto que pode contribuir para diferenças entre estudos refere-se às abordagens metodológicas empregadas na análise anatômica. Técnicas distintas de preparo das amostras, métodos de clarificação e montagem das lâminas podem influenciar a visualização das células subsidiárias associadas ao complexo estomático. A literatura anatômica destaca que a delimitação dessas células nem sempre é claramente definida, o que pode levar a diferentes interpretações na classificação dos tipos estomáticos (Dilcher, 1974).

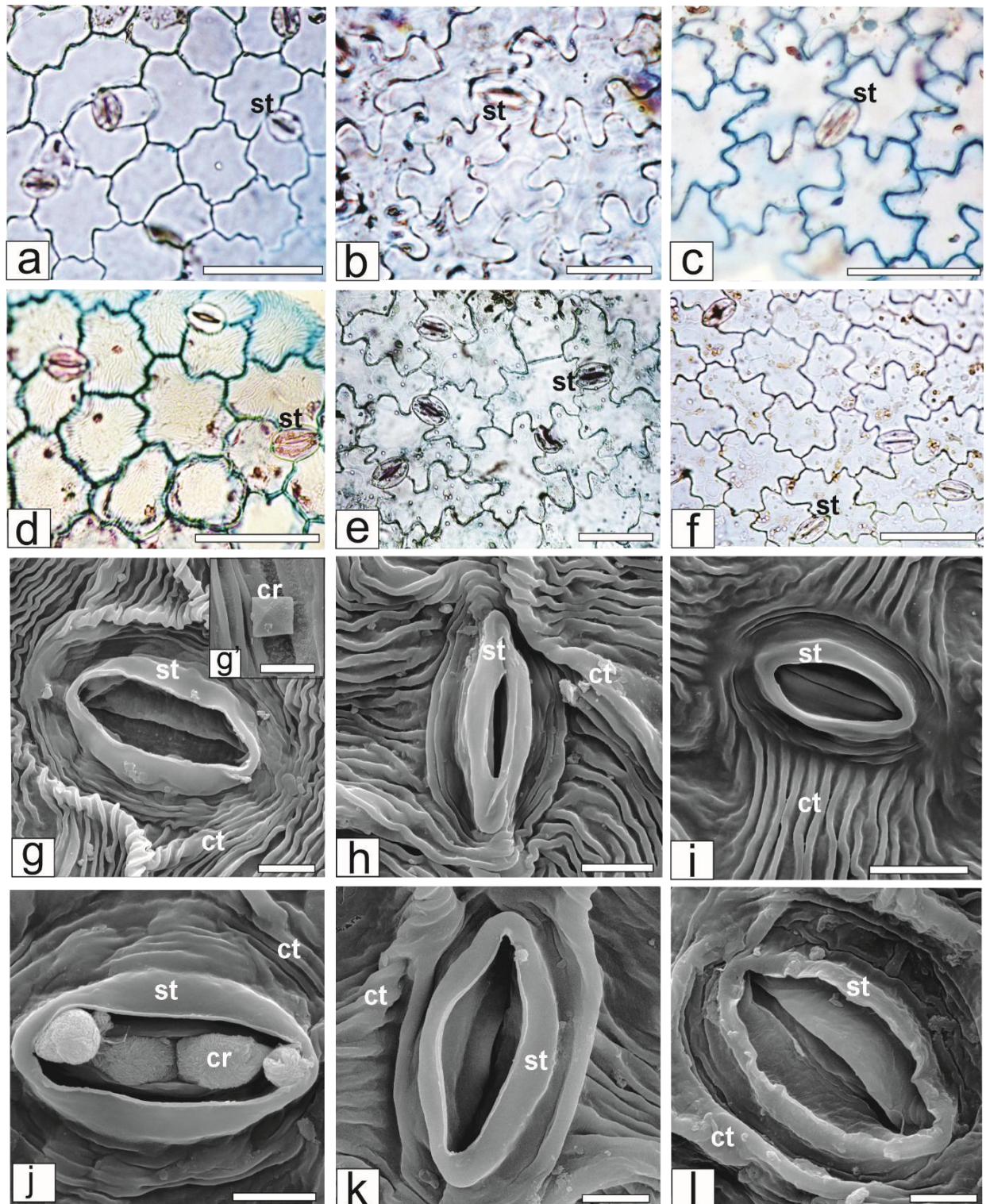
Assim, a predominância de estômatos anomocíticos e anisocíticos observada no presente estudo não exclui a possibilidade da ocorrência de outros tipos estomáticos descritos na literatura, podendo refletir variações populacionais, ambientais ou metodológicas. Nesse contexto, os resultados obtidos contribuem para o conhecimento anatômico das espécies analisadas e reforçam a importância de considerar a variabilidade estrutural da epiderme foliar em estudos comparativos dentro do gênero *Bidens*.

Cristais piramidais (Fig. 3 g') foram encontrados nas células epidérmicas do lado adaxial, enquanto cristais amorfos foram observados emergindo dos estômatos (Fig. 3 j) no lado abaxial em *B. alba*. Até o momento, a literatura disponível consultada mostra poucos registros específicos sobre cristais em espécies de *Bidens*. Em *B. pilosa*, estudos anatômicos clássicos descrevem diversos caracteres vegetativos, mas não enfatizam os cristais como um dos principais atributos diagnósticos da espécie (Duarte; Estelita, 1999).

Ainda assim, a presença de cristais em *Bidens* é compatível com o que já foi descrito para Asteraceae, família em que depósitos de oxalato de cálcio são frequentemente registrados em diferentes táxons. Embora não estejam necessariamente ligados de forma direta à atividade farmacológica principal das plantas medicinais, esses cristais constituem uma característica anatômica comum em plantas, podendo estar relacionados à defesa contra herbívoros, à

regulação iônica e ao armazenamento de cálcio (Franceschi; Nakata, 2005; Raeski *et al.*, 2023). Além disso, variações na forma e na distribuição desses cristais nos tecidos vegetais podem ser úteis em estudos anatômicos e taxonômicos, e sua análise microscópica tem mostrado potencial diagnóstico na autenticação botânica de plantas medicinais (Raeski *et al.*, 2023). Assim, em *Bidens*, a ocorrência desses cristais reforça seu valor como caráter anatômico e sua possível contribuição para comparações taxonômicas dentro do grupo.

Figura 3. Epiderme foliar em *Bidens* – vista frontal. [microscopia de luz: a–f (coradas com azul de toluidina); microscopia eletrônica de varredura: g–l]. *B. alba* (a, d, g, g', j), *B. pilosa* (b, e, h, k), *B. subalternans* (c, f, i, l). Face adaxial (a–c, g–i), face abaxial (d–f, j–l). [ct, cutícula; cr, cristal; st, estômato]. Barra de escala: a–f = 50 μ m, g–l = 5 μ m, g' = 3 μ m.



Fonte: A autora.

O tamanho dos estômatos e o índice estomático (IE) possuem maior significado taxonômico (Cutter, 1986). Os resultados evidenciam que o índice estomático varia significativamente entre as espécies de *Bidens*, tanto na face adaxial quanto na abaxial, com diferenças estatisticamente significativas (ANOVA, $p < 0,05$). Na face adaxial, *B. alba* apresentou valores significativamente menores em relação a *B. pilosa* e *B. subalternans*, enquanto estas duas últimas não diferiram entre si. Esse padrão indica que o IE adaxial possui potencial discriminatório limitado, sendo eficaz apenas para separar *B. alba* das demais espécies. Por outro lado, na face abaxial, *B. subalternans* apresentou valores significativamente inferiores aos de *B. alba* e *B. pilosa*, que não diferiram entre si. Esse resultado sugere que o IE abaxial é um caráter mais informativo para a segregação de *B. subalternans*, reforçando sua utilidade taxonômica. Além disso, observa-se um padrão consistente de maior IE na face abaxial em todas as espécies, corroborando o padrão típico de folhas anfiestomáticas, nas quais há predominância estomática na face inferior, possivelmente relacionada à otimização das trocas gasosas e à redução da perda hídrica (Taiz *et al.*, 2024).

A predominância de estômatos na superfície abaxial é um padrão comum em folhas dorsiventrais de muitas angiospermas. Nesses casos, a epiderme inferior apresenta maior densidade estomática porque está menos exposta diretamente à radiação solar e às correntes de ar, o que favorece a realização das trocas gasosas sem aumentar excessivamente a perda de água por transpiração. Esse arranjo anatômico é considerado uma adaptação fisiológica importante para manter o equilíbrio hídrico da planta e otimizar os processos fotossintéticos (Esau, 1977; Raven; Evert; Eichhorn, 2013). De modo geral, em folhas dorsiventrais típicas, a epiderme abaxial concentra maior número de estômatos, enquanto a epiderme adaxial pode apresentar menor densidade ou até ausência dessas estruturas em algumas espécies.

Além do papel fisiológico, o índice estomático é frequentemente empregado em estudos taxonômicos e comparativos, pois expressa a proporção entre estômatos e células epidérmicas, sendo considerado um caráter relativamente estável quando comparado apenas à densidade estomática. Por essa razão, variações no índice estomático entre espécies podem fornecer informações úteis para a diferenciação de táxons próximos, especialmente quando associadas a outros caracteres epidérmicos, como tipo estomático, formato das células epidérmicas e padrão das paredes anticlinais (Metcalf; Chalk, 1950; Cutter, 1986). Nesse sentido, as diferenças observadas entre as espécies de *Bidens* analisadas podem representar um caráter adicional relevante para sua caracterização morfoanatômica.

Adicionalmente, a concordância entre os valores obtidos neste estudo para *B. pilosa* e aqueles relatados por Essienn e Archibong (2014) reforça a consistência desse caráter anatômico para a espécie. Estudos comparativos em Asteraceae demonstram que características epidérmicas, incluindo o índice estomático, o tipo estomático e a distribuição dos estômatos nas superfícies foliares, podem fornecer informações úteis na distinção entre espécies e gêneros da família, contribuindo para análises taxonômicas e para a identificação de materiais vegetais (ESSIETT; ARCHIBONG, 2014).

Considerando o tamanho médio dos estômatos, *B. alba* possui estômatos abaxiais ($21 \times 15 \mu\text{m}$) geralmente maiores que os estômatos adaxiais ($18 \times 12 \mu\text{m}$). Entretanto, *B. pilosa* mostra o padrão oposto, com estômatos adaxiais maiores ($18 \times 14 \mu\text{m}$) do que os abaxiais ($17 \times 13 \mu\text{m}$). *Bidens subalternans* apresenta tamanhos comparáveis de estômatos em ambos os lados, sendo $20 \times 11 \mu\text{m}$ no lado adaxial e $19 \times 13 \mu\text{m}$ no lado abaxial. Além disso, a largura dos estômatos é mais constante do que as medidas de comprimento.

Tabela 2 – Características estomáticas das três espécies de *Bidens*

Característica	<i>Bidens alba</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Bidens subalternans</i>
Paredes anticliniais (adaxial)	ondeadas	Sinuosas	sinuosas
Paredes anticliniais (abaxial)	ondeadas	Sinuosas	levemente sinuosas
Tipo de folha (estômatos)	anfiestomática	Anfiestomática	anfiestomática
Tipos estomáticos	anomocíticos e anisocíticos	anomocíticos e anisocíticos	anomocíticos e anisocíticos
Índice estomático (adaxial)	$26,70 \pm 4,096\%$	$33,31 \pm 7,005\%$	$32,75 \pm 6,166\%$
Índice estomático (abaxial)	$43,89 \pm 2,104\%$	$45,76 \pm 3,439\%$	$36,29 \pm 4,914\%$
Tamanho dos estômatos (adaxial)	$18,40 \pm 2,458 \times 12,25 \pm 1,860 \mu\text{m}$	$18,30 \pm 2,364 \times 13,70 \pm 2,029 \mu\text{m}$	$20,20 \pm 1,542 \times 11,60 \pm 1,142 \mu\text{m}$
Tamanho dos estômatos (abaxial)	$21,30 \pm 3,278 \times 15,05 \pm 1,849 \mu\text{m}$	$16,70 \pm 2,408 \times 12,80 \pm 0,895 \mu\text{m}$	$19,25 \pm 2,653 \times 13,30 \pm 1,658 \mu\text{m}$

Fonte: A autora.

As três espécies analisadas apresentaram os seguintes tipos de tricomas:

O Tipo I é um tricoma tector, com base ampla, composto por 4–6 células com paredes espessas e uma célula apical estreita e alongada (Fig. 4 a–f, i). Esses tricomas são cobertos por

uma cutícula estriada (Fig. 4 a, c), e pequenos cristais são observados no interior de algumas células. As células epidérmicas que circundam esse tricoma estão dispostas em padrão de roseta. Tricomas tectores também estão presentes ao longo das margens foliares, com as células apicais regularmente orientadas em direção ao ápice da folha em todas as espécies (Fig. 4 d–f), conferindo ao indumento da folha uma textura estrigosa.

O Tipo II é um tricoma tector, pluricelular, unisseriado, formado por 4–10 células, com a célula basal em forma de pedestal e coberta por cutícula estriada, e uma célula apical ligeiramente mais longa que as demais (Fig. 4 g, j, k, m). Esse tricoma foi denominado por Essiett e Archibong (2014) e Sá *et al.* (2017) como glandular; entretanto, não foram observadas cabeças glandulares nem produção de óleo.

O Tipo III é um tricoma glandular flageliforme (Fig. 4 h, l), formado por 1–3 células na base e uma célula apical da qual se origina um tubo cilíndrico, alongado e translúcido, contendo material lipofílico translúcido. *Bidens alba* e *B. pilosa* apresentam os três tipos de tricomas, enquanto *B. subalternans* possui apenas os tipos I e II.

A diversidade de tricomas observada nas espécies analisadas é consistente com o padrão frequentemente descrito para Asteraceae. De modo geral, os tricomas tectores estão relacionados principalmente à proteção da superfície foliar, podendo atuar na redução da perda de água, na proteção contra radiação excessiva e na defesa contra herbivoria. Por outro lado, tricomas glandulares podem estar associados à secreção ou ao acúmulo de metabólitos secundários, como óleos essenciais e outras substâncias biologicamente ativas (Oliveira; Akisue, 2009). Dessa forma, a presença concomitante de tricomas tectores e glandulares em *B. alba* e *B. pilosa* pode refletir tanto funções de proteção estrutural quanto possíveis relações com a produção ou armazenamento de compostos de interesse farmacológico.

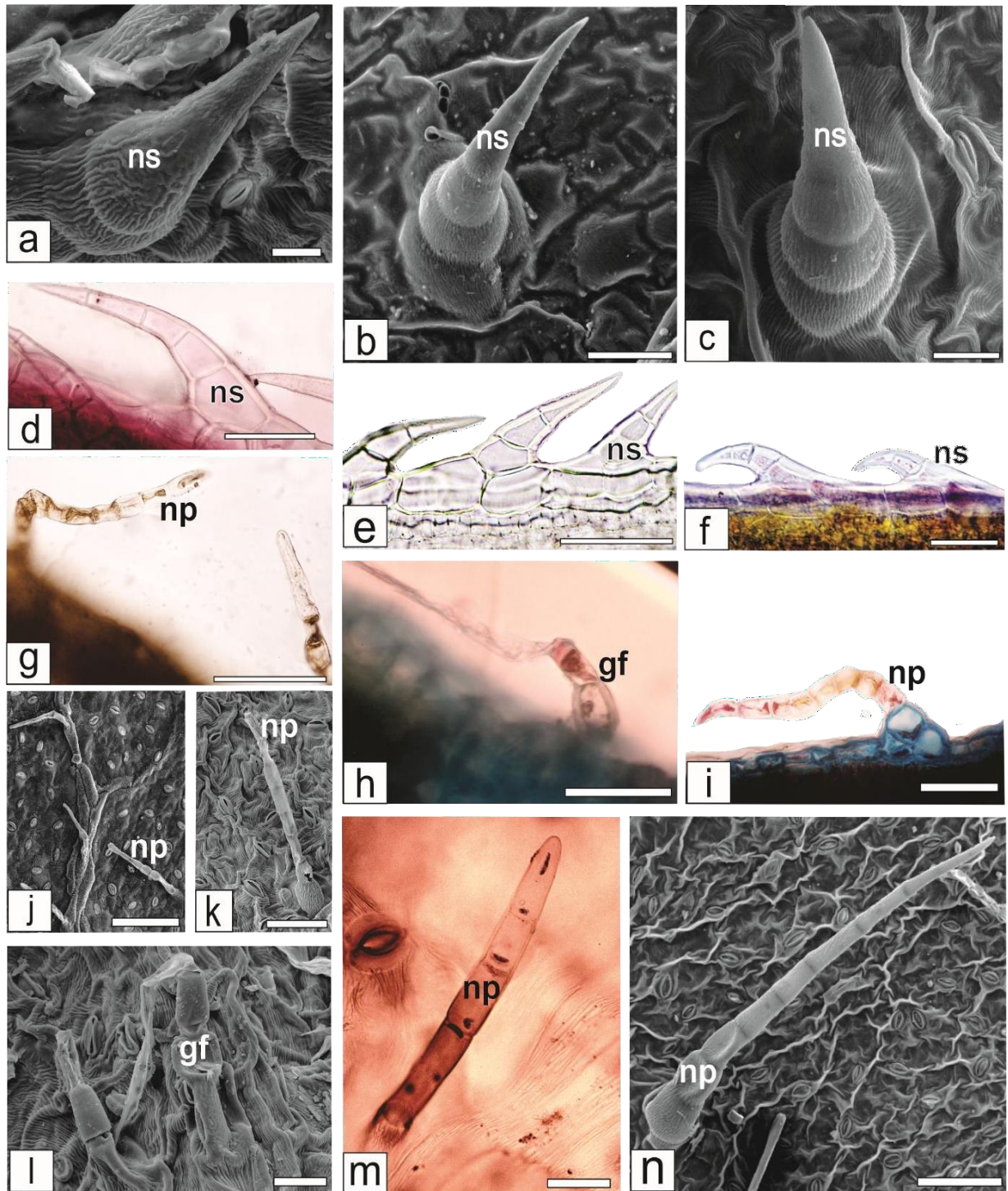
Além disso, a morfologia e a distribuição dos tricomas constituem caracteres importantes em estudos taxonômicos e farmacobotânicos. Estruturas epidérmicas como essas podem apresentar valor diagnóstico, permitindo distinguir espécies próximas quando associadas a outros caracteres morfoanatômicos. Estudos recentes demonstram que a análise microscópica de tricomas pode funcionar como uma ferramenta eficiente para a diferenciação entre espécies de Asteraceae, especialmente em grupos com alta similaridade morfológica (Monchak *et al.*, 2023). Nesse contexto, a ausência do tricoma glandular flageliforme em *B. subalternans*, em contraste com sua presença em *B. alba* e *B. pilosa*, pode representar um caráter adicional útil para a distinção entre essas espécies.

A variação no tipo, na estrutura e na distribuição dos tricomas também tem sido considerada um caráter relevante em estudos sistemáticos, pois essas estruturas podem

apresentar padrões relativamente constantes dentro de determinados grupos taxonômicos. Dessa forma, características do indumento foliar podem auxiliar na delimitação de espécies e no reconhecimento de táxons próximos (Metcalf; Chalk, 1979). Assim, a análise detalhada dos tricomas nas espécies de *Bidens* analisadas contribui para ampliar o conjunto de caracteres morfoanatômicos úteis para a comparação entre espécies do gênero.

Do ponto de vista farmacobotânico, o reconhecimento de diferentes tipos de tricomas também possui importância prática, sobretudo quando o material vegetal é comercializado na forma fragmentada. Nesses casos, estruturas epidérmicas frequentemente permanecem preservadas e podem atuar como marcadores diagnósticos na identificação e autenticação da matéria-prima vegetal (Oliveira; Akisue, 2009). Assim, a caracterização detalhada dos tricomas nas espécies de *Bidens* analisadas contribui não apenas para a compreensão de sua anatomia foliar, mas também para o estabelecimento de parâmetros úteis no controle de qualidade e na identificação de materiais vegetais de interesse medicinal.

Figura 4. Tricomas foliares em *Bidens* spp. [d–i, m: microscopia de luz; a–c, j–l, n: microscopia eletrônica de varredura]. *Bidens alba* (a, d, g, j–l), *B. pilosa* (b, e, h, m), *B. subalternans* (c, f, i, n). [ns, tricoma tector (Tipo I); np, tricoma tector pluricelular unisseriado (Tipo II); gf, tricoma glandular flageliforme (Tipo III)]. Barra de escala: a–c = 10 μ m, d–l = 50 μ m, m = 25 μ m, n = 100 μ m.



Fonte: A autora.

Tabela 3 – Tipos de tricomas e suas características estruturais nas folhas de *Bidens*

Característica	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Classificação	tector	tector	glandular
Estrutura geral	base ampla, 4–6 células + célula apical alongada	pluricelular, unisseriado (4–10 células)	1–3 células basais + célula apical com prolongamento
Célula basal	ampla	em forma de pedestal	presente (1–3 células)
Célula apical	estreita e alongada	ligeiramente mais longa que as demais	origina tubo flageliforme
Cutícula	estriada	estriada	-
Conteúdo celular	pode conter cristais	sem secreção observada	conteúdo lipofílico
Ocorrência na folha	lâmina e margens	lâmina	lâmina
Função sugerida	proteção	proteção	secreção
Ocorrência nas espécies	todas as espécies	todas as espécies	<i>B. alba</i> e <i>B. pilosa</i>

Fonte: A autora.

As folhas de todas as espécies, em seção transversal, apresentam epiderme uniestratificada, recoberta por uma cutícula moderadamente espessa, com reação positiva ao Sudan III, indicando a presença de substâncias lipofílicas. Esse padrão é típico de dicotiledôneas e está relacionado à proteção contra perda de água e ação de agentes externos (Cutter, 1986; Metcalfe; Chalk, 1979). O mesofilo é dorsiventral (Fig. 5 a–c), composto por uma camada de parênquima paliádico e aproximadamente quatro camadas de parênquima esponjoso, organização que favorece a eficiência fotossintética e as trocas gasosas (Fahn, 1990). Feixes vasculares de menor calibre encontram-se distribuídos no interior do mesofilo e são envolvidos por uma bainha parenquimática, característica comum em folhas de dicotiledôneas (Metcalfe; Chalk, 1979).

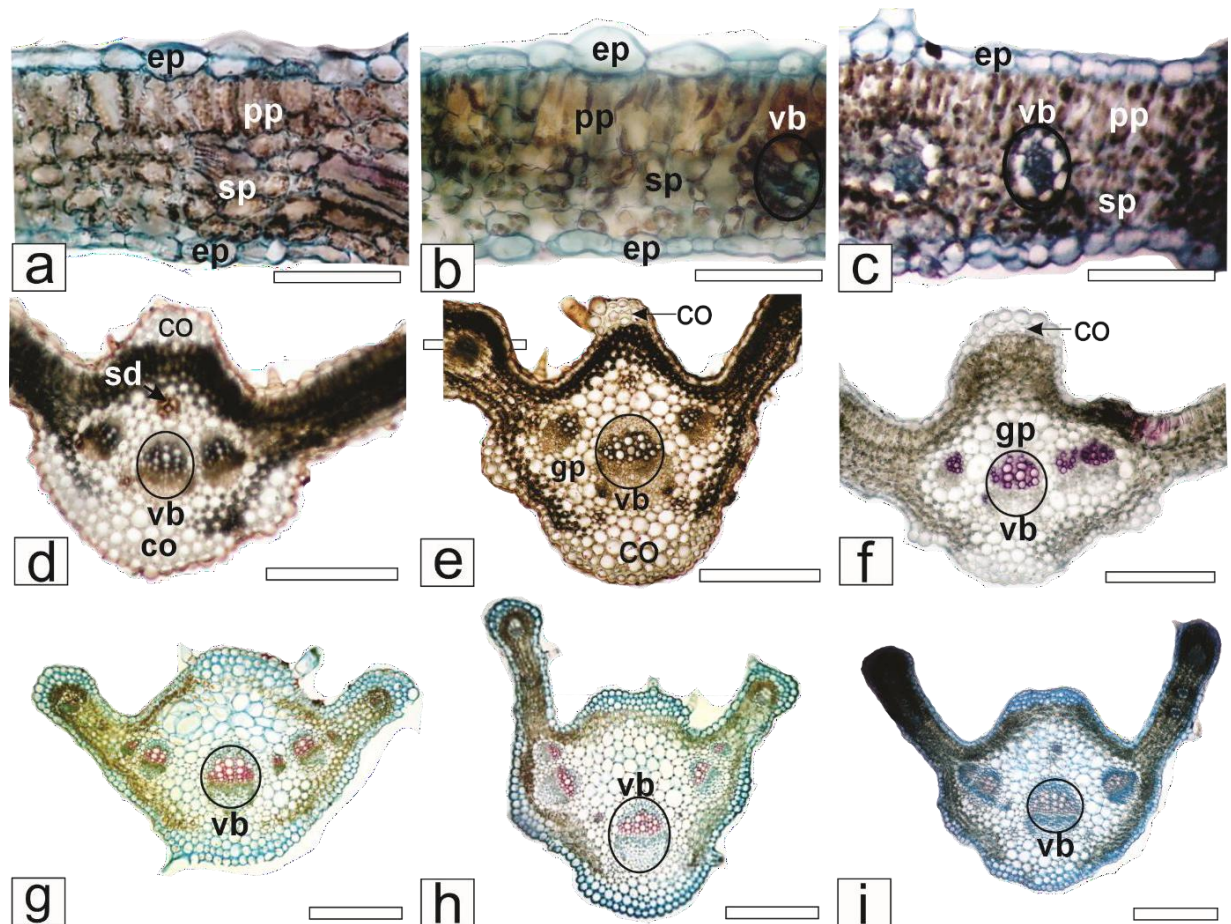
A nervura central (Fig. 5 d–f) apresenta formato biconvexo, com face adaxial angular e face abaxial arredondada a levemente plano-convexa. Abaixo da epiderme, observam-se de uma a duas camadas de colênquima angular em ambas as faces, desempenhando função de sustentação mecânica sem comprometer a flexibilidade do órgão (Cutter, 1986; Fahn, 1990). O parênquima fotossintético mantém-se contínuo na face adaxial, indicando a manutenção da atividade fotossintética nessa região. Tricomas semelhantes aos descritos para a lâmina foliar também ocorrem na nervura central, reforçando a uniformidade do indumento e sua função protetora, conforme frequentemente relatado para Asteraceae (Metcalfe; Chalk, 1979).

O sistema vascular da nervura central (Fig. 5 d–f) é constituído por três feixes vasculares livres dispostos em arco aberto, sendo o feixe central mais desenvolvido. Esse arranjo reflete o padrão típico de organização vascular em folhas de dicotiledôneas (Metcalfe; Chalk, 1979). Associados a esses feixes, observam-se dutos secretores com epitélio unisseriado,

produtores de substâncias lipofílicas (Fig. 5 d–f). Essas estruturas estão frequentemente relacionadas à produção e ao armazenamento de metabólitos secundários, podendo ter implicações farmacobotânicas (Fahn, 1990; Oliveira; Akisue, 2009).

O pecíolo (Fig. 5 g–i), em seção transversal, apresenta formato biconvexo com duas projeções laterais na face adaxial, exibindo organização anatômica semelhante à da nervura central. Essa similaridade estrutural reflete a continuidade funcional entre essas regiões, especialmente no que se refere à condução e sustentação da lâmina foliar (Cutter, 1986).

Figura 5. Anatomia foliar de *Bidens* spp. Seção transversal da lâmina (a–c), nervura central (d–f) e pecíolo (g–i). *B. alba* (a, d, g), *B. pilosa* (b, e, h), *B. subalternans* (c, f, i). [co, colênquima; ep, epiderme; gp, parênquima fundamental; pp, parênquima paliçádico; sd, duto secretor; sp, parênquima esponjoso; vb, feixe vascular]. Barras de escala: a–c = 50 μ m, d–i = 300 μ m.



Fonte: A autora.

Em seção transversal, o caule das espécies analisadas apresenta formato quadrangular, com projeções angulares mais ou menos pronunciadas (Fig. 6 c, f, i), padrão frequentemente descrito para representantes de Asteraceae e associado à presença de tecidos de sustentação nas

regiões angulares. De acordo com Cutter (1986) e Metcalfe e Chalk (1979), caules com contorno anguloso estão geralmente relacionados ao reforço mecânico promovido pelo colênquima, especialmente em espécies herbáceas. Esse arranjo estrutural também tem sido relatado para espécies do gênero *Bidens*, nas quais o formato quadrangular do caule constitui um caráter recorrente, como observado em *B. pilosa* por Sá *et al.* (2017), reforçando seu potencial uso em estudos comparativos e na caracterização anatômica do grupo.

A epiderme uniestratificada, recoberta por cutícula fina e estriada, segue o padrão típico de órgãos caulinares jovens (Fahn, 1990). No córtex, a alternância entre clorênquima e colênquima angular (Fig. 6 d–f) evidencia uma organização funcional bem definida, na qual o clorênquima contribui para a fotossíntese, enquanto o colênquima atua na sustentação. Esse arranjo é comum em caules verdes de dicotiledôneas, permitindo que o órgão desempenhe simultaneamente funções metabólicas e estruturais (Cutter, 1986). Nas regiões das projeções angulares, a presença de várias camadas de colênquima angular (Fig. 6 g–i) reforça ainda mais essa função mecânica, conferindo maior resistência às tensões, como já descrito em estudos clássicos de anatomia vegetal (Metcalfe; Chalk, 1979).

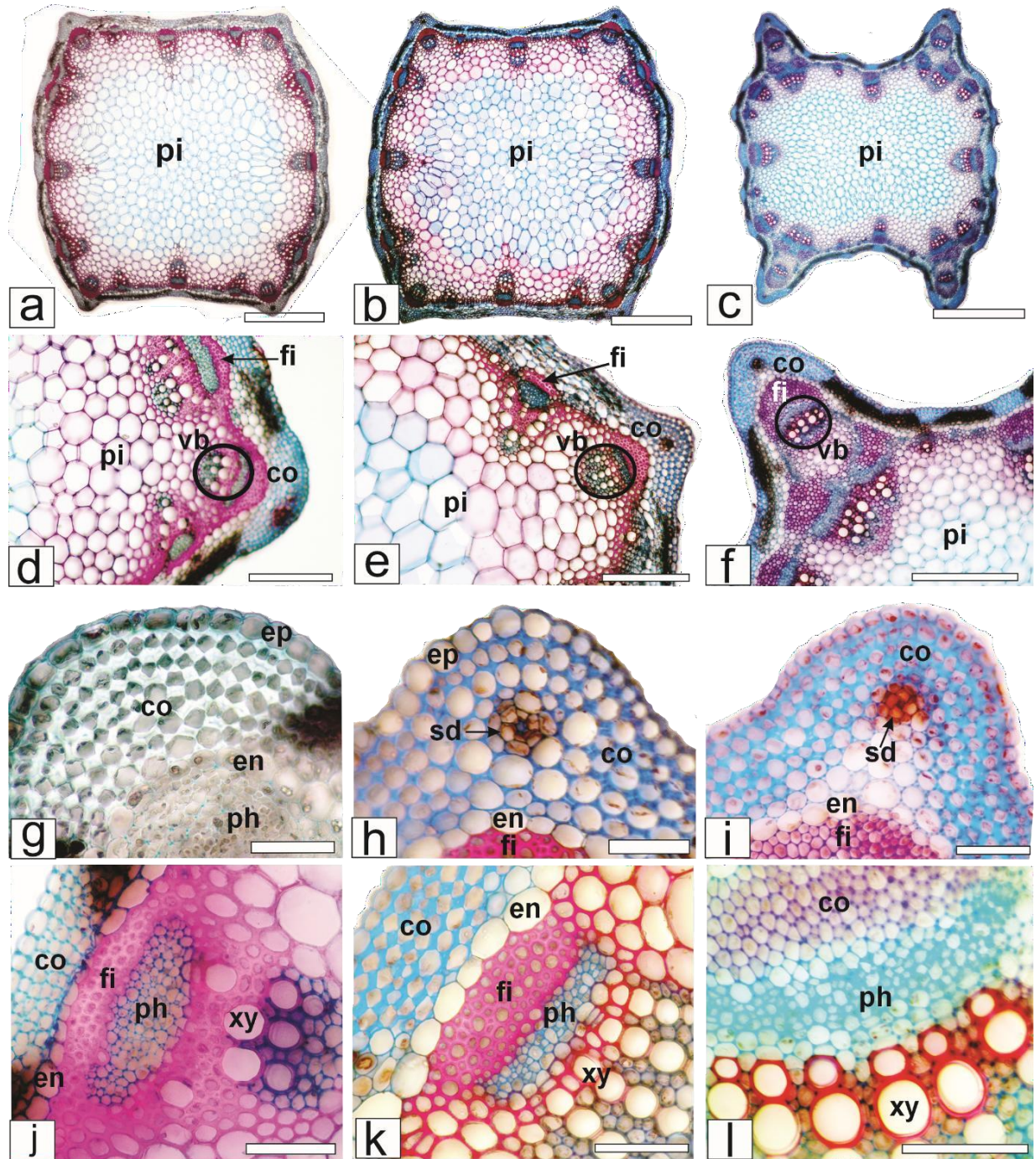
A ocorrência de dutos secretores nas regiões corticais (Fig. 6 h, i) é consistente com o padrão observado em diversas Asteraceae, grupo conhecido pela presença de estruturas secretoras associadas à produção de metabólitos secundários. Esses compostos, frequentemente de natureza lipofílica, podem estar relacionados a mecanismos de defesa e também às propriedades medicinais atribuídas às espécies do gênero *Bidens* (Fahn, 1990; Oliveira; Akisue, 2009). A presença de idioblastos contendo substâncias fenólicas no clorênquima reforça esse aspecto, uma vez que compostos fenólicos estão amplamente associados à proteção contra herbivoria, atividade antioxidante, ação anti-inflamatória e potencial antimicrobiano, características frequentemente relacionadas ao uso medicinal dessas plantas (Oliveira; Akisue, 2009). A confirmação histoquímica dessas substâncias, aliada à sua localização em tecidos metabolicamente ativos, sugere que esses compostos podem desempenhar papel relevante tanto na fisiologia vegetal quanto na atividade biológica atribuída às espécies (Figueiredo *et al.*, 2007; Ventrella *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2023).

A delimitação do córtex por uma endoderme contendo grãos de amido, evidenciados pela reação positiva ao iodo (Fig. 6 g–k). Segundo Fahn (1990), essa região pode atuar na regulação do transporte radial de substâncias e no armazenamento temporário de reservas. Do ponto de vista farmacobotânico, a presença de amido pode estar relacionada à manutenção do metabolismo da planta e à disponibilidade energética necessária para a biossíntese de metabólitos secundários, incluindo compostos de interesse medicinal. Além disso, grãos de

amido podem atuar como marcadores diagnósticos em análises microscópicas de drogas vegetais, contribuindo para a identificação e controle de qualidade (Oliveira; Akisue, 2009).

O sistema vascular, composto por aproximadamente 20 feixes dispostos em anel e delimitando a medula (Fig. 6 a–c). A presença adicional de feixes vasculares nas projeções angulares (Fig. 6 c, f) pode estar relacionada à necessidade de suprimento dessas regiões estruturalmente reforçadas. A associação de fibras perivasculares ao floema contribui para o suporte mecânico do sistema vascular, aumentando a resistência do caule (Cutter, 1986). Por fim, a medula ampla, constituída por células parenquimáticas (Fig. 6 a–c), ocupa grande parte do caule e pode atuar tanto no armazenamento quanto na manutenção da integridade estrutural do órgão.

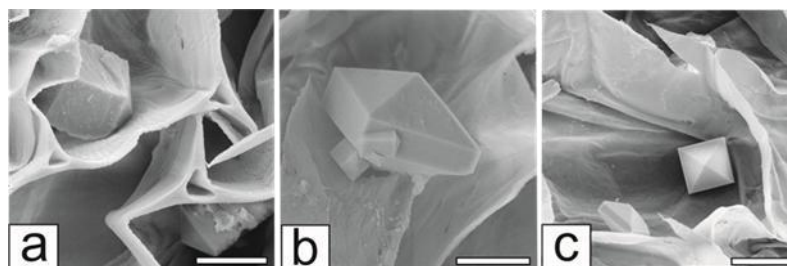
Figura 6. Anatomia de *Bidens* spp. – Caule em seção transversal. *B. alba* (a, d, g, j), *B. pilosa* (b, e, h, k), *B. subalternans* (c, f, i, l). [co, colênquima; en, endoderme; ep, epiderme; fi, fibra; ph, floema; pi, medula; sd, duto secretor; vb, feixe vascular; xy, xilema]. Barras de escala: a–c = 500 μ m, d–f = 200 μ m, g–l = 50 μ m.



Fonte: A autora.

Os três caules de *Bidens* apresentaram cristais bipiramidais na medula (Fig. 7 a–c). Entretanto, apenas *B. alba* também exibiu cristais cúbicos nesse tecido.

Figura 7. Microscopia eletrônica de varredura de cristais em *Bidens* spp. – Caule em seção transversal. *B. alba* (a), *B. pilosa* (b), *B. subalternans* (c). Barras de escala: a, b = 10 μ m e c = 20 μ m.



Fonte: A autora.

Em seção transversal, as raízes das espécies analisadas apresentam formato circular e evidenciam crescimento secundário, com formação de periderme (Fig. 8 a–f), característica comum em raízes de dicotiledôneas. O desenvolvimento de tecidos secundários está relacionado ao aumento do diâmetro do órgão e à substituição da epiderme por tecidos de proteção mais eficientes, como a periderme (Fahn, 1990; Cutter, 1986). Esse padrão estrutural também foi observado em estudos com espécies de *Bidens*, como *B. pilosa*, nos quais a presença de crescimento secundário é descrita como um aspecto típico da organização radicular do gênero (Sá *et al.*, 2017).

O córtex, constituído por aproximadamente cinco camadas de parênquima, apresenta organização relativamente simples, porém funcional, atuando no armazenamento e na condução lateral de substâncias. A presença de dutos secretores nessa região reforça o padrão observado para Asteraceae, família na qual estruturas secretoras são frequentes e estão associadas à produção de metabólitos secundários (Metcalfe; Chalk, 1979).

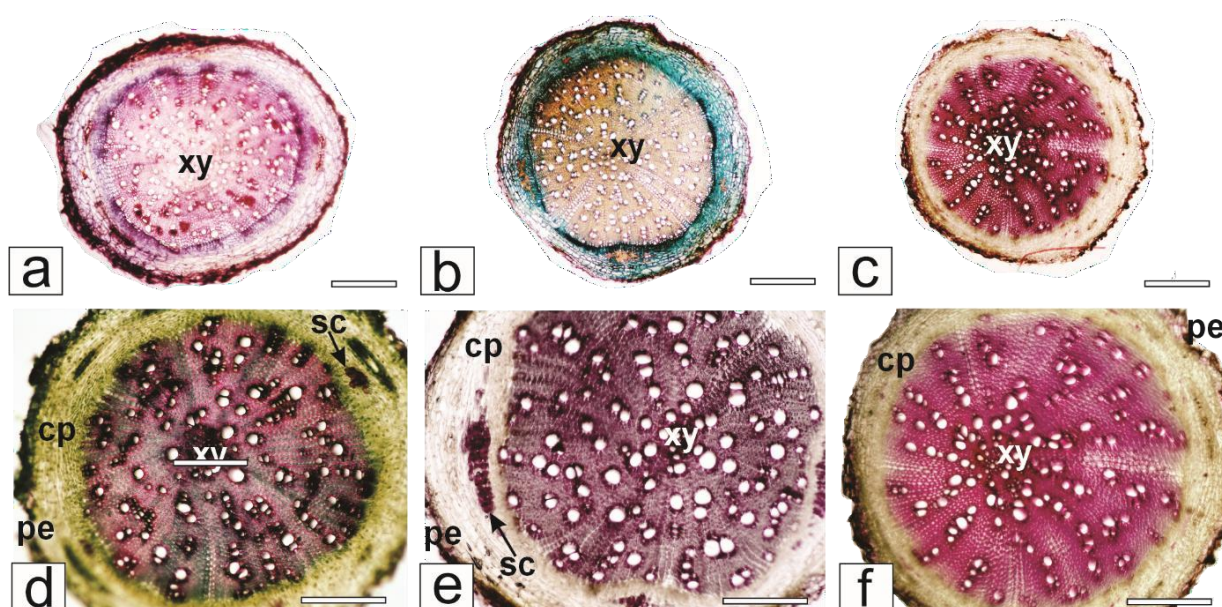
A delimitação do córtex por uma endoderme com estrias de Caspary evidencia um importante mecanismo de controle do fluxo de água e solutos para o cilindro vascular. As estrias de Caspary atuam como barreiras seletivas, obrigando a passagem de substâncias pelo simplasto, o que permite maior controle fisiológico sobre a absorção radicular (Fahn, 1990; Cutter, 1986). Esse padrão é amplamente descrito para raízes de dicotiledôneas e constitui um caráter estrutural conservado, com relevância funcional na regulação do transporte interno.

O sistema vascular, no qual o floema circunda o xilema central, é típico de raízes com crescimento secundário, refletindo a reorganização dos tecidos condutores ao longo do desenvolvimento do órgão (Metcalfe; Chalk, 1979). A presença de raios parenquimáticos no xilema indica a ocorrência de transporte radial e armazenamento, sendo uma característica importante para a integração funcional dos tecidos vasculares. Além disso, a ocorrência de

grupos de fibras associadas ao floema (Fig. 8 a–f) contribui para a sustentação do sistema vascular, conferindo maior resistência mecânica à raiz (Cutter, 1986).

De modo geral, a organização anatômica das raízes das espécies de *Bidens* analisadas é compatível com o padrão descrito para dicotiledôneas e para representantes de Asteraceae, incluindo relatos prévios para o gênero. A presença de estruturas secretoras, aliada à organização do córtex e do sistema vascular, reforça o potencial dessas espécies como fontes de metabólitos secundários.

Figura 8. Anatomia de *Bidens* spp. – Raiz em seção transversal. *B. alba* (a, d), *B. pilosa* (b, e), *B. subalternans* (c, f). [cp, parênquima cortical; en, endoderme; fi, fibras; pe, periderme; sc: duto secretor; xy, xilema]. Barras de escala: a–c = 500 µm, d–f = 300 µm.



Fonte: A autora.

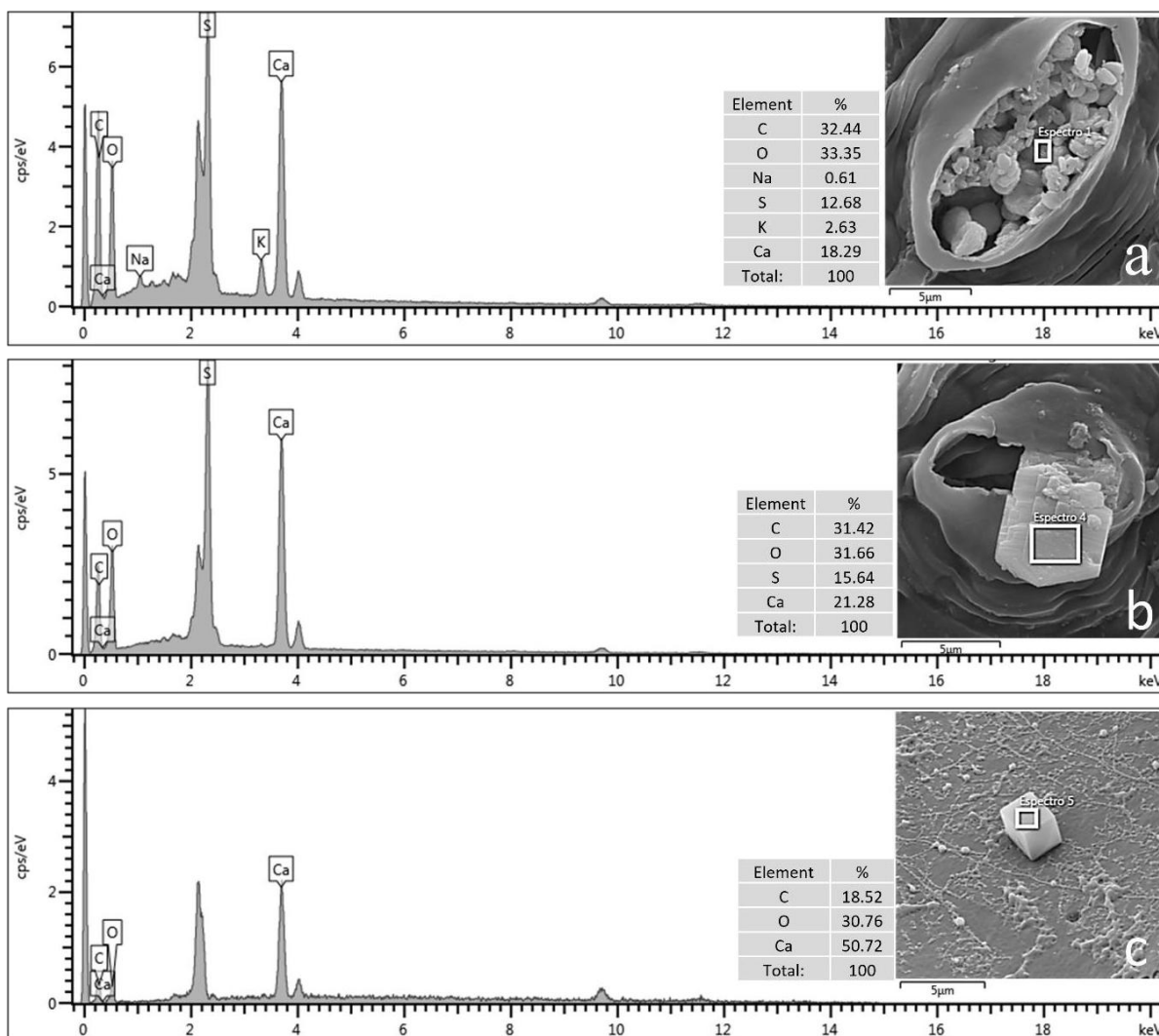
5.3 Análise elementar dos cristais por EDS

A presença de cristais amorfos emergindo dos estômatos (Fig. 3 j, 8 a, b) sugere a existência de um mecanismo de excreção, provavelmente associado à eliminação do excesso de cálcio ou à regulação do equilíbrio osmótico, funcionando também como uma barreira física contra microrganismos e insetos. Esse fenômeno estomático, embora pouco documentado, tem sido associado à capacidade adaptativa de certas espécies em lidar com ambientes ricos em sais minerais (Nakata, 2015).

Após as análises por EDS, os cristais amorfos, apresentaram elementos adicionais, como potássio, enxofre e sódio (Fig. 9 a, b), enquanto a estrutura cristalina cúbica foi observada quando a composição química consistia apenas de oxalato de cálcio (Fig. 9 c). Esse achado

sugere que a incorporação de íons heterogêneos pode interferir no arranjo ordenado do oxalato de cálcio, levando a alterações na morfologia dos cristais.

Figura 9. Imagem MEV e espectros EDS de *Bidens alba*. Cristal amorfo (a, b) e cristal cúbico (c). O pico proeminente sem rótulo em 0 keV corresponde ao pico de ruído, e o pico próximo a 2,1 keV refere-se ao ouro (Au) utilizado para o revestimento por pulverização das amostras para análise em MEV.



Fonte: A autora.

6 CONCLUSÃO

Entre as três espécies de *Bidens* estudadas, a identificação morfológica frequentemente conduz a confusões. Este estudo demonstra que o uso combinado de técnicas morfoanatômicas foi decisivo para a diferenciação dessas espécies.

Certas características morfoanatômicas apresentam potencial como marcadores confiáveis para a delimitação das espécies, especialmente o tipo de inflorescência, o grau de divisão das folhas, a forma dos segmentos, o tipo de indumento, o padrão das paredes anticlinais das células epidérmicas, o tamanho e o índice estomático, os conjuntos e morfotipos de tricomas, bem como a composição de cristais.

Assim, essa abordagem analítica integrada constitui uma ferramenta eficaz para evidenciar as diferenças morfoanatômicas entre *Bidens pilosa*, *Bidens alba* e *Bidens subalternans*, permitindo sua clara diferenciação.

De modo geral, essa abordagem integrada fornece uma estrutura útil para a autenticação de espécies de *Bidens* e para o aprimoramento do controle de qualidade de matérias-primas botânicas. Como o presente estudo foi baseado em material coletado em uma única região e período (n = 5 por espécie), amostragens mais amplas envolvendo múltiplas populações, diferentes estações do ano e ambientes distintos poderão fortalecer a generalização dos caracteres diagnósticos e apoiar a aplicação dessa estratégia a outros táxons dentro do complexo *B. pilosa*.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. M. *et al.* Secondary pollen presentation in Asteraceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 2, p. 1–10, 2011.

ALLEN, J. M.; NUNN, R. J.; BYERS, D. L.; THOMPSON, J. D.; BAKER, A. M. Pollen pistil interactions and self incompatibility in the Asteraceae: new insights from studies of *Senecio squalidus* (Oxford ragwort). **Annals of Botany**, v. 108, n. 4, p. 687–698, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21752792/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ALMEIDA, V. P.; BUDEL, J. M. Comparative morphoanatomical analysis of *Mikania* species (Asteraceae) used as medicinal plants in Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, p. 178–189, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar>. Acesso em: 19 jan. 2026.

ALMEIDA, V. P. de; MONCHAK, I. T.; COSTA BATISTA, J. V. da; GRAZI, M.; RAMM, H.; RAMAN, V.; BAUMGARTNER, S.; HOLANDINO, C.; MANFRON, J. Investigations on the morpho-anatomy and histochemistry of the European mistletoe: *Viscum album* L. subsp. *album*. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 4604, 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-29799-z>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ANDRADE, E. A. de; MACHINSKI, I.; ALMEIDA, V. P. de; BARR, S. A.; PERERA, W. H.; MANFRON, J.; BELTRAME, F. L.; WILLIAMSON, R. T.; STRANGMAN, W. K. Quality control strategies for differentiation of *Kalanchoe* species. **Phytochemical Analysis**, v. 36, n. 8, p. 2385–2400, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40068695/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ANTUNES, K. A. *et al.* Authentication and quality control of Brazilian medicinal plant drugs: a pharmacognostic approach. **Pharmaceutical Biology**, v. 61, n. 1, p. 112–124, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

ANTUNES, K. A.; MONTEIRO, L. M.; ALMEIDA, V. P.; MONCHAK, I. T.; PERERA, W. H.; HEIDEN, G.; GUARINO, E. S. G.; SANTOS, V. L. P.; FARAGO, P. V.; RAMAN, V.; KHAN, I. A.; MANFRON, J. Authentication and quality control of the Brazilian traditional herb “espinheira santa” (*Monteverdia ilicifolia*) by morpho anatomy and microscopy. **Microscopy and Microanalysis**, v. 29, n. 5, p. 1809–1821, 2023. Disponível em: <https://academic.oup.com/mam/article/29/5/1809/7252910>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ANTUNES, K. A.; RAMAN, V.; PERERA, W. H.; HEIDEN, G.; PONTAROLO, R.; FARAGO, P. V.; KHAN, I. A.; MANFRON, J. Authentication and Quality Control of the Brazilian Traditional Herb ‘Carquejas’ (*Baccharis* Species) Using Morpho Anatomy and Microscopy. **Plants**, v. 13, n. 21, art. 3030, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/21/3030>. Acesso em: 25 fev. 2026.

BALLARD, H. E. *Bidens pilosa* complex (Asteraceae) in North and Central America. **Systematic Botany Monographs**, n. 10, p. 1–86, 1986. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org>. Acesso em: 19 jan. 2026.

BALLARD, H. E. The Compositae: biology and utilization. London: **Academic Press**, 1986.

BARTOLOME, A. P.; VILLASEÑOR, I. M.; YANG, W.-C. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): botanical properties, traditional usage, phytochemistry, pharmacology, and toxicology. **Phytochemistry Reviews**, v. 12, n. 1, p. 1–10, 2013.

BENNETT, B. C.; ALI, I.; AL-SALEH, F. S. Investigation of the essential oils of *Bidens pilosa* var. *minor*, *Bidens alba* and *Flaveria linearis*. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, n. 4, p. 297–300, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Bradey-Bennett/publication/233309923>. Acesso em: 21 jan. 2026.

BERLYN, G. P.; MIKSCHE, J. P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State University Press, 1976.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. 6. ed. Brasília: Anvisa, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 26, de 13 de maio de 2014**. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e o registro e a notificação de produtos tradicionais fitoterápicos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 maio 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 1.004, de 2025**. Dispõe sobre requisitos técnicos e regulatórios para registro, produção e comercialização de fitoterápicos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 2. ed. Brasília: ANVISA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/formulario-fitoterapico>. Acesso em: 18 maio 2026.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria nº 127, de 24 de abril de 2019**. Estabelece normas para o uso sustentável de recursos florestais nativos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 56 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf. Acesso em: 25 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relacao_nacional_plantas_medicinais.pdf. Acesso em: 25 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografia da espécie *Bidens pilosa* (Picão-preto)**. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA, 2015. 73 p. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2017/arquivos/MonografiaBidens.pdf>. Acesso em: 18 maio 2026.

BRINGEL JR., J. B. A.; REIS-SILVA, G. A.; BARBOSA, M. L. *Bidens*. In: FLORA E FUNGA DO BRASIL. Rio de Janeiro: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB103747>. Acesso em: 25 fev. 2026.

BRITO, C. J. F. A.; ALQUINI, Y. A new method for staining botanical material embedded in glycol–methacrylate (GMA). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, n. 4, p. 949–951, 1996.

BUDUMAJJI, U.; ALURI, J. S. R. Pollination ecology of *Bidens pilosa* L. (Asteraceae). **Taiwania**, v. 63, n. 2, p. 89–100, 2018.

CINASAMA. **Plantas medicinais e meio ambiente**. In: Livro Meio Ambiente. 2022. Disponível em: <https://cinasama.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Livro-meio-ambiente-ano-2022-1.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2026.

CRAWFORD, D. J.; MORT, M. E. Phylogeny of Coreopsideae (Asteraceae) inferred from molecular data. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 92, n. 2, p. 352–361, 2005.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**. Parte I – Células e tecidos. 2.ed. São Paulo: Roca, 304 p. 1986.

DILCHER, D. L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. **The Botanical Review**, New York, v. 40, n. 1, p. 1–157, 1974.

DUARTE, M. R.; ESTELITA, M. E. M. Caracteres anatômicos de *Bidens pilosa* L., Asteraceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 15–27, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001107574>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977.

ESSIETT, U. A.; ARCHIBONG, I. A. The taxonomic significance of certain anatomical variation in four genera of Asteraceae. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**, v. 3, n. 5, p. 150–163, 2014. Disponível em: http://www.bepils.com/April_2014/28a.pdf. Acesso em: 25 fev. 2026.

FAHN, A. Plant anatomy. 4. ed. **Oxford: Pergamon Press**, 1990.

FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L. G.; ASCENSÃO, L. **Histoquímica e citoquímica em plantas: princípios e protocolos**. 1. ed. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Centro de Biotecnologia Vegetal, 2007.

FIOCRUZ. Coleção Botânica de Plantas Medicinais (CBPM). Rio de Janeiro: **Fundação Oswaldo Cruz**, 2023. Disponível em: <https://cbpm.fiocruz.br/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Asteraceae. Rio de Janeiro: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2023. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2026.

FOSTER, A. S. **Practical plant anatomy**. Princeton, N.J.; New York: Van Nostrand, 1949.

FRANCESCHI, V. R.; NAKATA, P. A. Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, p. 41–71, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.56.032604.144106>. Acesso em: 25 fev. 2026.

FREIRE, S. E.; KATINAS, L. Leaf epidermal characters and their taxonomic significance in Asteraceae. **The Botanical Review**, New York, v. 67, n. 1, p. 1–29, 2001.

FUNK, V. A. *et al.* Systematics, evolution and biogeography of the Compositae. Vienna: **International Association for Plant Taxonomy**, 2009.

GABE, M. **Techniques histologiques**. Paris: Massie et Cie, 1968.

GARDNER, R. O. Vanillin-hydrochloric acid as a histochemical test for tannin. **Stain Technology**, v. 50, p. 315–317, 1975.

GILBERT, B. *et al.* **Monografias de plantas medicinais brasileiras e aclimatadas**. v. 2. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2022. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/p7jsg/pdf/gilbert-9786557081778.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2026.

GILBERT, B.; ALVES, L. F.; FAVORETO, R. de F. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae; Compositae): monografia. **Revista Fitos**, v. 8, n. 1, p. 1–72, Jan.–Mar. 2013. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/194>. Acesso em: 25 fev. 2026.

GOUDOUM, A. *et al.* Antioxidant activities of essential oil of *Bidens pilosa*. *Food Science & Nutrition*, v. 4, n. 6, p. 1–7, 2016.

GROMBONE GUARATINI, M. T.; SEMIR, J.; SOLFERINI, V. N. Chromosomal studies of three species of *Bidens* L. (Asteraceae). **Caryologia**, v. 59, p. 14–18, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00087114.2006.10797892>. Acesso em: 25 fev. 2026.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; SOLFERINI, V. N.; SEMIR, J. Diversidade e evolução em Asteraceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 641–658, 2004a.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; SOLFERINI, V. N.; SEMIR, J. Reproductive biology in species of *Bidens* L. (Asteraceae). **Scientia Agricola**, v. 61, n. 2, p. 185–189, 2004b. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 10 jan. 2026.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; SOLFERINI, V. N.; SEMIR, J. Sesquiterpene and polyacetylene profile of the *Bidens pilosa* complex. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 33, n. 5, p. 479–486, 2005.

HALL, D. W.; VANDIVER, V. V.; FERRELL, J. A. Common beggar's-tick (hairy beggar's-tick), *Bidens alba* (L.) DC. **Gainesville: University of Florida**, 1991. Disponível em: <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/70/37/00001/FW00500.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2026.

ICHIM, M. C. The DNA based authentication of commercial herbal products reveals their globally widespread adulteration. **Frontiers in Pharmacology**, v. 10, art. 1227, 24 out. 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2019.01227/full>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ICHIM, M. C.; BOOKER, A. Chemical authentication of botanical ingredients: a review of commercial herbal products. **Frontiers in Pharmacology**, v. 12, art. 666850, 15 abr. 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2021.666850/full>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ICHIM, M. C.; HÄSER, A.; NICK, P. Microscopic authentication of commercial herbal products in the globalized market: potential and limitations. **Frontiers in Pharmacology**, v. 11, art. 876, 09 jun. 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2020.00876/full>. Acesso em: 25 fev. 2026.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw: Hill Book, p. 41, 1940.
KIMBALL, R. T.; CRAWFORD, D. J. Phylogenetic relationships within the Coreopsidae (Asteraceae) based on ITS sequences. **Systematic Botany**, Washington, v. 29, n. 4, p. 942–949, 2004.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2014.

KLIDER, L.; MARQUES, A.; MORENO, K.; SILVA, G.; BERTONCELLO, L.; PESSOA, L.; SANTOS, A.; FARIAS, K.; COSTA, C.; SILVA, D.; MANFRON, J.; GASPAROTTO JUNIOR, A. Involvement of the NO-cGMP-K channels pathway in cardioprotective effects of *Baccharis milleflora* in hypertensive rats. **Planta Medica**, v. 92, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/397057448_Involvement_of_the_NO-cGMP-K_Channels_Pathway_in_Cardioprotective_Effects_of_Baccharis_milleflora_in_Hypertensive_Rats. Acesso em: 25 fev. 2026.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. Seropédica, RJ: EDUR, 1997. p. 198.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MACE, M. E.; HOWELL, C. R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany**, v. 52, p. 2423–2426, 1974.

MACHADO, C. D.; SANTOS, V. L. P.; NOVAK, R. S.; KOCH, M. S.; ARCARO, G.; RAMAN, V.; FRANCO, C. R. C.; FARAGO, P. V.; BUDEL, J. M. Contributions of trichome micromorphology to the characterization of species traded as “BOLDO”. **Flora**, v. 279, art. 151827, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151827>. Acesso em: 25 fev. 2026.

MAGENTA, M. A. G. Revisão taxonômica do gênero *Bidens* L. (Asteraceae) no Brasil. **Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 1998.

MANFRON, J. Farmacobotânica: uma ferramenta importante para a detecção de adulterações em matérias-primas vegetais. In: BARATTO, Leopoldo C. A **Farmacognosia no Brasil: memórias da sociedade brasileira de farmacognosia**. Petrópolis, RJ: Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Cap. 12. p. 259-276, 2021.

MEDEIROS, B. J.; SILVA, K. N. Estudo farmacobotânico dos órgãos vegetativos aéreos de *Bidens subalternans* DC. (Asteraceae): folhas e caule. In: **Meio ambiente: os desafios do novo cenário**. Humaitá AM: Cinasama, 2022. Disponível em: <https://cinasama.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Livro-meio-ambiente-ano-2022-1.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2026.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. **Oxford: Clarendon Press**, 1950.

MONCHAK, I. T.; SANTOS, M. C.; KOETZ, M.; RAMAN, V.; APEL, M. A.; HENRIQUES, A. T.; MANFRON, J. Trichome microscopy as a diagnostic tool for species of the Solidago complex: *S. chilensis* and *S. microglossa*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, no. spe, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-SSBFAR-2023230070>. Acesso em: 25 fev. 2026.

MORT, M. E. *et al.* Phylogeny and evolution of the Coreopsideae (Asteraceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v. 48, p. 419–433, 2008.

NAKATA, P. A. Plant calcium oxalate crystal formation, function, and its impact on human health. **Frontiers of Biology**, Beijing, v. 7, n. 3, p. 254–266, 2012. DOI: 10.1007/s11515-012-1224-0. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11515-012-1224-0>. Acesso em: 25 fev. 2026.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, A. B. Fundamentos de farmacobotânica. 2. ed. São Paulo: **Atheneu**, 2009.

ORTEGA, C. A.; MARÍA, A. O. M.; GIANELLO, J. C. Chemical components and biological activity of *Bidens subalternans*, *B. aurea* (Asteraceae) and *Zuccagnia punctata* (Fabaceae). **Molecules**, v. 5, p. 465–467, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/50300465>. Acesso em: 26 fev. 2026.

PALHARES, R. M.; BARATTO, L. C.; SCOPEL, M.; MÜGGE, F. L. B.; BRANDÃO, M. G. L. Medicinal plants and herbal products from Brazil: how can we improve quality? **Frontiers in Pharmacology**, Lausanne, v. 11, p. 606623, 2021.

PAMPLONA, J. P. *et al.* Seed germination of *Bidens subalternans* DC. exposed to different environmental factors. **PLoS ONE**, v. 15, n. 5, e0233228, 2020. Disponível em: <https://journals.plos.org>. Acesso em: 18 jan. 2026.

PIRANI, J. R. Asteraceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2015.

POWO. Asteraceae Bercht. & J.Presl **Royal Botanic Gardens**, Kew. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:319342-2>. Acesso em: 25 fev. 2026a.

POWO. *Bidens alba* (L.) DC. **Royal Botanic Gardens**, Kew. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:184711-1>. Acesso em: 25 fev. 2026b.

POWO. *Bidens* L. **Royal Botanic Gardens**, Kew. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:60433909-2>. Acesso em: 25 fev. 2026c.

POWO. *Bidens pilosa* L. **Royal Botanic Gardens**, Kew. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:32564-2>. Acesso em: 25 fev. 2026d.

POWO. *Bidens subalternans* DC. **Royal Botanic Gardens**, Kew. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:185264-1>. Acesso em: 25 fev. 2026e.

RAESKI, P. A.; HEIDEN, G.; NOVATSKI, A.; RAMAN, V.; KHAN, I. A.; MANFRON, J. Calcium oxalate crystal macropattern and its usefulness in the taxonomy of *Baccharis* (Asteraceae). **Microscopy Research and Technique**, v. 86, n. 7, p. 862–881, jul. 2023. DOI: 10.1002/jemt.24363. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37248646/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biology of plants**. 8. ed. New York: W. H. Freeman, 2013.

ROLNIK, A.; OLAS, B. The plants of the Asteraceae family as agents in the protection of human health. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 22, n. 6, p. 3009, 2021.

RYDING, O.; BREMER, K. Phylogeny of the Asteraceae: cladistic analysis and its implications. **Plant Systematics and Evolution**, Viena, v. 182, p. 1–15, 1992.

SÁ, R. D.; SILVA, F. R.; RANDAU, K. P. Caracterização farmacobotânica de *Bidens pilosa* L. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 349–357, 2017. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/1375>. Acesso em: 25 fev. 2026.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. 2. ed. Ames: Iowa State College, 1951.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira. 3. ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2012.

TADESSE, M. *et al.* Phylogenetic relationships within the tribe Heliantheae (Asteraceae) based on morphological data. **Plant Systematics and Evolution**, Viena, v. 197, p. 17–31, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2024.

TAYLOR, L. Chemistry and pharmacology of *Bidens pilosa*: an overview. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 151, n. 3, p. 1267–1276, 2014.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Processo de obtenção de composição fitoterápica antineoplásica a base de extrato vegetal de *Bidens alba* e composição fitoterápica antineoplásica a base de extrato vegetal de *Bidens alba*. Depositante: **UNICAMP/Agência Inova**. Número do registro INPI: PI 0505714-0. Depósito: 2005. Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/papi-nuplitec/212/processo-de-obtencao-de-composicao-fitoterapica-antineoplasica-a-base-de-extrato-vegetal-de-bidens-a/>. Acesso em: 18 maio 2026.

UPTON, R.; GRAFF, A.; JOLLIFFE, G.; LÄNGER, R.; WILLIAMSON, E. Microscopic characterization of botanical medicines. **American Herbal Pharmacopoeia: Botanical Pharmacognosy**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519–528, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010040422005000300026>. Acesso em: 25 fev. 2026.

VENTRELLA, M. C.; ALMEIDA, A. L.; NERY, L. A.; COELHO, V. P. M. Métodos histoquímicos aplicados às sementes. **Viçosa**: Universidade Federal de Viçosa, 2013.

VERDAM, M. C. S.; SILVA, C. B. da. O estudo de plantas medicinais e a correta identificação botânica. **Visão Acadêmica**, v. 11, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/21347>. Acesso em: 24 fev. 2026.

YANG, W. C. Botanical, pharmacological, phytochemical, and toxicological aspects of the antidiabetic plant *Bidens pilosa* L. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, [S.l.], v. 2014, p. 698617, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/69861>. Acesso em: 17 mar. 2026.

YODER, L. R.; MAHLBERG, P. G. Reactions of alkaloid and histochemical indicators in laticifers and specialized parenchyma cells of *Catharanthus roseus* (Apocynaceae). **American Journal of Botany**, v. 63, n. 9, p. 1167–1173, 1976. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2441734>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ZANLORENZI, L. P.; MACHADO, C. D.; SANTOS, L. V.; MONTEIRO, L. M.; RAMAN, V.; GASPAROTTO JUNIOR, A.; FORMAGIO, A. S. N.; BUSSADE, J.; MANFRON, J. Leaf epidermal features for differentiating *Cecropia pachystachya* Trécul from its adulterant *Tetrapanax papyrifer* (Hook.) K. Koch. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, no. spe, e23230317, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/16784324ssbfar2023230317>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ZHANG, K.; LI, X.; WANG, Y.; CHEN, H. Achene heteromorphism in *Bidens pilosa*. **Acta Botanica Gallica**, v. 168, p. 123–134, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6545624/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ZHANG, L. *et al.* Recent advances in the systematics of the tribe Coreopsideae (Asteraceae). **South African Journal of Botany**, v. 157, p. 109-120, 2023.