

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

PAOLA APARECIDA RAESKI

CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA DE CRISTAIS DE *Baccharis*  
(ASTERACEAE): UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A DIFERENCIAÇÃO DAS  
ESPÉCIES

PONTA GROSSA  
2020

PAOLA APARECIDA RAESKI

CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA DE CRISTAIS DE *Baccharis*  
(ASTERACEAE): UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A DIFERENCIAÇÃO DAS  
ESPÉCIES

Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Jane Manfron Budel

Coorientadora: Profa. Dra. Andressa Novatski

PONTA GROSSA  
2020

R135 Raeski, Paola Aparecida  
Caracterização microscópica de cristais de *Baccharis* (Asteraceae): uma contribuição para a diferenciação das espécies / Paola Aparecida Raeski. Ponta Grossa, 2020.  
143 f.

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

Orientadora: Profa. Dra. Jane Manfron Budel.  
Coorientadora: Profa. Dra. Andressa Novatski.

1. Anatomia. 2. Cristais. 3. Oxalato de cálcio. 4. Morfologia. 5. Controle de qualidade. I. Budel, Jane Manfron. II. Novatski, Andressa. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atenção Interdisciplinar em Saúde. IV.T.

CDD: 611

PAOLA APARECIDA RAESKI

**CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA DE CRISTAIS DE *Baccharis*  
(ASTERACEAE): UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A DIFERENCIAÇÃO DAS  
ESPÉCIES**

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

Ponta Grossa, 19 de fevereiro de 2020.



Profa. Dra. Jane Mianfron Budel - Orientadora

Doutora em Ciências Farmacêuticas

Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Gustavo Heiden

Doutor em Boânica

Embrapa Clima Temperado



Profa. Dra. Inês Janete Mattozo Takeda

Doutora em Botânica

Universidade Estadual de Maringá

Dedico a Deus pela força e sabedoria. Aos meus pais Jorge e Maria que sempre me incentivaram nos estudos e a sonhar alto. Aos meus amigos que me apoiaram. Ao meu namorado Lucas Andrey que dedicou parte do seu tempo e algumas noites sem dormir para me ajudar e em todos os momentos foi parte da minha calma para continuar.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me dado sustento, força e sabedoria até o momento.

À Profa. Dra. Jane Manfron Budel pelo incentivo à pesquisa desde o início da graduação e até agora no mestrado. Pelas ideias, apoio e ânimo em alguns momentos de nervosismo. Por ser orientadora e amiga.

À Profa. Dra. Andressa Novatski, pela ajuda e apoio enquanto a profa. Jane esteve fora. Pelo apoio e conhecimentos passados.

À minha mãe Maria Raeski, pelo exemplo de força, dedicação e fé para conquistar sempre o que almejamos. Pelo carinho e cuidado nas noites que passei em claro.

Ao meu pai Jorge L. F. Januário por sempre me incentivar nos estudos e a alcançar lugares altos. Por me apoiar e acalmar nos momentos de nervosismo.

Ao meu namorado Lucas Andrey, pelas noites em claro me fazendo companhia. Pelo apoio, incentivo, orações e calma quando tudo parecia estar confuso.

Aos meus sogros Nadia M. F. da Silva e Devanil P. da Silva pelo incentivo e apoio aos estudos.

À minha cunhada Evanyse Palhano pelo incentivo e puxões de orelha para focar na dissertação.

À Heloisa Lirani Emilio e sua mãe Juliane Lirani Emilio, pela amizade, companheirismo e incentivo.

Aos meus pastores, Miss. Adriana Jamier e Pr. João Jamier, pelas orações, apoio e por todas as palavras de ânimo e coragem para conquistar meus objetivos.

À Pr. Michele Noviski Silva e Pr. Natanael Silva pela amizade, orações, risadas e incentivo a conquistar além.

À Luciane Mendes Monteiro, técnica do Laboratório de Farmacognosia, pelo apoio, amizade e por auxiliar com os materiais necessários durante a pesquisa.

À Elizabete Munhoz, técnica do Laboratório de Farmacotécnica, pela amizade, incentivo e risadas durante o decorrer do mestrado.

À Vanessa Chagury, pela dedicação e atenção no processamento das amostras para as análises pelo C-LABMU. Pela troca de informações e simpatia.

Ao Gustavo Heiden por fornecer as amostras e colaborar com a pesquisa esclarecendo dúvidas.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde e a CAPES que tornaram possível esta pesquisa.

Ao C-LABMU pelo processamento e análise das amostras.

A Universidade de Oxford, Mississippi, especialmente ao Dr. Vijayasankar Raman pelo apoio e auxílio à pesquisa.

À Banca examinadora que se dispôs e aceitou o convite para avaliar o trabalho.

A todos os familiares e amigos que auxiliaram de alguma forma para a execução desse trabalho.

O temor do Senhor é a instrução da sabedoria, e a humildade precede a honra. O coração do homem pode fazer planos, mas a resposta certa dos lábios vem do Senhor. Confia ao Senhor as tuas obras, e os teus desígnos serão estabelecidos. Quanto melhor é adquirir a sabedoria do que o ouro! E mais excelente, adquirir a prudência do que a prata!

(Provérbios 15:33; Provérbios 16:1;3;16)



## RESUMO

A presença de cristais inorgânicos em plantas é muito comum, sendo encontrados principalmente na forma de oxalato de cálcio. São várias as funções atribuídas à produção dos cristais, desde a manutenção do equilíbrio iônico, defesa contra herbívoros e até mesmo suporte e rigidez de tecidos. Os cristais podem variar consideravelmente em forma e localização de espécie para espécie, sugerindo que esses passam por controle genético, constituindo assim caracteres de identificação e classificação de espécies. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar cerca de 10% de espécies de *Baccharis* (44 espécies) a fim de diferenciá-las por meio da presença, da morfologia e da composição química dos cristais, fornecendo subsídios farmacobotânicos para a diferenciação e identificação destas espécies. Foram realizadas análises por microscopia de polarização, microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (MEV-FEG), espectrometria por dispersão de raios-X (EDS) e espectroscopia RAMAN. Dentre as espécies analisadas, 42 apresentaram cristais nas formas bipiramidais, cuneiformes, tipo seta, estiloides, drusas, piramidais, tabulares e areia cristalina, bem como formas ainda não descritas na literatura, como o tipo giroédrico, prismático trigonal e areia cristalina do tipo gravata borboleta. De um modo geral cada espécie apresentou um subconjunto de cristais específico, possibilitando a diferenciação das espécies. Algumas seções do gênero apresentaram um padrão cristalino, como foi o caso das seções *Aphyllae*, *Angustifoliae*, *Oblongifoliae*, *Racemosae*, *Canecentes*, *Agglomeratae* e *Tarchonanthoides*, onde as espécies compreendidas em cada seção demonstraram ao menos um morfotipo cristalino semelhante para aquela seção. As análises de EDS mostraram picos de cálcio, carbono e oxigênio, indicando a composição química de oxalato de cálcio, enquanto que a espectroscopia RAMAN demonstrou a presença de cristais, tanto monohidratados, observados em cristais considerados do sistema monocíclico como é o caso dos estiloides, quanto dihidratados, observados em cristais do sistema tetragonal, a exemplo dos bipiramidais. Verificou-se que o conjunto de morfotipos cristalinos presentes nas espécies de *Baccharis* permitem a diferenciação e a identificação das espécies analisadas, demonstrando importância para a taxonomia e para a diagnose de drogas vegetais.

**Palavras-chave:** Anatomia, Cristais, Oxalato de cálcio, Morfologia, Controle de qualidade.

## ABSTRACT

The presence of inorganic crystals in plants is very common, being found mainly in the form of calcium oxalate. There are several functions attributed to the production of crystals, from the ionic balance maintenance, protection against herbivores and even support and rigidity of tissues. Crystals can vary considerably in shape and location from species-specific, suggesting that they go through genetic control, thus constituting species identification and classification characters. Thus, the present work aimed to analyze about 10% of *Baccharis* species (44 species) in order to differentiate them through the presence, morphology and chemical composition of the crystals, providing pharmacobotanical subsidies for the differentiation and identification of these species. Analyses were performed by polarized light microscopy, scanning electron microscope with emission gun (SEM-FEG), x-ray energy dispersive system (EDS) and RAMAN spectroscopy. Among the species analyzed, 42 presented crystals bipyramidal, cuneiform, arrow, styloid, druses, pyramidal, tabular and crystals sands, as well as forms not yet described in the literature, such as gyrohedral, prismatic trigonal and crystals sand butterfly-tie typ. In general, each species presented a specific subset of crystals, allowing the differentiation of the species. Some sections of the genus presented a crystalline pattern, such as *Aphyllae*, *Angustifoliae*, *Oblongifoliae*, *Racemosae*, *Canecentes*, *Agglomeratae* and *Tarchonanthoides*, where the species included in each section showed at least a similar crystalline morphotype for that section. The analyses of EDS showed peaks of calcium, carbon and oxygen, indicating the chemical composition of calcium oxalate, while the RAMAN spectroscopy demonstrated the presence of crystals, both monohydrate, observed in crystals considered of the monocyclic system, such as styloids, and dihydrate, observed in crystals of the tetragonal system, such as bipyramidal crystals. It was verified that the set of crystalline morphotypes present in the *Baccharis* species allow the differentiation and identification of the analyzed species, demonstrating importance for taxonomy and for the diagnosis of plant drugs.

**Keywords:** Anatomy, Crystals, Calcium oxalate, Morphology, Quality control.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- Representação ilustrativa de um cristal Bipiramidal tipo 1 (bp1) .....	51
FIGURA 2	- Representação ilustrativa de um cristal Bipiramidal tipo 2 (bp2) .....	52
FIGURA 3	- Representação ilustrativa de um cristal Bipiramidal tipo 3 (bp3) .....	53
FIGURA 4	- Representação ilustrativa de um cristal giroédrico (ge) .....	54
FIGURA 5	- Representação ilustrativa de um cristal do tipo cuneiforme (cn) .....	54
FIGURA 6	- Representação ilustrativa de um cristal do tipo seta (se) ....	55
FIGURA 7	- Representação ilustrativa de um cristal do tipo estiloide (es) .....	57
FIGURA 8	- Representação ilustrativa de cristal do tipo drusa (dr) .....	58
FIGURA 9	- Representação ilustrativa de cristal Piramidal tipo 1 (pm1)..	60
FIGURA 10	- Representação ilustrativa de cristal Piramidal tipo 2 (pm2)..	60
FIGURA 11	- FIGURA 11 – Representação ilustrativa de um cristal Prismático Trigonal (pt) .....	61
FIGURA 12	- Representação ilustrativa de um cristal tabular (tb) .....	62
FIGURA 13	- Representação ilustrativa dos tipos de areia cristalina .....	63
FIGURA 14	- <i>B. oblongifolia</i> e <i>B. tarchonanthoides</i> .....	65
FIGURA 15	- <i>B. acaulis</i> .....	66
FIGURA 16	- <i>B. aliena</i> .....	67
FIGURA 17	- <i>B. aliena</i> .....	68
FIGURA 18	- <i>B. aphylla</i> .....	69
FIGURA 19	- <i>B. arguta</i> .....	70
FIGURA 20	- <i>B. articulata</i> MEV .....	71

FIGURA 21	- <i>B. articulata</i> Luz polarizada .....	72
FIGURA 22	- <i>B. boliviensis</i> .....	73
FIGURA 23	- <i>B. caespitosa</i> .....	74
FIGURA 24	- <i>B. ciliata</i> .....	75
FIGURA 25	- <i>B. conyzoides</i> .....	76
FIGURA 26	- <i>B. coridifolia</i> .....	77
FIGURA 27	- <i>B. curitybensis</i> .....	78
FIGURA 28	- <i>B. dracunculifolia</i> .....	79
FIGURA 29	- <i>B. dubia</i> .....	80
FIGURA 30	- <i>B. genistelloides</i> .....	81
FIGURA 31	- <i>B. glomeruliflora</i> .....	82
FIGURA 32	- <i>B. gnaphalioides</i> .....	83
FIGURA 33	- <i>B. helicrysoide</i> .....	84
FIGURA 34	- <i>B. ilinita</i> .....	85
FIGURA 35	- <i>B. linearifolia</i> .....	86
FIGURA 36	- <i>B. macrophylla</i> .....	87
FIGURA 37	- <i>B. megapotamica</i> .....	88
FIGURA 38	- <i>B. microdonta</i> .....	89
FIGURA 39	- <i>B. potrerillana</i> .....	90
FIGURA 40	- <i>B. nitida</i> MEV .....	91
FIGURA 41	- <i>B. nitida</i> Luz polarizada .....	92
FIGURA 42	- <i>B. paniculata</i> .....	93
FIGURA 43	- <i>B. patens</i> .....	94
FIGURA 44	- <i>B. pauciflosculosa</i> .....	95

FIGURA 45	- <i>B. platypoda</i> .....	96
FIGURA 46	- <i>B. pluricapitulata</i> .....	97
FIGURA 47	- <i>B. polifolia</i> .....	98
FIGURA 48	- <i>B. punctulata</i> .....	99
FIGURA 49	- <i>B. racemosa</i> .....	100
FIGURA 50	- <i>B. reticularioides</i> .....	101
FIGURA 51	- <i>B. salicifolia</i> .....	102
FIGURA 52	- <i>B. sphenophylla</i> .....	103
FIGURA 53	- <i>B. thymifolia</i> .....	104
FIGURA 54	- <i>B. tridentata</i> .....	105
FIGURA 55	- <i>B. trinervis</i> .....	106
FIGURA 56	- <i>B. ulicina</i> .....	107
FIGURA 57	- <i>B.umbelliformis</i> .....	108
FIGURA 58	- <i>B. uncinella</i> .....	109
FIGURA 59	- <i>B. wagenitzii</i> .....	110
FIGURA 60	- EDS dos cristais analisados em <i>Baccharis</i> .....	131
FIGURA 61	- RAMAN dos cristais analisados no caule das espécies .....	133
QUADRO 1	- Divisão Infragenérica Das Espécies Estudadas Segundo Heiden (2019) .....	23
QUADRO 2	- Informações Sobre As Espécies De <i>Baccharis</i> .....	43
QUADRO 3	- Distribuição dos morfotipos cristalinos nas espécies de <i>Baccharis</i> .....	112
QUADRO 4	- Padrões cristalinos das seções em comum de <i>Baccharis</i> spp. ....	124

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	16
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	19
3.1	Plantas Medicinais	19
3.2	Família Asteraceae	20
3.3	Gênero <i>Baccharis</i> L	21
3.4	Espécies de <i>Baccharis</i> Amostradas	25
3.4.1	<i>Baccharis acaulis</i> (Wedd. Ex Sch. Bip) Cabrera	25
3.4.2	<i>Baccharis aliena</i> (Spreng.) Joch.Müll.	26
3.4.3	<i>Baccharis aphylla</i> (Vell.) DC.	26
3.4.4	<i>Baccharis arguta</i> Hook. & Arn.	26
3.4.5	<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers	27
3.4.6	<i>Baccharis boliviensis</i> (Wedd.) Cabrera	27
3.4.7	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers	27
3.4.8	<i>Baccharis ciliata</i> Gardner	28
3.4.9	<i>Baccharis conyzoides</i> (Less.) DC	28
3.4.10	<i>Baccharis coridifolia</i> DC	28
3.4.11	<i>Baccharis curitybensis</i> Heering ex Malme	29
3.4.12	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	29
3.4.13	<i>Baccharis dubia</i> Deble & A.S.Oliveira	30
3.4.14	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers	30

3.4.15	<i>Baccharis glomeruliflora</i> Pers. ....	31
3.4.16	<i>Baccharis gnaphalioides</i> Spreng. ....	31
3.4.17	<i>Baccharis helicyroides</i> DC. ....	31
3.4.18	<i>Baccharis illinita</i> DC. ....	32
3.4.19	<i>Baccharis linearifolia</i> (Lam.) Pers. ....	32
3.4.20	<i>Baccharis macrophylla</i> Dusén ....	32
3.4.21	<i>Baccharis megapotamica</i> Spreng. ....	33
3.4.22	<i>Baccharis microdonta</i> DC. ....	33
3.4.23	<i>Baccharis potrerillana</i> (Ariza) G.Heiden ....	33
3.4.24	<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers. ....	34
3.4.25	<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. ....	34
3.4.26	<i>Baccharis paniculata</i> DC. ....	34
3.4.27	<i>Baccharis patens</i> Baker ....	35
3.4.28	<i>Baccharis pauciflosculosa</i> DC. ....	35
3.4.29	<i>Baccharis platypoda</i> DC. ....	35
3.4.30	<i>Baccharis pluricapitulata</i> (Deble) G.Heiden ....	36
3.4.31	<i>Baccharis polifolia</i> Griseb. ....	36
3.4.32	<i>Baccharis punctulata</i> DC. ....	36
3.4.33	<i>Baccharis racemosa</i> (Ruiz & Pav.) DC. ....	37
3.4.34	<i>Baccharis reticularioides</i> Deble & A.S.Oliveira ....	37
3.4.35	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. ....	37
3.4.36	<i>Baccharis sphenophylla</i> Dusén ex Malme ....	38
3.4.37	<i>Baccharis tarchonanthoides</i> DC. ....	38
3.4.38	<i>Baccharis thymifolia</i> Hook. & Arn. ....	38

3.4.39	<i>Baccharis tridentata</i> Vahl .....	39
3.4.40	<i>Baccharis trinervis</i> Pers. ....	39
3.4.41	<i>Baccharis ulicina</i> Hook. & Arn. ....	39
3.4.42	<i>Baccharis umbelliformis</i> DC. ....	40
3.4.43	<i>Baccharis uncinella</i> DC. ....	40
3.4.44	<i>Baccharis wagenitzii</i> (F.H.Hellw.) Joch.Müll. ....	40
3.5	Cristais Em Espécies Vegetais .....	41
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>43</b>
4.1	Material Vegetal .....	43
4.2	Microscopia De Luz Polarizada (LP) .....	47
4.3	Microscopia Eletrônica De Varredura (MEV) .....	48
4.4	Espectroscopia De Raios X Por Energia Dispersiva (EDS) .....	48
4.5	Espectroscopia RAMAN .....	48
4.6	Descrição Dos Cristais .....	49
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>50</b>
5.1	Caracterização Dos Cristais Encontrados Em <i>Baccharis</i> .....	50
5.1.1	<i>Cristais bipiramidais</i> .....	50
5.1.2	<i>Cristais giroédricos</i> .....	53
5.1.3	<i>Cristais cuneiformes</i> .....	54
5.1.4	<i>Cristais do tipo seta</i> .....	55
5.1.5	<i>Cristais estiloides</i> .....	56
5.1.6	<i>Cristais do tipo drusa</i> .....	58
5.1.7	<i>Cristais piramidais</i> .....	59
5.1.8	<i>Cristal prismático trigonal</i> .....	61



5.1.9	<i>Cristais tabulares</i>	61
5.1.10	<i>Areia cristalina</i>	62
5.2	Espectroscopia De Raios X Por Energia Dispersiva	130
5.3	Espectroscopia RAMAN	132
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>135</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>136</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Muitas espécies de plantas produzem cristais intracelulares, os quais são inorgânicos e podem ser encontrados em quase todos os órgãos de uma planta e em quase todos os tipos de tecido. Eles cristalizam em formas ou morfotipos característicos, os quais são muito importantes para a diagnose de espécies vegetais, bem como para a diferenciação e caracterização. A forma cristalográfica exata desses cristais é determinada através de comparações dos ângulos, porém há uma grande dificuldade na determinação das formas, o que faz com que muitos termos técnicos e não técnicos sejam utilizados para descrever os cristais. Em geral a forma que o cristal assume pode variar consideravelmente de espécie para espécie, como também a sua localização, entretanto estas formas ou até mesmo as combinações de várias delas são características da espécie, ou até mesmo de um grupo taxonômico, de modo a servir como um critério de classificação e identificação (AL-RAIS; MYERS; WATSON, 1971; UPTON et al., 2011; RAMAN et. al, 2014)

As composições químicas mais comuns nos cristais, em plantas, são de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e oxalato de cálcio ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ). Os cristais de carbonato de cálcio apresentam-se como concreções irregulares, amorfos, que em geral ocorrem na epiderme das espécies, como em espécies de Acanthaceae, Curcubitaceae, Moraceae e Urticaceae ou na base de tricomas como em *Cannabis sativa* L. Já os cristais de oxalato de cálcio são birrefringentes e possuem um formato bem delimitado, podem ser encontrados em diversos tecidos e órgãos da planta, sendo mais comuns nos vacúolos celulares (RAMAN et al., 2014; RAMAN et al., 2017; CAPACIO; BELONIAS, 2018).

Diversas famílias botânicas apresentam cristais de oxalato de cálcio, como é o caso de Aquifoliaceae, Melastomataceae, Arecaceae, Piperaceae, Asteraceae, dentre outras, porém a maioria dos autores se refere aos cristais como um achado e não um marcador anatômico que auxilie na diferenciação e até mesmo identificação da espécie (NAVARRO et al., 2007; CASSIANO et al., 2010; ARAÚJO et al., 2013; SILVA et al., 2014; BOBEK et. al, 2015).

O gênero *Baccharis* L. (Asteraceae) possui várias espécies conhecidas popularmente como carqueja, as quais são plantas com caules ou cladódios alados, e outras conhecidas como vassouras, plantas sem caule alado, utilizadas na

medicina tradicional como digestiva, hepatoprotetora, diurética, febrífuga, analgésica e anti-inflamatória. Muitas espécies do gênero já foram relatadas com propriedades medicinais comprovadas como *Baccharis microdonta* a qual demonstrou atividade antibacteriana contra *Salmonella typhi* e atividade anti-inflamatória, ou *Baccharis pauciflosculosa* com atividade antimicrobiana. Entretanto muitas espécies do gênero possuem semelhanças morfológicas que dificultam a identificação de amostras fragmentadas ou incompletas, como é o caso de *Baccharis trimera* geralmente confundida com *Baccharis crispa*, *Baccharis microcephala* e *Baccharis junciformis*, devido a isso estudos morfoanatômicos têm sido desenvolvidos com o intuito de diminuir as dúvidas resultantes na identificação dessas espécies. Dentro desses estudos marcadores anatômicos têm sido evidenciados como forma de auxiliar na identificação de *Baccharis* como é o caso da presença de tricomas tectores, glandulares, flagiliformes, a presença e o tipo dos estômatos, a epiderme e as paredes celulares, dentre outras características (PEREZ; ANESINI, 1994; MULLER, 2006; FREIRE et al., 2007; SOARES et al., 2012; JASINSKI et al., 2014; BUDEL et al., 2015; BUDEL et al. 2018).

Vários autores já evidenciaram a presença de cristais nas espécies de *Baccharis*, entretanto não há nenhum estudo caracterizando o gênero de forma ampla e com uma amostragem orientada pela diversidade filogenética do gênero, realizando a diferenciação das espécies e caracterização das principais linhagens do gênero através da morfologia dos cristais (JASINSKI et al., 2014; BOBEK et al., 2015; BOBEK et al., 2016; BUDEL et al., 2018).

Considerando que muitas espécies de *Baccharis* são morfológicamente similares e utilizadas na medicina tradicional com finalidades terapêuticas, o presente estudo objetivou determinar o padrão de cristais no gênero, bem como promover a diferenciação das espécies utilizando a morfologia e localização dos cristais presentes.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Caracterizar o gênero *Baccharis* e diferenciar espécies de aproximadamente 40 linhagens filogenéticas distintas, por meio da tipologia dos cristais, bem como pela localização na planta e composição química, a fim de fornecer subsídios farmacobotânicos que auxiliem na diferenciação destas espécies.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as seguintes espécies de *Baccharis* pela presença e tipos de cristais: *B. acaulis* (Wedd. ex Sch.Bip) Cabrera, *B. aliena* (Spreng.) Joch.Müll., *B. aphylla* (Vell.) DC., *B. arguta* Hook. & Arn., *B. articulata* (Lam.) Pers., *B. boliviensis* (Wedd.) Cabrera, *B. caespitosa* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. ciliata* Gardner, *B. conyzoides* (Less.) DC., *B. coridifolia* DC., *B. curitybensis* Heering ex Malme, *B. dracunculifolia* DC., *B. dubia* Deble & A.S.Oliveira, *B. genistelloides* (Lam.) Pers., *B. glomeruliflora* Pers., *B. gnaphalioides* Spreng., *B. helicyroides* DC., *B. illinita* DC., *B. linearifolia* (Lam.) Pers., *B. macrophylla* Dusén, *B. megapotamica* Spreng., *B. microdonta* DC., *B. nitida* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. oblongifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. paniculata* DC., *B. patens* Baker, *B. pauciflosculosa* DC., *B. platypoda* DC., *B. pluricapitulata* (Deble) G. Heiden, *B. polifolia* Griseb., *B. potrerillana* (Ariza) G.Heiden, *B. punctulata* DC., *B. racemosa* (Ruiz & Pav.) DC., *B. reticularioides* Deble & A.S.Oliveira, *B. salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. sphenophylla* Dusén ex Malme, *B. tarchonanthoides* DC., *B. thymifolia* Hook. & Arn., *B. tridentata* Vahl, *B. trinervis* Pers., *B. ulicina* Hook. & Arn., *B. umbelliformis* DC., *B. uncinella* DC., *B. wagenitzii* (F.H.Hellw.) Joch.Müll.
- Analisar a composição química elementar dos cristais;
- Determinar a localização dos cristais considerando as partes vegetativas aéreas;
- Diferenciar as espécies utilizando a localização e morfologia dos cristais.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Plantas Medicinais

À medida que o tempo foi passando os produtos de origem vegetal serviram de base para o tratamento das mais diversas doenças, seja de forma tradicional passando informações sobre a capacidade medicinal de determinada planta por gerações, ou pela utilização de espécies como fonte de extração de moléculas e formação de novos fármacos. Grande parte dos fármacos empregados atualmente provém de uma fonte de produtos naturais, sendo principalmente de plantas. O fato de possuir uma indicação medicinal, de plantas utilizadas pela população para algum tratamento, auxilia no processo de desenvolvimento de um novo fármaco, já que, os pesquisadores dispõem da indicação de uma possível atividade biológica, encurtando parte do percurso da pesquisa (FUNARI; FERRO, 2005).

Neste contexto entra a Farmacognosia que tem como finalidade estudar os princípios ativos de origem naturais, tanto animal como vegetal, a fim de auxiliar no desenvolvimento de novos fármacos, bem como garantir a qualidade do produto. Consiste na pesquisa de novas plantas medicinais, buscando isolar princípios ativos, verificar sua atividade farmacodinâmica, identificar e diferenciar espécies, garantir o controle de qualidade da droga vegetal, dentre outros. Sua interface se faz interdisciplinar no relacionamento íntimo com a Botânica, Genética, Zoologia, Física e Química, bem como se relaciona com as áreas da Biologia Marinha, Etnobotânica, Antropologia, Fitoquímica, Fitoterapia, Farmácia Clínica, Agronomia, Farmacotécnica, Química Farmacêutica, dentre outras (OLIVEIRA; AKISUE; AKISUE, 1998; FRITZEN; DUTRA; CRIVELLI, 2016).

A identificação morfológica minuciosa de drogas vegetais tem importância no que tange a respeito do controle de qualidade, visto que este abrange todas as etapas da produção de drogas vegetais, desde a seleção da espécie, o cultivo, coleta, limpeza, até questões de embalagem e armazenamento. Nos últimos anos o setor de fitoterápicos e plantas medicinais teve um crescimento significativo, aumentando o valor comercial desse mercado e crescendo o número de empresas que disponibilizam esse serviço, conseqüentemente aumentou também a preocupação com as questões de segurança, eficácia e qualidade dos produtos

comercializados. Há casos onde as drogas vegetais passam por adição de espécies semelhantes, ou até mesmo outros materiais, com a intenção de dar mais volume à matéria prima que será disponibilizada, acarretando em maior lucro para a empresa, porém, tornando a matéria prima vegetal de má qualidade (SHARMA et. al, 2008; REYNERTSON; MAHMOOD, 2015).

Em 2006 o Ministério da Saúde incluiu a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde (SUS) inserindo a utilização de plantas medicinais e a fitoterapia nessas práticas integrativas através da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), a qual foi criada com o intuito de garantir o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos por parte da população (MS, 2016).

Tendo em vistas estas políticas e todo cuidado com relação a efeitos indesejados provenientes do uso incorreto das plantas medicinais tem se tornado primordial o investimento na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, a fim de encontrar fármacos de origem vegetal que possuam efeito medicinal, bem como tecnologias que auxiliem na identificação e diferenciação correta das mais diversas plantas medicinais (CARVALHO; SILVEIRA, 2010).

### 3.2 Família Asteraceae

A família Asteraceae compreende uma das maiores famílias de plantas com flores, representando cerca de 10% do total da flora das Angiospermas. Possui cerca de 24.000 espécies, sendo que no Brasil ocorrem aproximadamente 2.100 espécies, distribuídas em 290 gêneros. Ocorre por todo o Brasil, do norte ao sul, desde a caatinga, campos de altitude, cerrado, florestas, restingas, floresta amazônica, vegetação aquática, vegetação sobre afloramentos rochosos, dentre outras (ROQUE; TELES; NAKAJIMA, 2017).

É representada por arbustos, subarbustos e raramente por árvores, ou lianas. São de ambientes geralmente terrestres, mas alguns casos podem ocorrer em ambientes aquáticos. Possuem caule geralmente cilíndrico, podendo apresentar ramos alados, os cladódios. As folhas variam de inteiras a ligeiramente dentadas, podendo ser alternadas, verticiladas ou opostas, as quais podem possuir tricomas tectores ou glandulares, sendo estes últimos secretores de óleos essenciais, bem

como dutos secretores presentes no tecido foliar e caulinar (BOBEK et al., 2016; BUDEL et al., 2018).

Várias espécies são utilizadas na medicina popular, na indústria alimentícia, na indústria farmacêutica, cosmética e até mesmo ornamental. Entretanto, muitas espécies necessitam de estudos taxonômicos (DILLON, 1980; TELES, 2008).

### 3.3 Gênero *Baccharis* L.

O gênero *Baccharis* compreende aproximadamente 440 espécies as quais estão distribuídas nas regiões das Américas, desde o Canadá até a região sul da América do Sul, constituindo numerosas formações vegetacionais. Os principais centros de diversidades do gênero se encontram nas regiões dos Andes e nas regiões montanhosas do Uruguai, sudeste do Brasil e leste do Paraguai. A grande concentração de espécies na região do Brasil e dos Andes é indicativa de que esta área seja o provável centro de origem do gênero. No Brasil ocorrem 179 espécies distribuídas em quase todos os estados do país, exceto Amapá (BUDEL et al., 2005; MULLER, 2006; HEIDEN et al., 2019; REFLORA, 2019).

A importância do gênero está caracterizada economicamente por sua utilização na medicina tradicional, no combate à erosão, na utilização ocasional como plantas ornamentais, bem como importância ecológica na formação de habitats para diferentes espécies de insetos, além de ser uma das principais fontes botânicas para a produção de própolis, a exemplo de *B. dracunculifolia*, principal origem botânica do própolis verde. Porém algumas espécies podem ser vistas como pragas por causarem intoxicação ao gado e serem de difícil eliminação das pastagens reduzindo a área disponível para forrageamento do gado (BUDEL et al., 2005; PANIS, 2008; SFORCIN et al., 2012).

A maior parte das espécies do gênero tem porte arbustivo, variando de 0,5 a 4 m de altura, são espécies geralmente ramificadas, com o caule e ramos cilíndricos, podendo variar de áfilos (folhas atrofiadas) ou folhosos. Quando há presença de folhas estas são geralmente alternadas e variáveis na forma e tamanho, com texturas papirácea (espessura mais mediana), membranácea (mais finas, lembrando a consistência de uma membrana), ou coriácea (espessas, rígidas, mas flexíveis

lembrando a consistência de couro), quanto à nervura podem ser uninérveas (com uma nervura visível) a trinérveas (com três nervuras principais) ou peninérveas (nervuras ramificadas partindo de uma nervura central mais espessa). Além disso, as folhas podem ser glabras (sem presença de tricomas) ou pilosas (com tricomas) (BARROSO; BUENO, 2002; LORENZI; MATOS, 2002).

Várias propostas de classificações infragenéricas destinadas ao agrupamento das espécies contidas no gênero *Baccharis* foram propostas. O primeiro a propor uma classificação infragenérica para o gênero *Baccharis* foi o pesquisador De Candolle, em 1836, subdividindo o grupo em 8 seções, levando em consideração a morfologia das folhas das espécies, ficando disposto nos grupos: *Caulopterae* DC., *Cuneifoliae* DC., *Discolores* DC., *Distichae* DC., *Lepidophyllae* DC., *Oblongifoliae* DC., *Sergilae* DC. *Trinervatae* DC.. Em 1904, o pesquisador Heering propôs uma classificação com base na importância das características florais e do agrupamento dos capítulos florais. Em 1969 o pesquisador Cuatrecasas agrupou as espécies da Colômbia em 16 seções, onde 8 já eram existentes e as outras 8 ele mesmo propôs, depois em 1982 o mesmo pesquisador propôs mais duas novas seções. Ariza estudou, em 1973, 36 espécies da região central da Argentina e classificou-as em 13 seções (GIULIANO, 2001; BUDEL et al., 2005).

Em 1976, Barroso agrupou as espécies de *Baccharis* encontradas no Brasil em 27 seções, levando em consideração as características do caule, involúcro dos capítulos, cípselas, corolas, flores femininas, tipos de indumento, disposição dos capítulos nos ramos, dentre outras características e em alguns poucos casos a forma da folha também influenciou na circunscrição das seções. Os grupos considerados foram: *Erigeroides*, *Leucopappa*, *Tarchonanthoides*, *Brachylaenoides*, *Anomala*, *Serrulata*, *Medullosa*, *Organensis*, *Hirta*, *Triplinervia*, *Maxima*, *Elliptica*, *Singularis*, *Spicata*, *Punctulata*, *Microdonta*, *Oxyodonta*, *Dentata*, *Cassiniaefolia*, *Platypoda*, *Camporum*, *Rufescens*, *Intermixta*, *Cultrata*, *Axillaris*, *Gracilis*, *Trimera* (BARROSO, 1976; KISSMANN; GROTH, 1999).

O pesquisador Giuliano, em 2001, realizou uma revisão infragenérica do gênero, agrupando cerca de 96 espécies Argentinas em 15 seções. Em 2003 o mesmo pesquisador revisou novamente a taxonomia infragenérica e adicionou mais espécies do gênero *Baccharis* à classificação anteriormente realizada, e adicionou



mais 7 seções, sendo elas *Baccharis*, *Curitybensis*, *Molina*, *Psila*, *Pteronioides*, *Stephananthus* e *Tarchonanthoides*. Em 2011 ele adicionou novas seções e incluiu mais espécies que não correspondiam com os táxons até então descritos (GIULIANO, 2001; GIULIANO, 2003; GIULIANO, FREIRE, 2011).

Recentemente, em 2019, Heiden e colaboradores compilaram todas as classificações infragenéricas até então publicadas, sendo nenhuma delas abrangendo todo o gênero, e com base nas relações filogenéticas do gênero *Baccharis* propuseram um novo sistema de classificação infragenérico, recircunscrevendo subgêneros e seções que nem sempre correspondiam a táxons infragenéricos anteriormente propostos (HEIDEN; ANTONELLI; PIRANI, 2019).

As espécies analisadas no presente trabalho foram definidas com base no novo sistema de classificação infragenérica, visando obter a mais ampla e abrangente amostragem da diversidade filogenética de *Baccharis* até então investigada em um estudo de caracterização microscópica e química. Os subgêneros e as seções correspondentes de cada espécie amostrada segundo Heiden *et al.* (2019), estão sumarizadas no quadro 1.

QUADRO 1 – Divisão Infragenérica Das Espécies Estudadas Segundo Heiden (2019)

(Continua)

<b>Subgênero</b>	<b>Seção</b>	<b>Espécie</b>
<i>Baccharis</i>	<i>Agglomeratae</i> Giuliano	<i>Baccharis pauciflosculosa</i> <i>Baccharis platypoda</i> <i>Baccharis reticularioides</i>
	<i>Aphyllae</i> Baker	<i>Baccharis aphylla</i> <i>Baccharis articulata</i> <i>Baccharis megapotamica</i>
	<i>Axillares</i> (Giuliano) G.Heiden	<i>Baccharis sphenophylla</i>
	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis glomeruliflora</i>
	<i>Caespitosae</i> Giuliano	<i>Baccharis caespitosa</i>
	<i>Caulopterae</i> DC.	<i>Baccharis genistelloides</i>
	<i>Cuneifoliae</i> DC.	<i>Baccharis umbelliformis</i>

QUADRO 1 – Divisão Infragenérica Das Espécies Estudadas Segundo Heiden (2019)

(Continuação)

<b>Subgênero</b>	<b>Seção</b>	<b>Espécie</b>
<i>Baccharis</i>	<i>Cylindricae</i> Heering	<i>Baccharis linearifolia</i> <i>Baccharis microdonta</i>
	<i>Illinitae</i> G.Heiden	<i>Baccharis illinita</i>
	<i>Nitidae</i> Cuatrec.	<i>Baccharis nitida</i>
	<i>Racemosae</i> Ariza	<i>Baccharis dracunculifolia</i> <i>Baccharis uncinella</i>
	<i>Tridentatae</i> Giuliano	<i>Baccharis tridentata</i>
<i>Coridifoliae</i> (DC.) G.Heiden	<i>Pluricephalae</i> (Deble) G.Heiden	<i>Baccharis pluricapitulata</i>
	<i>Coridifoliae</i> DC.	<i>Baccharis coridifolia</i>
<i>Heterothalamulopsis</i> (Deble et al.) G.Heiden	<i>Heterothalamulopsis</i> (Deble et al.) G.Heiden	<i>Baccharis wagenitzii</i>
<i>Heterothalamus</i> (Less.) G.Heiden	<i>Brandeanae</i> G.Heiden	<i>Baccharis dubia</i>
	<i>Psilia</i> (Phil.) Cuatrec.	<i>Baccharis acaulis</i>
	<i>Heterothalamus</i> (Less.) Giuliano	<i>Baccharis aliena</i>
<i>Molina</i> (Pers.) Heering	<i>Corymbosae</i> Heering	<i>Baccharis punctulata</i>
	<i>Subliguliflorae</i> Giuliano	<i>Baccharis potrerilana</i>
	<i>Thymifoliae</i> Giuliano	<i>Baccharis thymifolia</i>
	<i>Trinervatae</i> DC.	<i>Baccharis trinervis</i>
	<i>Australes</i> Giuliano	<i>Baccharis racemosa</i>
	<i>Paniculatae</i> Heering	<i>Baccharis paniculata</i>
	<i>Polifoliae</i> G.Heiden	<i>Baccharis polifolia</i>
	<i>Pseudobaccharis</i> (Cabrera) Cuatrec.	<i>Baccharis boliviensis</i>
	<i>Angustifoliae</i> Baker	<i>Baccharis arguta</i> <i>Baccharis ulicina</i>

QUADRO 1 – Divisão Infragenérica Das Espécies Estudadas Segundo Heiden (2019)

(Conclusão)

<b>Subgênero</b>	<b>Seção</b>	<b>Espécie</b>
<i>Molina</i> (Pers.) Heering	<i>Molinae</i> Heering	<i>Baccharis conyzoides</i> <i>Baccharis salicifolia</i>
<i>Oblongifoliae</i> (DC.) G.Heiden	<i>Oblongifoliae</i> DC.	<i>Baccharis ciliata</i> <i>Baccharis macrophylla</i> <i>Baccharis oblongifolia</i>
<i>Tarchonanthoides</i> Heering	<i>Tarchonanthoides</i> (Heering) Cuatrec.	<i>Baccharis curitybensis</i> <i>Baccharis patens</i> , <i>Baccharis tarchonanthoides</i>
	<i>Canescentes</i> Giuliano	<i>Baccharis gnaphalioides</i> <i>Baccharis helicrysoides</i>

Fonte: O Autor

Cada seção foi definida conforme relações filogenéticas, e circunscrita com base em características do caule, ramos, folhas, capítulos florais, agrupamento dos capítulos e distribuição nos ramos, características das flores femininas, característica das flores masculinas, dentre outras (HEIDEN; ANTONELLI; PIRANI, 2019).

### 3.4 Espécies de *Baccharis* Amostradas

#### 3.4.1 *Baccharis acaulis* (Wedd. ex Sch.Bip) Cabrera

Geralmente é encontrada em bordas salobras de córregos e lagoas, em regiões da Bolívia, Argentina e Chile. Crescem em gramados, e se encontram niveladas com o solo, chegando a 20 cm de diâmetro. Caracteriza-se por ser uma erva de pequeno porte, com caule subterrâneo, do tipo rizoma, que são amarelo-alaranjados e muito longos. As folhas são lineares, glabras, inteiras e obtusas no ápice, em alguns casos pode apresentar uma coloração violeta na base ou até mesmo no ápice. Cada folha mede em torno de 6 a 12 mm de comprimento, por 1 mm de largura. A floração ocorre nos meses de setembro e outubro (BECK, 2010).

#### 3.4.2 *Baccharis aliena* (Spreng.) Joch.Müll

É uma espécie característica de áreas montanhosas, em regiões do Uruguai, Argentina e Brasil. Apresenta-se como uma espécie arbustiva, podendo chegar a aproximadamente 3 m de altura. Os ramos são eretos, ramificados desde a base, cilíndricos e glutinosos. As folhas são alternas e sésseis, com a base atenuada e o ápice agudo. Os capítulos estão agregados em inflorescências terminais corimbiformes, em grupos de 3 a 9 flores. A floração ocorre de outubro a janeiro e frutifica de dezembro a março (VALTIERRA; BONIFACINO, 2014).

#### 3.4.3 *Baccharis aphylla* (Vell.) DC

Encontrada em campos rupestres, campos de altitude e em ambientes de cerrado, se distribui principalmente em regiões da Bolívia e do Brasil, nos estados da Bahia, São Paulo, Minas Gerais e Paraná. É uma espécie subarbustiva, de aproximadamente 30 cm de altura, ereta e ramificada, os ramos são cilíndricos, glabros, afilos, com folhas rudimentares próximas à base, sésseis, de ápice agudo e margem inteira. Os capítulos masculinos são campanulados, com flores medindo aproximadamente 5 mm de comprimento, glabras, com 5 lobos, os quais possuem de 1,5 a 2 mm de comprimento. Os capítulos femininos são cilíndricos com 15 flores, as quais possuem 5 lobos, sendo estes diminutos e desiguais. A floração ocorre de maio a dezembro e quando não está na fase de floração pode ser confundida com *Baccharis gracilis* DC. ou com *Baccharis orbignyana* Klatt (BORGES; FORZZA, 2008).

#### 3.4.4 *Baccharis arguta* Hook. & Arn

Encontrada no norte dos Andes, popularmente conhecida como mura-mura ou tian-tian, caracteriza-se como um arbusto de 0,5 a 2m de altura, com folhas grandes, podendo chegar a 10cm de comprimento, de sésseis a pecioladas, elípticas, lanceoladas, lineares ou oblanceoladas e de ápice agudo. Seus capítulos estão dispostos em panículas corimbiformes terminais, contendo de 2 a 60 flores (MULLER, 2006; HEIDEN, 2014).

#### 3.4.5 *Baccharis articulata* (Lam.) Pers

Espécie predominante de terrenos secos e pedregosos, podendo formar extensas populações, pode ocorrer de forma mais rara em ambientes como bordas de matas ou até mesmo em margens de rios. É encontrada em regiões da Argentina, Bolívia Paraguai, Uruguai, e nas regiões sul e sudeste do Brasil. Trata-se de uma espécie representada por arbustos a raros subarbustos, com caules e ramos eretos, com coloração variando de verde-claro a verde-acinzentada, sendo os ramos bialados, com folhas sésseis, escamiformes e obtusas. A floração ocorre no final do inverno, de julho a outubro, e, desta forma, serve como fonte de energia e melífera para espécies de insetos e visitantes florais nessa época do ano. É amplamente utilizada na medicina popular como diurética e digestiva. Cultivam-na em hortas domésticas, pois serve até mesmo como aditivo do chimarrão, sendo a preferida dentre as demais espécies de carqueja, pois possui um sabor mais agradável. (HEIDEN; IGANCI; MACIAS, 2009).

#### 3.4.6 *Baccharis boliviensis* (Wedd.) Cabrera

Encontrada geralmente nas regiões do sul do Peru e Bolívia, no norte do Chile e noroeste da Argentina, é popularmente conhecida nesses locais como chijua ou tola. Trata-se de uma planta arbustiva, chegando a até 1 m de altura, revestida de tricomas, com folhas sésseis, variando de lineares, obovadas ou elípticas, com aproximadamente 1,2 cm de comprimento e 2 mm de largura, com ápice agudo, de margem inteira e uninérvea. Os capítulos são pedunculados, organizados em inflorescência corimbiforme terminal, contendo de 30 a 60 flores em cada capítulo (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.7 *Baccharis caespitosa* (Ruiz & Pav.) Pers

Geralmente é encontrada nas regiões Andinas do Peru e Bolívia, sendo rara no Chile e no noroeste da Argentina. Erva rasteira, com aproximadamente 2 cm de altura, rizomatosa, de folhas sésseis, ou com pecíolo muito curto, estreitamente obovadas, com comprimento variando entre 3 a 6 mm e largura chegando a 2 mm, a base é atenuada e o ápice agudo, de margem inteira e uninérvea. Os capítulos são

sésseis, localizados de forma solitária no ápice dos ramos, envolvida por brácteas, possuindo de 20 a 60 flores (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.8 *Baccharis ciliata* Gardner

No Brasil se restringe à região sudeste, sendo encontrada principalmente no estado do Rio de Janeiro, no bioma de Mata Atlântica, em campos de altitude superiores a 2200 m. Predomina em ambientes úmidos e de forma que receba luz do sol diretamente. Trata-se de um subarbusto decumbente de folhas sésseis, coriáceas com margem inteira, podendo ser dentada e de formato elíptico a obovado. Os capítulos são em capitulescências corimbiformes. A floração e frutificação ocorrem nos meses de dezembro a junho (GIULIETTI et al., 2009; HEIDEN, 2009).

#### 3.4.9 *Baccharis conyzoides* (Less.) DC

Típica da região Sudeste e Sul do Brasil, o nome significa semelhante a *Conyza* um outro gênero da família Asteraceae. Trata-se de uma espécie de arbustos com ramos prostrados, folhas ovaladas e pecioladas, coriáceas, que possuem a base arredondada a cuneada e o ápice atenuado a agudo. São quinquinérveas e possuem as margens serradas com 4 a 6 cm de comprimento e 2,5 a 4 cm de largura. Os capítulos são dispostos em ramos corimbiformes, ordenados em panículas, possuindo cerca de 60 flores femininas em cada capítulo (BARROSO, 1976, REFLORA, 2019).

#### 3.4.10 *Baccharis coridifolia* DC

Ocorre em margens de trilhas e campos secos, encontrada em regiões da Argentina, Paraguai, Bolívia e do Uruguai até São Paulo. Popularmente conhecida como mio-mio, alecrim-do-campo e vassourinha no Brasil, romerillo, ajeno del campo e ñio-ñio em regiões da Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai. Trata-se de uma planta subarbusciva, com aproximadamente 1 m de altura, folhas sésseis, lineares e agudas, medindo de 0,8 a 5 cm de comprimento e cerca de 2 a 4 mm de largura. Anatomicamente apresenta tricoma glandular pluricelular bisseriado e

tricoma tector pluricelular ramificado, dutos secretores próximos ao floema, mesofilo isobilateral e estômatos anomocíticos. A floração da espécie ocorre de fevereiro a junho. Na medicina tradicional é utilizada no tratamento tópico de inflamações. No Brasil, Uruguai e Argentina, é considerada uma das plantas mais tóxicas para o gado, cerca de 0,5 g da planta com flores por kg do animal, ou 2 g da planta com talos por kg do animal chega a ser suficiente para ocasionar a morte em até 41 horas após a ingestão. Essa espécie contém tricotecenos macrocíclicos, substância de alta toxicidade, responsáveis por casos de intoxicação, tanto de animais, como de seres humanos. Porém, apesar da toxicidade têm mostrado atividade contra células derivadas de carcinoma de nasofaringe (VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005; BUDEL; DUARTE, 2007; BECK, 2010).

#### 3.4.11 *Baccharis curitybensis* Heering ex Malme

Encontrada nas regiões sul e sudeste do Brasil, ocorre em vegetações abertas e secas cresce de forma escassa, preferindo áreas de campos subtropicais e tropicais de altitude. É conhecida popularmente como vassourinha-do-campo. Trata-se de um arbusto de folhas coriáceas, elípticas-lanceoladas a oblongas, pecioladas, trinérveas, medindo de 3 a 5 cm de comprimento e de 1 a 2 cm de largura, com pedicelos dos capítulos tomentosos. Flor feminina com aproximadamente 3 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro, cipelas tendo 7 a 10 estrias, enquanto a flor masculina possui de 3 a 4 mm de comprimento e rudimento de ovário piloso. Anatomicamente apresenta tricomas glandulares unisseriados não capitados. Pode ser facilmente confundida como *B. tarchonanthoides*, onde em alguns casos as espécies podem crescer próximas, encontra-se quase ameaçada de extinção sendo encontrada em algumas reservas naturais e em alguns poucos casos em áreas não protegidas (BARROSO, 1976, OLIVEIRA et al., 2011; HEIDEN; PIRANI, 2014; HEIDEN; PIRANI, 2016).

#### 3.4.12 *Baccharis dracunculifolia* DC

Popularmente conhecida como alecrim-do-campo ou vassourinha, é uma planta arbustiva lenhosa, dióica, ramificada, com coloração variando do verde a cinza. As folhas são alternadas, lanceoladas e com ápice agudo e base atenuada,

variam de 1 a 2 cm de comprimento e 3 a 4 mm de largura. As cipselas germinam em regiões com presença de luz, demonstrando a necessidade de luminosidade para a espécie. Anatomicamente apresenta epiderme unisseriada, estômatos anomocíticos, tricomas glandulares pluricelulares unidos na base, que atuam como proteção e auxiliam na interação da abelha com o material resinoso. A floração ocorre principalmente no mês de novembro, que é a época do ano onde os períodos de chuva estão reduzidos, proporcionando assim maior iluminação para a planta. Essa espécie é tida como a principal fonte botânica de própolis nos estados de São Paulo e Minas Gerais (BUDEL et al., 2004; PEGORINI; MARANHO; ROCHA, 2008; SFORCIN et al., 2012).

#### 3.4.13 *Baccharis dubia* Deble & A.S.Oliveira

Encontrada unicamente na região brasileira da Serra do Caparaó. Subarbusto ramoso, podendo chegar a até 40 cm de altura, folhoso no ápice e com a base desprovida de folhas, as quais são oblongas a oblanceoladas, medindo de 1 a 2,5 cm de comprimento, obtusas no ápice e atenuadas na base, sésseis e uninérveas. Capítulos pedunculados e dispostos de forma corimbiforme terminal (DEBLE, OLIVEIRA, 2006).

#### 3.4.14 *Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers

Encontrada principalmente em regiões da Colômbia e no norte do Chile, Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil. É uma espécie subarbusciva lenhosa, com 14 a 30 cm de altura, com aproximadamente 7 mm de diâmetro. Os ramos são eretos, triangulares e trialados. Os capítulos são numerosos e sésseis, esbranquiçados, dispostos ao longo dos ramos. A floração ocorre no mês de setembro e as flores possuem coloração branca. Possui sabor amargo e é utilizada na medicina popular no tratamento de úlceras, verminoses, problemas hepáticos e digestivos (VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005; BECK, 2010).



#### 3.4.15 *Baccharis glomeruliflora* Pers

Encontrada principalmente em planícies costeiras, pântanos, valas, margens de riachos e depressões entre dunas, é popularmente conhecida nos Estados Unidos como Silverling. Trata-se de uma planta arbustiva, medindo de 1 a 3 m, com ramos eretos e ascendentes, folhas verdes escuras, pecioladas, obovadas, elípticas ou até mesmo rômbricas, coriáceas, glabras, de base cuneada a atenuada e com as bordas serrilhadas, contendo de 1 a 3 dentes, o tamanho varia de 2 a 6 cm de comprimento e até 4 cm de largura. A floração ocorre principalmente de outubro a novembro. É geralmente utilizada como planta ornamental (FNA, 2006; VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005; BECK, 2010).

#### 3.4.16 *Baccharis gnaphalioides* Spreng

Encontrada ao longo de planícies costeiras e em alguns casos em colinas, ocorre em estados do sul do Brasil, sendo eles Rio Grande do Sul e Santa Catarina, no sudeste do Uruguai em Canelones, Maldonado, Montevideú, Rocha, Rivera e San José e no leste da Argentina, em Buenos Aires. Popularmente conhecida como vassourinha-das-dunas, cresce principalmente em dunas e solos arenosos. Trata-se de uma espécie subarbustiva, medindo de 10 a 70 cm de altura, com ramos raramente eretos, de caule marrom-claro. As folhas são sésseis e distribuídas de forma uniforme pelos galhos, são de formato elíptico, oblongo, ovalado ou lanceolado, com ápice variando de agudo a obtuso, medindo de 0,3 a 1,8 cm de comprimento e 1,1 a 4,9 mm de largura. A floração ocorre principalmente de março a maio (HEIDEN; PIRANI, 2016).

#### 3.4.17 *Baccharis helicyroides* DC

Encontrada geralmente em áreas montanhosas, no nordeste da Argentina, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil e leste do Paraguai. Forma pequenas populações em locais abertos e cresce em áreas secas, solos rochosos, savanas e campos tropicais e subtropicais em regiões de altitude elevada. Popularmente conhecida como alecrim, trata-se de arbustos com 0,7 a 2 m de altura, eretos, com ramos axilares, caule marrom-claro a verde-claro. As folhas são sésseis, oblongas,

cordadas, com ápice agudo ou obtuso, de margens inteiras e distribuídas uniformemente ao longo dos ramos, variam no tamanho de 1,6 a 5,5 cm de comprimento e largura com aproximadamente 0,5 a 1,2 cm. Embora tenha uma vasta distribuição algumas populações encontradas no Mato Grosso do Sul sofrem risco de extinções locais (HEIDEN; PIRANI, 2016).

#### 3.4.18 *Baccharis illinita* DC

Encontrada principalmente na região sul do Brasil, é popularmente conhecida como chá-ventura ou erva-milagrosa. Trata-se de um arbusto de ramos e folhas viscosas, obovais de ápice arredondado e base cuneada, de margem dentada na metade superior e trinervada, medindo cerca de 4 a 6 cm de comprimento e 4 cm de largura. Anatomicamente apresenta tricomas glandulares flageliformes em ambas as faces da folha. Na medicina popular é utilizada para o tratamento de desordens gástricas com ação protetora contra lesão (BARROSO, 1976; BAGGIO et al., 2003; BUDEL et al., 2018).

#### 3.4.19 *Baccharis linearifolia* (Lam.) Pers

Distribuída por quase todo o Brasil, ocorre principalmente na região sul. Trata-se de um subarbusto ereto chegando a 80 cm de altura, de ramos densos e folhosos variando a coloração de esverdeado a castanho. As folhas são sésseis, de lineares, oblanceolada a oblongas, com ápice mucronado e base atenuada, de margem inteira e uninérvias, medindo de 8 a 30 mm de comprimento e até 2 mm de largura. É reconhecida principalmente pelo formato das folhas (RIBEIRO, 2017).

#### 3.4.20 *Baccharis macrophylla* Dusén

Endêmica do Brasil, na região sudeste, na fronteira de Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, encontrada no bioma Mata Atlântica, sendo endêmica de planaltos e picos acima de 2000 m de elevação. Ocorre em campos de altitude, afloramentos rochosos ou em ambientes semi-sombreados. É uma planta arbustiva, chegando a 1 m de altura, com folhas variando de elípticas a obovadas, dentadas no ápice, coriáceas e cerosas. Assemelha-se com *B. friburgensis*, contudo, pode ser

diferenciada pela margem das folhas (dentadas), pelo capítulo masculino com 45 flores, capítulo feminino com até 21 flores e pelo ápice ligulado das corolas femininas. A floração acontece principalmente nos meses de março a dezembro (GIULIETTI et al., 2009, HEIDEN, 2009).

#### 3.4.21 *Baccharis megapotamica* Spreng

Ocorre no Sudeste e Sul do Brasil, Argentina e Uruguai, possui folhas lineares, com base levemente atenuada e ápice agudo, de margens revolutas e pilosas no dorso, com aproximadamente 5 cm de comprimento e 5 mm de largura. Anatomicamente apresenta tricomas glandulares capitados, pluricelulares, uniserriados inseridos em pequenas depressões na epiderme e tricomas flageliformes composto por 3 a 5 células. Assim como *B. coridifolia*, há registros de envenenamentos de animais resultantes da ingestão de *B. megapotamica*, devido à presença de tricotecenos macrocíclicos (BARROSO, 1976; VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005; BECK, 2010; BUDEL et al., 2012).

#### 3.4.22 *Baccharis microdonta* DC

Espécie amplamente distribuída na América do Sul, ocorrendo desde a Bolívia, Uruguai, Argentina e no Brasil, sendo encontrada nas regiões sudeste e sul deste, nos biomas pampa, mata atlântica e cerrado. Popularmente conhecida como alecrim-vassoura, trapichava ou vassoura-branca, trata-se de uma espécie arbustiva, podendo chegar a 3 m de altura, de folhas elípticas a oblanceoladas, de sésses a pecioladas, com margem serrada. Os capítulos masculinos e femininos são cilíndricos e as cipselas possuem papilho não-acrescente. Estudos relatam uma capacidade anti-inflamatória promissora para a espécie (BARROSO, 1976; HEIDEN, 2009; SOARES et al., 2012; BOBEK et al., 2016).

#### 3.4.23 *Baccharis potrerillana* (Ariza) G.Heiden

Endêmica da Argentina, encontrada exclusivamente na Serra de Famatina. É uma planta subarbustiva, chegando a até 75 cm de altura, com revestimento piloso, folhas brevemente pecioladas, largas, estreitamente obovadas ou lineares, inteiras

ou dentadas, ou com um dente em cada lado da margem, chegando a até 7 mm de largura. Os capítulos estão dispostos em forma corimbiforme composta, sendo o capítulo terminal sésil e os demais pedunculados. Se distingue de *B. niderleinii* pelo formato das folhas (GIULIANO, 2003b).

#### 3.4.24 *Baccharis nitida* (Ruiz & Pav.) Pers

Geralmente é encontrada na região andina do Equador e da Colômbia. Diferentemente das demais, essa espécie pode chegar até 10 m de altura, sendo considerada de arbusto a árvore, pilosa, de folhas elípticas, pecioladas, penínervas, com a base atenuada e o ápice agudo ou acuminado, com a margem inteira ou parcialmente irregular, varia no tamanho com cerca de 4 a 15 cm de comprimento e de largura de 1 a 5 cm. Os capítulos florais são pedunculados e corimbiformes simples. É utilizada na medicina popular para o tratamento da tosse e de afecções pulmonares (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.3.25 *Baccharis oblongifolia* (Ruiz & Pav.) Pers

Ocorre em regiões dos Andes da Venezuela até a Bolívia, ao norte da Argentina e no Brasil, principalmente nos estados do Amazonas, Bahia, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Encontra-se nas regiões montanhosas ao longo da costa do atlântico, nos biomas amazônicos, caatinga e cerrado, ambientes sombreados e em vegetações secundárias. É uma planta arbustiva com folhas verdes e não-ferrugíneas, com margens inteiras, papriáceas e revolutas, em alguns casos as folhas possuem um padrão de nervuras reticulado mais proeminentes. A floração e frutificação ocorrem principalmente nos meses de junho a outubro. Devido à ampla distribuição podem ocorrer variações no tamanho, morfologia hábitos e nervação foliar (HEIDEN, 2009).

#### 3.4.26 *Baccharis paniculata* DC

Encontrada no Chile, geralmente em vegetação mediterrânea. Pode variar de subarbustiva a arbustiva, pistilada, resistente à seca, com cerca de 2 m de altura e

folhas verdes. As brácteas involucrais são verdes-claras e as flores são alvas (REFLORA, 2019).

#### 3.4.27 *Baccharis patens* Baker

Popularmente conhecida com romerillo ou vassourinha é encontrada no sul do Brasil e sudeste do Uruguai, formando populações esparsas em solos basálticos rochosos, pastagens subtropicais, afloramentos graníticos e vegetações rasteiras de solos arenosos. Compreende subarbustos a arbustos chegando a 1,5 m de altura, eretos ou levemente prostrados, com caule marrom, folhas sésseis, variando de obovadas, oblongas elípticas a lineares, de ápice arredondado a agudo, de base atenuada à obtusa, com margens inteiras e distribuídas de forma uniforme pelo ramo. A floração ocorre principalmente entre agosto e setembro (HEIDEN; PIRANI, 2016).

#### 3.4.28 *Baccharis pauciflosculosa* DC

Encontrada em campos litorâneos e campos de planalto, esta espécie tem preferência por ambientes úmidos. É uma planta arbustiva podendo medir de 1 a 2 m de altura, as folhas medem de 3 a 8 mm de comprimento, são sésseis, de ápice arredondado e base atenuada. Recebe esse nome pois possui um número reduzido de flores femininas em seus capítulos (BARROSO, 1976; BARROSO; BUENO, 2002).

#### 3.4.29 *Baccharis platypoda* DC

Espécie não endêmica do Brasil, entretanto ocorre em toda a região sudeste, podendo ser encontrada também na Bahia. É uma planta arbustiva podendo chegar a até 2,5 m de altura, ereta, de ramos cilíndricos, suculados a estriados, glandulosos, resinosos, densamente folhosos no ápice. As folhas são em alguns casos sésseis, mas podem possuir um pecíolo de aproximadamente 1 mm, são de obovadas a elípticas, planas, de ápice obtuso e base cuneadas, margem serrada na metade superior. As flores são esverdeadas e aparecem principalmente no período de junho a novembro (FRANCO, 2014).

#### 3.4.30 *Baccharis pluricapitulata* (Deble) G.Heiden

Encontrada principalmente no sul do Brasil é endêmica de solos pantanosos e pântanos propriamente ditos. Trata-se de uma espécie arbustiva, ramificada, chegando até 2 m de altura. As folhas são lineares, oblongas ou elípticas, sésseis, de margem inteira, revoluta, com o ápice levemente agudo, mucronado e a base atenuada, a coloração varia de verde-escuro, a marrom-acinzentado ou marrom-escuro. Os capítulos compõem panículas terminais densas de muitos capítulos. Anatomicamente apresenta tricomas filiformes e tricomas glandulares esparsos (DEBLE, 2012; HEIDEN, 2012).

#### 3.4.31 *Baccharis polifolia* Griseb

Encontrada principalmente na Argentina, é popularmente conhecida como chilca-malí, chilca-mamil, suncho, quinchamal ou pichana. Trata-se de uma espécie arbustiva, podendo chegar a 1,2 m de altura, o caule é tomentoso e glutinoso. As folhas são estreitamente obovadas a lineares, uninérveas, obtusas no ápice, de margem inteira a levemente revoluta. Os capítulos são pedunculados, corimbiformes terminais, contendo de 16 a 31 flores cada. Na medicina popular é utilizada para o tratamento de feridas de animais (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.32 *Baccharis punctulata* DC

Ocorre principalmente em regiões da Argentina, Bolívia, Paraguai, Uruguai e nas regiões sudeste e sul do Brasil. Encontrada nos biomas Pampa, Mata Atlântica e Cerrado, possui como nome popular cambará-cheiroso, mata-pasto, arrebentão e erva-de-sant'ana. O porte varia de subarbusto a arbusto, medindo de 0,6 a 2,5 m, as folhas são coriáceas e medem de 0,5 a 1 cm, são elípticas a ovaladas, de base cuneada e ápice agudo. Anatomicamente apresenta tricomas flagelados e tricomas glandulares bisseriados. Esta espécie é confundida com *Baccharis serrulata* (Lam.) Pers., entretanto diferem-se no aspectos das folhas e capitulescências (BARROSO, 1976; HEIDEN, 2009).

#### 3.4.33 *Baccharis racemosa* (Ruiz & Pav.) DC.

Distribuída nas regiões central e sul do Chile, Patagonia Andina e na Argentina. Espécie arbustiva, podendo chegar a 4 m de altura, geralmente tomentosa, com folhas estreitamente ovais e em alguns casos pode chegar a ser oblonga, com a base arredondada e ápice variando de atenuado a agudo, com a margem dentada, peninérveas, sésseis ou com pequenos pecíolos. Os capítulos florais são pedunculados, dispostos de forma corimbiforme, agrupados em forma de panícula no extremo dos ramos, contendo de 26 a 43 flores (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.34 *Baccharis reticularioides* Deble & A.S.Oliveira

Trata-se de uma espécie endêmica do Brasil, encontrada nas regiões sudeste e sul, unicamente nos estados de São Paulo e Paraná, em biomas de cerrado e mata atlântica. É uma espécie subarborescente, que apresenta, anatomicamente, tricomas flageliformes e tricomas glandulares bisseriados. Em um estudo esta espécie demonstrou uma atividade antimalárica moderada (HEIDEN; SCHNEIDER, 2015; BUDEL et al., 2018a; BUDEL et al., 2018b).

#### 3.4.35 *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers

Popularmente conhecida como chilca, chilca-amarga, chilca-doce, jarilla-del-río, jarilla, chirca, suncho, junco ou yuno, é amplamente distribuída desde o sudoeste dos Estados Unidos, na América Central e ao longo dos Andes até o sul da Argentina e Chile e também no norte e sudeste do Brasil. Trata-se de um arbusto podendo chegar a 2 m de altura, ramosos piloso e com folhas brevemente pecioladas, largas a estreitamente lineares a elípticas, de base atenuada e ápice agudo, trinérveas e de margem inteira ou dentada na parte superior, medem cerca de 3 a 10 cm de comprimento e até 1,5 cm de largura. *B. salicifolia* é uma planta freatófita que pode causar o esgotamento de reservas de água em áreas áridas do sudoeste dos Estados Unidos. Durante a floração atrai abelhas, pois seu néctar proporciona a produção de mel de ótima qualidade. É utilizada popularmente como

antitumoral e antirreumática (VERDI; BRIGHENTE; PIZZOLATTI, 2005; BECK, 2010; ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.36 *Baccharis sphenophylla* Dusén ex Malme

No Brasil encontra-se distribuída nos estados de São Paulo e Paraná, sendo encontrada em ambientes de cerrado e campos de altitude. Popularmente conhecida com vassoura, trata-se de uma planta arbustiva, podendo medir de 0,7 a 1,5 m de altura, com folhas obovais, com aproximadamente 2 cm de comprimento, glabras e sésseis, de base cuneada e ápice arredondado. Anatomicamente apresenta tricomas tectores flageliformes e tricomas glandulares bisseriados, os quais demonstraram a presença de drusas nas células secretoras (BARROSO; BUENO, 2002; BUDEL, et al., 2018 ).

#### 3.4.37 *Baccharis tarchonanthoides* DC

Popularmente conhecida como alecrim é encontrada nas regoes sudeste e sul do Brasil, formando populações esparsas e densas em áreas abertas, savanas, e campos de altitude, matas de florestas secas ou vegetações ribeirinhas, em solos rochosos e rasos, cerrado ou em áreas de campos tropicais e subtropicais. Trata-se de um arbusto variando de 1,5 a 2,5 m de altura, ereto, com folhas distribuídas uniformemente pelos ramos, elípticas ou oblanceoladas, de ápice agudo e base variando de aguda à atenuada, de margens inteiras a dentadas, pecioladas, medindo de 2 a 10 cm de comprimento e podendo chegar a 27 cm de largura (HEIDEN; PIRANI, 2016).

#### 3.4.38 *Baccharis thymifolia* Hook. & Arn

Endêmica da Argentina, essa espécie é encontrada exclusivamente na província de Mendoza. É uma planta arbustiva, com aproximadamente 1,2 m de altura, pilosa, com folhas sésseis, estreitamente elípticas a obovadas de base cuneada e ápice obtuso, uninérvea e de margem inteira. Os capítulos são pedunculados, contendo 5 a 9 flores em cada (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).



#### 3.4.39 *Baccharis tridentata* Vahl

Distribuída no sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e no norte e centro da Argentina até Buenos Aires e La Pampa. Trata-se de um arbusto medindo cerca de 1,2 m de altura, ramoso, com folhas opostas, brevemente pecioladas, de formato largo a estreitamente obovadas ou elípticas, com ápice de arredondado a truncado e de base atenuada, com margem levemente dentada com 1 a 6 pares de dentes, coriáceas e trinérveas, variando de 2 a 6 cm de comprimento e de 1 a 3 cm de largura. Os capítulos são curtos e pedunculados e dispostos de forma corimbriforme (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.40 *Baccharis trinervis* Pers

Possui ampla distribuição na América Central e do Sul, encontrando-se distribuída no México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Equador, Peru, Bolívia, Paraguai, Argentina e Brasil. No Brasil é encontrada nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia. São subarbustos prostrados de ramos castanho-claro a estramíneos, pilosos e glandulosos, com folhas alternas as quais podem chegar a 6 cm de comprimento por até 2 cm de largura, o formato varia de lanceolada a oblanceolada, peciolada, de base aguda e ápice acuminado, de margem inteira a levemente revoluta, cartácea e suavemente discolor. *Baccharis trinervis* se assemelha às espécies *B. bifrons* e *B. cinerea*, mas diferencia-se pelas folhas resinosas e glabras, além ds panículas ou racemos piramidais (HEIDEN; BAUMGRATZ; ESTEVES, 2012; RIBEIRO, 2017).

#### 3.4.41 *Baccharis ulicina* Hook. & Arn

Encontrada na Bolívia e em quase toda a Argentina, é popularmente conhecida como erva-de-ovelha e pichana-de-ovelha. São subarbustos lenhosos, com 80 cm de altura, ramosos e pilosos, de folhas glabras, uninérveas e lineares. Capítulos pedunculados, solitários no final das hastes, distribuídos de forma corimbiforme simples e composta, possuindo de 20 a 30 flores em cada (ZULOAGA; BELGRANO; ANTON, 2014).

#### 3.4.42 *Baccharis umbelliformis* DC

Trata-se de uma espécie endêmica da região sul do Chile, entretanto pode crescer em regiões semiáridas do sul da Austrália. No Chile é popularmente conhecida como chilca, huautru ou vaturu. Trata-se de uma planta arbustiva medindo de 1 a 3m de altura, de folhas sésseis, elípticas, obovadas ou oblongas (SAN MARTIN; TRONCOSO; RAMIREZ, 1986; GIULIANO, 2000; CÉSPEDES et al., 2002; CÉSPEDES et al., 2008).

#### 3.4.43 *Baccharis uncinella* DC

Popularmente conhecida como alecrim ou vassoura, é uma espécie restrita ao Brasil, encontrada nas regiões sudeste e sul do país, sendo distribuída no bioma Mata Atlântica, formando populações densas e extensas nos campos de altitude, formações campestres, encostas úmidas e afloramentos rochosos. Caracterizada como planta arbustiva medindo de 1 a 3 m de altura, com ramos tomentosos, folhas discolores, com a face superior verde e a face inferior esbranquiçada, sésseis, oblongas a obovadas, de ápice uncinado, margem inteira e revoluta. Os capítulos são solitários nas axilas dos ramos. Possui grande semelhança com *B. erioclada*, podendo ser encontradas juntas. Anatomicamente apresenta tricomas glandulares captados pluricelulares e bisseriados e tricomas tectores ramificados com a célula apical ramificada longa. Possui atividade antiviral contra *Herpes simplex* tipo I e atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* (MONTANHA et al., 2004; FERRONATTO et al., 2007; BUDEL; DUARTE; 2008; HEIDEN, 2009).

#### 3.4.44 *Baccharis wagenitzii* (F.H.Hellw.) Joch. Müll

Distribuída amplamente no estado de Santa Catarina e raramente no Rio Grande do Sul. É uma espécie subarbustiva lenhosa, ramosa, com aproximadamente 1 m de altura, folhas alternas, glabras, sésseis, estreitamente lineares, íntegras e uninérveas, com o ápice variando de acuminado a mucronado, de base atenuada, medindo cerca de 1 cm de comprimento e 0,5 mm de largura. Os

capítulos são sésseis ou brevemente pedunculados (DEBLE; OLIVEIRA; MARCHIORI, 2005).

### 3.5 Cristais Em Espécies Vegetais

Diversas espécies de plantas apresentam uma variedade de estruturas mineralizadas, padronizadas, formadas a partir de suas células. Essas estruturas são cristais inorgânicos intracelulares, que se formam geralmente dentro de idioblastos cristalinos, os quais são vacúolos especializados para essa finalidade, ou em alguns casos através da parede celular. Essas células especializadas governam e mediam a formação dos cristais através delas e das moléculas associadas, ocorrendo então à modificação, crescimento e morfologia dos cristais (ARNOTT; PAUTARD, 1970; KONYAR et al., 2014; CAPACIO; BELONIAS, 2018).

Dentro das células responsáveis pela formação dos cristais existem compartimentos delimitados por uma membrana biológica, responsáveis por separar o espaço de cristalização da seiva vacuolar, dessa forma a regulação de fatores físicos como pH, água, composição e concentração de íons pode ocorrer tranquilamente. Além dessa regulação, esses compartimentos podem incluir macromoléculas e inibir ou modificar o crescimento dos cristais (WEBB, 1999).

A formação dos cristais ocorre a partir do ácido oxálico ( $C_2H_2O_4$ ), o qual é sintetizado endogenamente. A forma química mais comum a aparecer são os cristais de oxalato de cálcio ( $CaC_2O_4$ ), porém podem ocorrer cristais de carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ), cristais de sílica ( $SiO_2$ ), dentre outros (BOSQUEIRO, 1995; WEBB, 1999).

Oxalato de cálcio é a forma mais comum e aparece em mais de 215 famílias de plantas, os quais estão distribuídos em quase todos os órgãos, desde caules, raízes, folhas, estruturas florais e até mesmo em sementes. A exemplo da família Leguminosae os cristais de oxalato de cálcio se mostram praticamente onipresentes (FRANSESCHI; HORNER; 1980; KONYAR et al., 2014).

O papel principal dos cristais de oxalato de cálcio pode variar em função do órgão e tecido em que se encontra, podendo atuar como defesa contra o ataque de herbívoros, suporte tecidual, reservatório de cálcio, regulação da concentração de cálcio, detoxificação de ácido oxálico, alumínio e metais pesados, manutenção do

equilíbrio iônico, bem como, reflexão e dispersão da luz (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

A forma e a localização dos cristais dentro de uma determinada espécie são muito frequentes e específicos, sendo utilizados por alguns pesquisadores como forma de classificação de espécies. Esses cristais podem apresentar diversas morfologias, as mais comuns são ráfides, estiloides, drusas, cristais prismáticos, cristais tabulares e areia cristalina. Uma drusa pode ser definida como a deposição de cristais de modo a formar uma estrutura circular. Essa estrutura pode ser formada por cristais do tipo estiloides (drusa de estiloide), ou cristais tabulares (drusa de tabular). Outra forma a qual pode ser observada são os cristais bipiramidais, composto por duas pirâmides unidas na base. Cada espécie pode formar um determinado tipo de cristal ou um subconjunto de morfologias de cristais que serão específicos para ela. Isso denota a relevância de que as células e a genética da espécie são responsáveis por formar e controlar a morfologia desses cristais (FRANCESCHI; HORNER, 1980; FRANCESCHI; NAKATA, 2005; HE et al., 2012).

O estado de hidratação dos cristais de oxalato de cálcio pode influenciar na morfologia dos cristais, ocorrendo de dois tipos, dependendo da concentração de cálcio e oxalato presente na planta pode aparecer a forma monohidratada, conhecida como *whewellite* ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), geralmente encontrado em cristais monoclinicos ou a forma di-hidratada *weddellite* ( $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), observada em cristais de sistemas tetragonais (FRANCESCHI; HORNER, 1980; RAMAN et al., 2014).

Diversas técnicas podem ser utilizadas para a identificação dos morfotipos cristalinos de oxalato de cálcio, porém as mais precisas são a difração de raios-X, espectroscopia Raman, espectroscopia de infravermelho e microscopia eletrônica de varredura (FRANCESCHI; HORNER, 1980).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas partes de caules, incluindo em alguns casos cladódios e rizomas, e das folhas, conforme morfologia de cada espécie, para realizar as análises de microscopia de luz polarizada (LP), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia de raios X por energia dispersiva (EDS) e espectroscopia RAMAN.

### 4.1 Material Vegetal

O material vegetal analisado, sendo este um total de 44 espécies, foi obtido a partir de exsicatas depositadas no Herbário ECT da Embrapa Clima Temperado Pelotas, Rio Grande do Sul.

O local, data da coleta e o número de identificação estão sumarizados no quadro 2.

QUADRO 2 – Informações Sobre As Espécies De *Baccharis*

(Continua)

<b>Espécie</b>	<b>Local da Coleta</b>	<b>Data da Coleta</b>	<b>Nº de Tombo</b>
<i>Baccharis acaulis</i> (Wedd. ex Sch.Bip) Cabrera	Potosí, Antonio Quijarro, Ticatica	17/11/2012	ECT 2028
<i>Baccharis aliena</i> (Spreng.) Joch.Müll.	Turuçu, Corrientes	01/11/2009	ECT 128
<i>Baccharis aphylla</i> (Vell.) DC.	Brumadinho	01/10/1990	ECT 144
<i>Baccharis arguta</i> Hook. & Arn.	Caminho para a Gruta de São Pedro	21/12/2012	ECT 148
<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	Turuçu, Corrientes	01/11/2009	ECT 154

QUADRO 2 – Informações Sobre As Espécies De *Baccharis*

(Continuação)

<b>Espécie</b>	<b>Local da Coleta</b>	<b>Data da Coleta</b>	<b>Nº de Tombo</b>
<i>Baccharis boliviensis</i> (Wedd.) Cabrera	Jujuy, Tumbaya, Cuesta de Lipán	03/03/2012	ECT 186
<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	La Paz, Nor Yungas, Pongo	23/11/2012	ECT 195
<i>Baccharis ciliata</i> Gardner	Teresópolis	29/04/2008	ECT 213
<i>Baccharis conyzoides</i> (Less.) DC.	Torres, Parque estadual da Guarita	22/10/2012	ECT 2231
<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	Barra do Quaraí, Parque Estadual do Espinilho	28/02/2010	ECT 244
<i>Baccharis curitybensis</i> Heering ex Malme	Campos do Jordão, Capivari	18/11/2011	ECT 2215
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Céu Azul, Parque Nacional do Iguaçu	11/12/2015	ECT 2884
<i>Baccharis dubia</i> Deble & A.S.Oliveira	Alto Caparaó, Parque Nacional do Caparaó	01/10/2012	ECT 2234
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	La Paz, Nor Yungas, Pongo	23/11/2012	ECT 307
<i>Baccharis glomeruliflora</i> Pers.	Flórida, Miami-Dade, South Dade Marina	20/07/2012	ECT 320
<i>Baccharis gnaphalioides</i> Spreng.	Tapes, Fazenda São Miguel	20/04/2018	ECT 5063

QUADRO 2 – Informações Sobre As Espécies De *Baccharis*

(Continuação)

<b>Espécie</b>	<b>Local da Coleta</b>	<b>Data da Coleta</b>	<b>Nº de Tombo</b>
<i>Baccharis helicrysoides</i> DC.	Conceição do Mato Dentro, Serra do Cipó	19/02/2011	ECT 331
<i>Baccharis illinita</i> DC.	Palmas, Horizonte	08/02/2011	ECT 339
<i>Baccharis linearifolia</i> (Lam.) Pers.	Manoel Viana, Rio Ibicuí	01/03/2010	ECT 397
<i>Baccharis macrophylla</i> Dusén	Resende (Parque Nacional do Itatiaia)	12/09/2007	ECT 407
<i>Baccharis megapotamica</i> Spreng.	Canguçu	26/01/2010	ECT 412
<i>Baccharis microdonta</i> DC.	Ponta Grossa, Parque Estadual de Vila Velha	28/03/2016	ECT 644
<i>Baccharis potrerillana</i> (Ariza) G.Heiden	La Rioja, Famatina, Cuesta La Aguadita	05/03/2012	ECT 555
<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	La Paz, Nor Yungas, Coroico	23/11/2012	ECT 473
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Teresópolis, Parque Nacional da Serra dos Órgãos	27/06/2007	ECT 477
<i>Baccharis paniculata</i> DC.	Região Metropolitana de Santiago, La Reina, Parque Mahuida de La Reina	23/03/2012	ECT 2068
<i>Baccharis patens</i> Baker	Pinheiro Machado	26/02/2010	ECT 517

QUADRO 2 – Informações Sobre As Espécies De *Baccharis*

(Continuação)

<b>Espécie Vegetal</b>	<b>Local da Coleta</b>	<b>Data da Coleta</b>	<b>N° de Identificação</b>
<i>Baccharis pauciflosculosa</i> DC.	Ponta Grossa, Parque Estadual de Vila Velha	28/03/2016	ECT 641
<i>Baccharis platypoda</i> DC.	São Fidélis, Serra Pedra do Marial, Cume da Pedra do Marial	27/01/2016	RB 641634
<i>Baccharis pluricapitulata</i> (Deble) G.Heiden	Pinheiro Machado, Torrinhas BR 293, km 114	05/04/2012	ECT 2074
<i>Baccharis polifolia</i> Griseb.	Tucumán, Tafí del Valle, El Infiernillo	16/03/2011	ECT 554
<i>Baccharis punctulata</i> DC.	Ponta Grossa, Parque Estadual de Vila Velha	28/06/2016	ECT 645
<i>Baccharis racemosa</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Yumbel, Laguna Flores, Nuble, Bio-Bio	22/10/2016	ECT 3688
<i>Baccharis reticularioides</i> Deble & A.S.Oliveira	Ponta Grossa, Parque Estadual de Vila Velha	28/03/2016	ECT 642
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	California, Los Angeles, Playa Vista	22/07/2012	ECT 616
<i>Baccharis sphenophylla</i> Dusén ex Malme	Ponta Grossa, Parque Estadual de Vila Velha	28/03/2016	ECT 647
<i>Baccharis tarchonanthoides</i> DC.	Itamonte, Parque Nacional do Itatiaia	12/09/2007	ECT 712



QUADRO 2 – Informações Sobre As Espécies De *Baccharis*

(Conclusão)

<b>Espécie Vegetal</b>	<b>Local da Coleta</b>	<b>Data da Coleta</b>	<b>Nº de Identificação</b>
<i>Baccharis thymifolia</i> Hook. & Arn.	Medonza, Las Heras	25/02/2012	ECT 718
<i>Baccharis tridentata</i> Vahl	Cochabamba, Carrasco, Pojo	15/11/2012	ECT 507
<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	Santa Maria Madalena, Parque Estadual do Desengano	17/04/2007	ECT 725
<i>Baccharis ulicina</i> Hook. & Arn.	Catamarca, Ambato, El Rodeo	27/02/2012	ECT 728
<i>Baccharis umbelliformis</i> DC.	Reserva Nacional Altos de Liracy. Floresta Nothafagus, San Clemente, Maule, Chile	22/02/2013	ECT 3874
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Gramado	20/10/2012	CEN 104873
<i>Baccharis wagenitzii</i> (F.H.Hellw.) Joch.Müll.	Grão Pará, Serra do Corvo Branco, SC 439	02/04/2010	ECT 741

Fonte: O Autor

Todas as espécies foram cadastradas no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético (SisGen), sob o cadastro nº AFEEC2B, sendo aprovado sem requerimentos admitidos de verificação de indícios de irregularidades.

#### 4.2 Microscopia De Luz Polarizada (LP)

Para as análises em microscópio de luz polarizada as amostras foram mantidas em solução de hipoclorito de sódio durante 12 horas ou até que ficassem translúcidas. Sequencialmente as amostras foram lavadas com água destilada por 6

vezes e então, neutralizadas com solução de ácido acético diluído. Após foram coradas com safranina e montadas em lâmina com uma gota de glicerina a 50%. As fotomicrografias foram realizadas por meio de um microscópio polarizado Nikon E600 POL equipado com sistema de câmera Nikon DSFiv e software de imagem Nikon Elements localizado na Universidade do Mississippi, Oxford, MS, USA.

#### 4.3 Microscopia Eletrônica De Varredura (MEV)

A Microscopia Eletrônica de Varredura das secções transversais de folha e caule foram realizadas em alto vácuo pelo equipamento Mira 3 Teskan. As amostras foram fixadas com fita dupla-face em suporte metálico (stubs) e submetidas à metalização com ouro no equipamento Quorum, modelo SC 7620, localizado no Complexo de Laboratório Multiusuários (C-LAMBU), da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PG, PR, Brasil.

#### 4.4 Espectroscopia De Raios X Por Energia Dispersiva (EDS)

As análises referentes à composição química elementar foram realizadas por meio de EDS. As análises foram conduzidas em células contendo cristais e em células sem cristais para controle. As amostras foram submetidas ao detector de raios-X acoplado à MEV, localizado no C-LABMU, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, PG, PR, Brasil, mantido nas mesmas condições operacionais utilizadas para a captura das eletromicrografias.

#### 4.5 Espectroscopia RAMAN

As medidas foram realizadas nas dependências do laboratório do grupo de nanofotônica e imagens (GNFI) da Universidade Federal de Alagoas, através de um espectrômetro LabRAM HR Evolution da Horiba, com um laser de excitação com comprimento de onda de 785 nm, grade de 300 linhas/mm, detector Synapse e um microscópio acoplado com uma lente objetiva de 50X, com abertura numérica de 0,4. Foram realizadas 30 médias para cada medida, com um tempo de exposição de 15 segundos, na faixa de 100 a 1600  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 4.6 Descrição Dos Cristais

A descrição dos cristais foi baseada em estudos de: Franceschi & Horner, 1980; Franceschi & Nakata, 2005; He et al., 2012; Raman et al., 2014; Silva et al., 2014; Sun et al., 2015; Uloth et. al, 2015. Em alguns casos conceitos básicos de geometria e definições de cristalografia foram aplicados, devido à escassez de definições sobre o assunto. Dessa forma também foram consideradas as definições de: Barison, 2007; Kwaitkowski & Lopes, 2015; Newman, 2016.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 44 espécies (10% do gênero *Baccharis*) foram analisadas utilizando microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo, microscopia de luz polarizada, espectroscopia de raios-X por energia dispersiva e espectroscopia RAMAN, para determinar se os cristais estavam presentes em folhas e/ ou caules, além de evidenciar os morfotipos cristalinos.

Os cristais presentes nas espécies de *Baccharis* analisadas (quadro 3) enquadraram-se nos tipos: bipiramidas, giroédricos, cuneiformes, drusas, estiloides, piramidais, prismático trigonal, tabulares, tipo seta e areia cristalina.

As pranchas referentes aos morfotipos cristalinos encontrados em cada espécie encontram-se na sequência após a caracterização de todos os cristais observados.

### 5.1 Caracterização Dos Cristais Encontrados Em *Baccharis*

Somente as espécies *B. oblongifolia* (figura 14 a, b) e *B. tarchonanthoides* (figura 14 c, d, e) não evidenciaram cristais em folhas e caules.

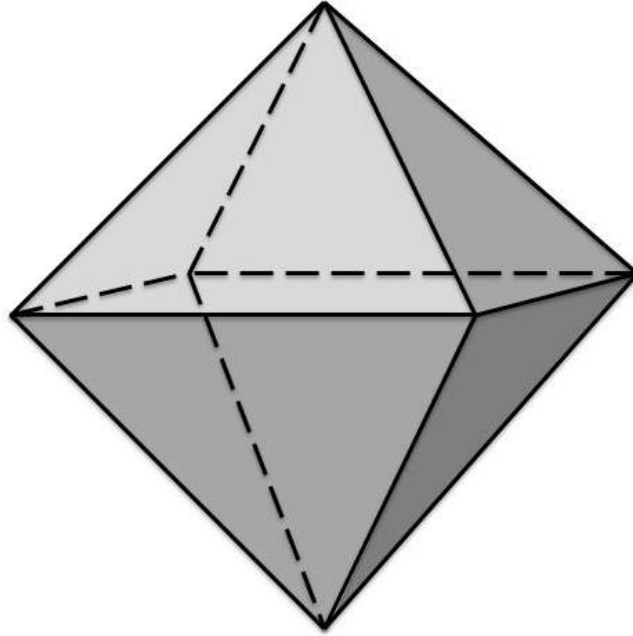
#### 5.1.1 Cristais bipiramidais

São cristais bipiramidas aqueles caracterizados por um sistema tetragonal, onde duas pirâmides, geralmente quadrangulares, se unem. A união dessas pirâmides pode ser por uma “base” fina, espessa, ou diretamente uma com a outra. Dentro desse sistema podemos dividir os cristais bipiramidais em 3 tipos: bipiramidal tipo 1, bipiramidal tipo 2 e bipiramidal tipo 3 (ULOTH et al., 2014; SUN et al.; 2015; NEWMAN, 2016).

Bipiramidal tipo 1 (bp1) é caracterizado pela união direta das duas pirâmides (figura 1), observados no caule das espécies *B. aliena* (figura 16 c), *B. articulata* (figura 20 d; figura 21 d, h), *B. conyzoides* (figura 25 a-d), *B. coridifolia* (figura 26 b, g), *B. curitybensis* (figura 27 a, d), *B. dracunculifolia* (figura 28 d), *B. helicrysoides* (figura 33 a, c, i), *B. ilinita* (figura 34 b, c), *B. microdonda* (figura 38 c-e), *B.*

*pauciflosculosa* (figura 44 b-c), *B. punctulata* (figura c-d), *B. racemosa* (figura 49 b), *B. uncinella* (figura 58 b, g) e *B. wagenitzii* (figura 59 e). Na epiderme foliar em *B. megapotamica* (figura 37 e, g, i) também foi encontrado de forma mais escassa.

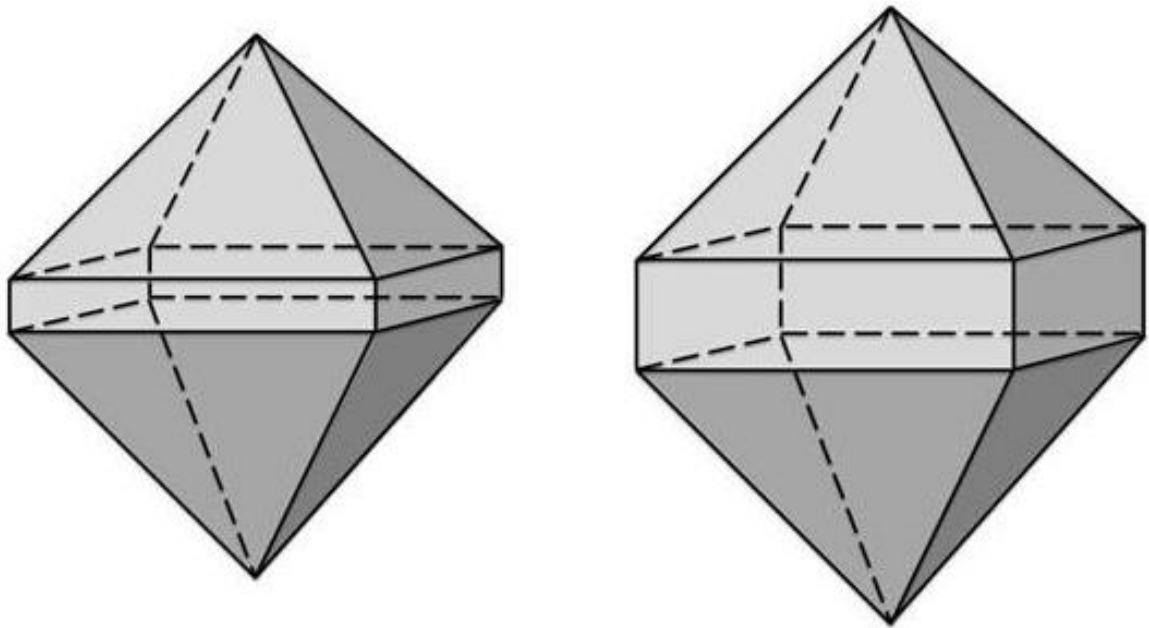
FIGURA 1 – Representação ilustrativa de um cristal Bipiramidal tipo 1 (bp1)



Fonte: O autor

Cristal bipiramidal do tipo 2 (bp2) pode ser definido como possuindo uma base estritamente fina entre a união das duas pirâmides (figura 2), observado no caule das espécies *B. curitybensis* (figura 27 b), *B. dracunculifolia* (figura 28 b, e, f), *B. helicrysoides* (figura 33 a, i), *B. ilinita* (figura 341 c, i), *B. nitida* (figura 40 b; 27 d) *B. paniculata* (figura 42 a), *B. platypoda* (figura 45 a), *B. pluricapitulata* (figura 46 a, b, d, f), *B. reticularioides* (figura 50 a, d, f), *B. salicifolia* (figura 51 a), *B. sphenophylla* (figura 52 a, b, d), *B. tridentata* (figura 54 b), *B. ulicina* (figura 56 d) e *B. uncinella* (figura 58 a). Esse morfotipo também apareceu na epiderme foliar de *B. curitybensis* (figura 27 f) e mesofilo foliar em *B. nitida* (figura 40 e).

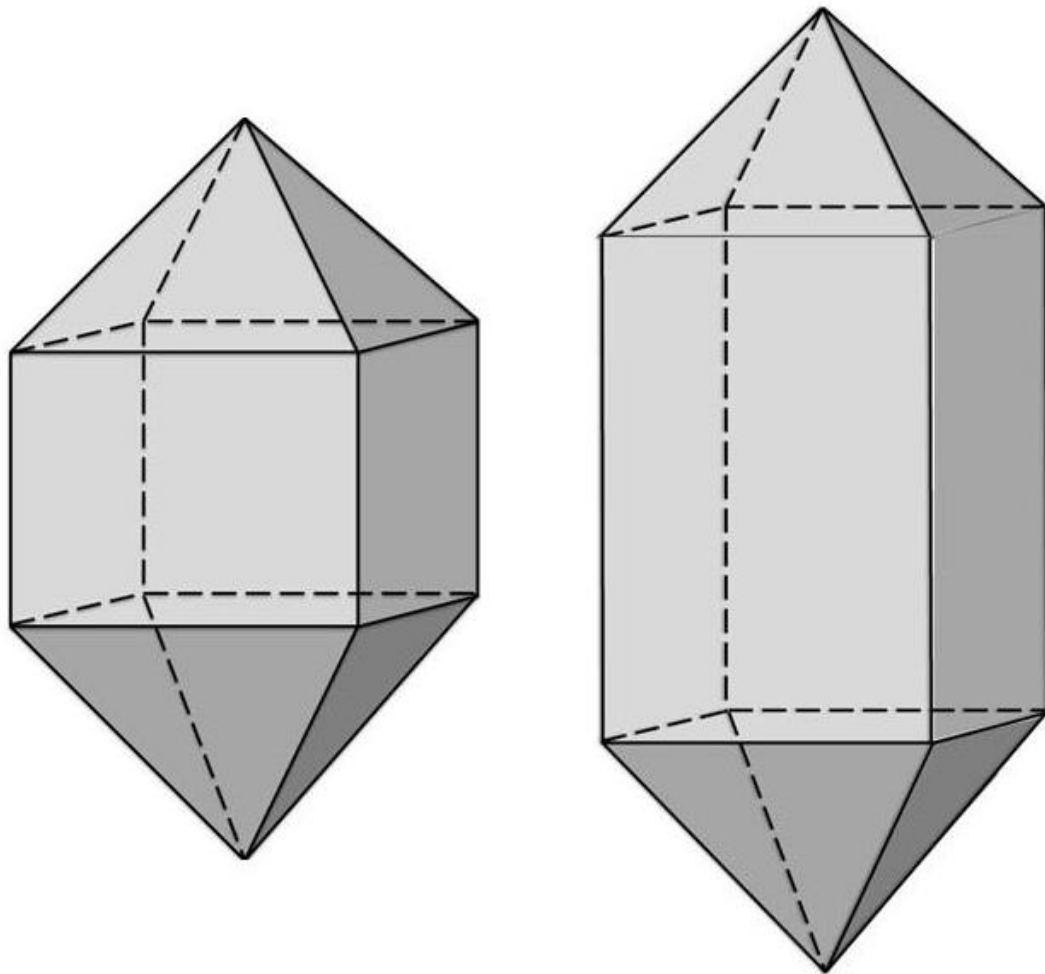
FIGURA 2 – Representação ilustrativa de um cristal Bipiramidal tipo 2 (bp2)



Fonte: O autor

O bipiramidal tipo 3 (bm3) possui entre a união das duas pirâmides uma base consideravelmente espessa (figura 3), observado no caule das espécies *B. articulata* (figura 20 a; 21 a), *B. curitybensis* (figura 27 g), *B. dracunculifolia* (figura 28 a), *B. megapotamica* (figura 37 a, b), *B. nitida* (figura 40 a, b, g; 27 b, c), *B. tridentata* (figura 54 a, c, e), *B. reticularioides* (figura 50 e, f) e *B. ulicina* (figura 56 e). Em *B. megapotamica* ocorreu também na epiderme foliar (figura 37 f).

FIGURA 3 – Representação ilustrativa de um cristal Bipiramidal tipo 3 (bp3).



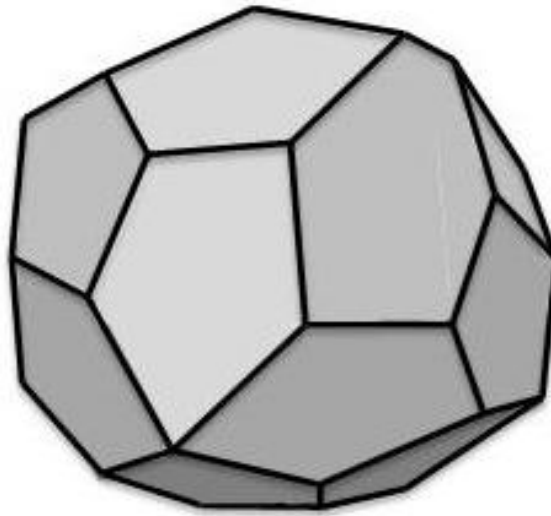
Fonte: O autor

Cristais bipiramidais já foram observados anteriormente em outras espécies de *Baccharis* como relatado no estudo de Jasinski et al., (2012) encontrado na espécie *Baccharis glaziovii*.

#### 5.1.2 Cristais giroédricos

Um giroedro é uma estrutura cristalina inserida dentro do sistema cúbico de cristais, constituído de 24 faces pentagonais irregulares (figura 4) (NEWMAN, 2016).

FIGURA 4 – Representação ilustrativa de um cristal giroédrico (ge).



Fonte: O autor

Cristais do tipo giroedro (ge) foram observados no caule das espécies *B. aliena* (figura 16 f, h) e *B. umbelliformis* (figura 57 a). Até o presente momento nenhuma outra espécie vegetal apresentou esse morfotipo cristalino.

### 5.1.3 Cristais cuneiformes

O cristal cuneiforme é semelhante a um prisma retangular, porém possui duas extremidades afiladas. Esse tipo de cristal caracteriza-se dessa forma, uma vez que, suas extremidades assemelham-se a uma cunha (figura 5) (Silva et al., 2014).

FIGURA 5 – Representação ilustrativa de um cristal do tipo cuneiforme (cn).



Fonte: O autor

Os cristais cuneiformes foram observados no caule das espécies *B. aliena* (figura 16 g), *B. aphylla* (figura 18 c, g, h, i), *B. articulata* (figura 20 c, g; figura 21 c),

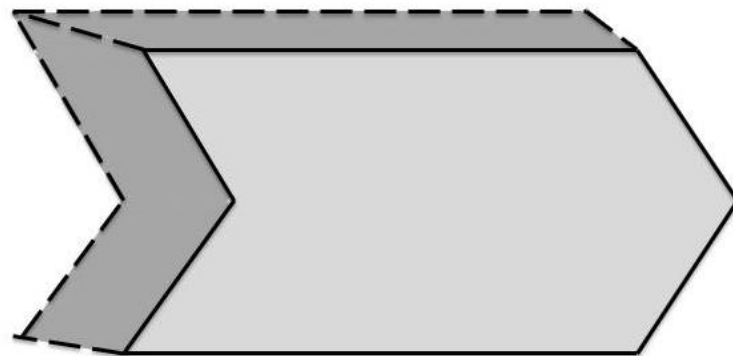


*B. caespitosa* (figura 23 a, b, i), *B. ciliata* (figura 24 b, c, h), *B. curitybensis* (figura 27 b, c), *B. dracunculifolia* (figura 28 c), *B. dubia* (figura 29 a, c, d), *B. genistelloides* (figura 30 b, d), *B. glomeruliflora* (figura 31 d), *B. gnaphalioides* (figura 32 a, b, g, h), *B. helicrysoides* (figura 33, b, c, d, e, g), *B. ilinita* (figura 34 a, f, g, h), *B. linearifolia* (figura 35 e), *B. macrophylla* (figura 36 a, b, g), *B. potrerillana* (figura 39 d, g), *B. nitida* (figura 40 d), *B. paniculata* (figura 42 d), *B. patens* (figura 43 b, 29 f, 29 g), *B. platypoda* (figura 45 g), *B. polifolia* (figura 47 b, c), *B. punctulata* (figura 48 a), *B. racemosa* (figura 49 c), *B. salicifolia* (figura 51 b), *B. sphenophylla* (figura 52 c, e), *B. ulicina* (figura 56 c) e *B. umbelliformis* (figura 57 b, d). No mesofilo foliar de *B. gnaphalioides* (figura 32 d) e na epiderme foliar de *B. helicrysoides* (figura 33 f), *B. megapotamica* (figura 37 h), *B. paniculata* (figura 42 f, h) e *B. umbelliformis* (figura 57 f) também apresentaram cristais cuneiformes.

#### 5.1.4 Cristais do tipo seta

O cristal tipo seta (se) é caracterizado por possuir uma extremidade pontuda e outra com uma reentrância em formato de “V”, lembrando a ponta de uma seta (figura 6).

FIGURA 6 – Representação ilustrativa de um cristal do tipo seta (se)



Fonte: O autor

Esse cristal foi observado no caule de *B. aliena* (figura 16 i), *B. aphylla* (figura 18 d, e, f, g), *B. articulata* (figura 20 g), *B. curitybensis* (figura 27 c, d), *B. dracunculifolia* (figura 28 c), *B. dubia* (figura 29 d), *B. genistelloides* (figura 30 c), *B. gnaphalioides* (figura 32 c), *B. helicrysoides* (figura 33 a, c, d), *B. ilinita* (figura 34 a, d), *B. linearifolia* (figura 35 a, b, d, g), *B. macrophylla* (figura 36 b), *B. potrerillana*

(figura 39 c, d), *B. nitida* (figura 40 d, i), *B. patens* (figura 43 c), *B. platypoda* (figura 45 f), *B. polifolia* (figura 47 a, b, d), *B. racemosa* (figura 49 b, e), *B. ulicina* (figura 56 a, b) e *B. uncinella* (figura 58 e). Também esteve presente na epiderme foliar de *B. dubia* (figura 29 e), *B. paniculata* (figura 42 e) e *B. ulicina* (figura 56 f).

Sugere-se que esse morfotipo cristalino seja formado através da união lado a lado de dois cristais do tipo cuneiforme, melhor observados nas espécies *B. patens* (figura 43 c) e *B. polifolia* (figura 47 d).

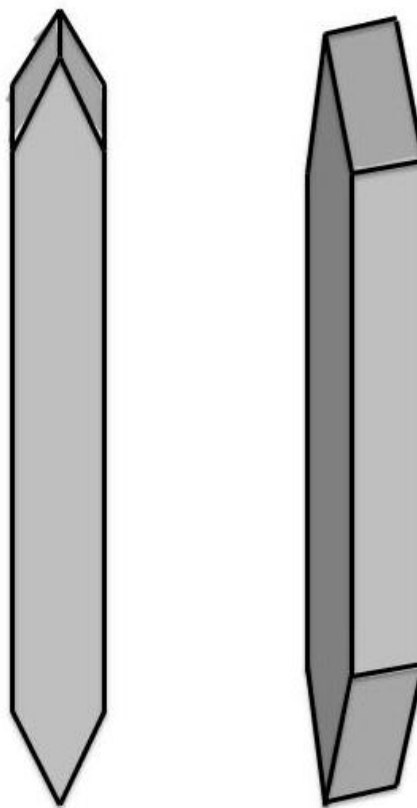
### 5.1.5 Cristais estiloides

Cristais do tipo estiloide (es) apresentam-se como cristais alongados, com as extremidades pontiagudas, quando vistos pela frontal, ou truncados, quando vistos pela face lateral (figura 7) (FRANCESCHI; HORNER, 1980; RAMAN et al., 2014).

Esse é o cristal mais comumente encontrado em espécies de plantas. Nas espécies de *Baccharis* se fez presente em 38, das 44 espécies analisadas, estando presente no rizoma de *B. acaulis* (figura 15 a), no caule das espécies *B. aliena* (figura 17 c, d), *B. aphylla* (figura 18 a, b, c, h), *B. arguta* (figura 19 a, b), *B. articulata* (figura 20 c, e, i; figura 21 b, c), *B. boliviensis* (figura 22 d, i), *B. caespitosa* (figura 23 a, c, d, h), *B. ciliata* (figura 24 a, c, d, e, g), *B. coridifolia* (figura 26 a, c, d), *B. curitybensis* (figura 27 c, d), *B. dracunculifolia* (figura 28, a, b, c, g), *B. dubia* (figura 29 a, b, d), *B. genistelloides* (figura 30 b, c, d, f, g), *B. glomeruliflora* (figura 31 a, b, c), *B. gnaphalioides* (figura 32 a, b, c, e, f, g, h), *B. helicyroides* (figura 33 a, b, c, e, g, h), *B. ilinita* (figura 34 a, b, c, d, e, f), *B. linearifolia* (figura 35 a, d, e, f), *B. macrophylla* (figura 36 a, c, e, f), *B. megapotamica* (figura 37 d), *B. microdonta* (figura 38 a, b, d, f), *B. potrerillana* (figura 39 b, g), *B. nitida* (figura 40 c, f, g, i; figura 41 a), *B. paniculata* (figura 42 c, d), *B. patens* (figura 43 a, d, g, h), *B. pluricapitulata* (figura 46 a, c, g), *B. polifolia* (figura 47 a, b, c, d), *B. punctulata* (figura 48 b, c, d, e, f, g, h, i), *B. racemosa* (figura 49 a, e), *B. salicifolia* (figura 51 c), *B. sphenophylla* (figura 52 b, d), *B. thymifolia* (figura 53 c, d), *B. tridentata* (figura 54 a, d, e), *B. trinervis* (figura 55 c, d, e, f), *B. ulicina* (figura 56 e), *B. umbelliformis* (figura 57 c, d), *B. uncinella* (figura 58 f) e *B. wagenitzii* (figura 59 b, d). Os mesmo cristais apareceram no mesofilo foliar de *B. aliena*, *B. glomeruliflora* (figura 31 e), *B. gnaphalioides* (figura 32 d), *B. salicifolia* (figura 51 d), bem como na epiderme foliar

de *B. arguta* (figura 19 e, h), *B. boliviensis* (figura 22 e), *B. coridifolia* (figura 26 e, f, h), *B. dracunculifolia* (figura 28 i), *B. dubia* (figura 29 h), *B. genistelloides* (figura 30 h, i), *B. helicyroides* (figura 33 f), *B. linearifolia* (figura 35 i), *B. megapotamica* (figura 37 i), *B. potrerillana* (figura 39 h), *B. paniculata* (figura 42 f, h), *B. pluricapitulata* (figura 46 h), *B. polifolia* (figura 47 e), *B. racemosa* (figura 49 f), *B. tridentata* (figura 54 h), *B. ulicina* (figura 56 f), *B. umbelliformis* (figura 57 e, f), *B. uncinella* (figura 58 g) e *B. wagenitzii* (figura 59 f).

FIGURA 7 – Representação ilustrativa de um cristal do tipo estiloide (es).



Fonte: O Autor

Um achado diferencial, que sugere um marcador anatômico para *B. paniculata* foi a presença de cristais estiloides no tricoma glandular da espécie (figura 28 g), sendo esta a única espécie, dentre as analisadas, a apresentar essa característica.

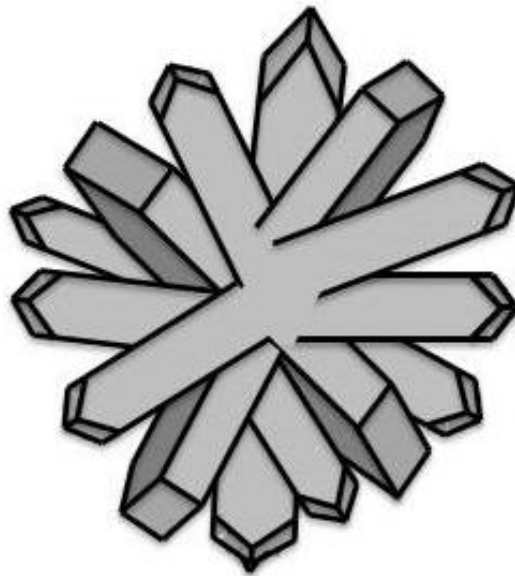
A morfologia dos cristais presentes em plantas pode ser específica para uma espécie, ou característico para um táxon, um gênero. No caso de *Baccharis* os cristais estiloides evidenciam-se como um cristal característico para o gênero, pois

aparece em aproximadamente 88% das espécies até aqui analisadas (FRANCESCHI; HORNER, 1980).

#### 5.1.6 Cristais do tipo drusas

Uma drusa (dr) caracteriza-se como um agregado esférico de cristais individuais (figura 8). Entende-se como drusa uma deposição de diferentes tipos de cristais, podendo ser cristais estiloides, formando uma drusa de estiloides, ou cristais tabulares, dando origem a uma drusa de tabular. No presente estudo, pode-se observar uma deposição de cristais do tipo estiloide, formando drusas de estiloides (de), observada através do MEV (FRANCESCHI; HORNER, 1980; HE et al., 2012).

FIGURA 8 – Representação ilustrativa de cristal do tipo drusa (dr)



Fonte: O Autor

Foram encontrados cristais do tipo drusa, dentro das células apicais dos tricomas glandulares bisseriados nas espécies *B. aliena* (figura 17 a, b, f), *B. arguta* (figura 19 g), *B. articulata* (figura 21 e, g, h, i), *B. boliviensis* (figura 22 a, b, c, f, g, h), *B. caespitosa* (figura 23 e, f, g), *B. ciliata* (figura 24 i), *B. curitybensis* (figura 27 e, h), *B. dracunculifolia* (figura 28 h), *B. glomeruliflora* (figura 31 f-i), *B. ganaphalioides* (figura 19 i), *B. linearifolia* (figura 35 h), *B. macrophylla* (figura 36 h, i), *B. microdonta* (figura 38 g-i), *B. potrerillana* (figura 39 i), *B. nitida* (figura 41 e-i), *B. platypoda* (figura 45 h, i), *B. pluricapitulata* (figura h), *B. polifolia* (figura 47 f, g, h, i), *B. sphenophylla*

(figura 52 g-i), *B. tridentata* (figura 54 f, g, i), *B. umbelliformis* (figura 57 g, h, i) e *B. uncinella* (figura 58 i). Já na epiderme foliar observou-se nas espécies *B. arguta* (figura 19 c, e, h), *B. articulata* (figura 21 f), *B. curitybensis* (figura 27 i), *B. paniculata* (figura 42 i), *B. patens* (figura 43 i), *B. trinervis* (figura 55 g-i) e *B. wagenitzii* (figura 59 d). A espécie *B. ulicina* apresentou drusas tanto na epiderme foliar (figura 38 f, g, h), como no mesofilo foliar.

Drusas também apareceram no caule da espécie *B. potrerillana* (figura 39 f). Enquanto drusa de estiloides (de) foram observadas no caule de *B. racemosa* (figura 49 d), *B. trinervis* (figura 55 a, b) e *B. wagenitzii* (figura 41 a). Com exceção dessas três espécies, as demais drusas observadas não foram classificadas quanto ao tipo de cristal que a forma, pois foram visualizadas através da microscopia de luz polarizada, a qual não permitiu a identificação do morfotipo que compõem as drusas.

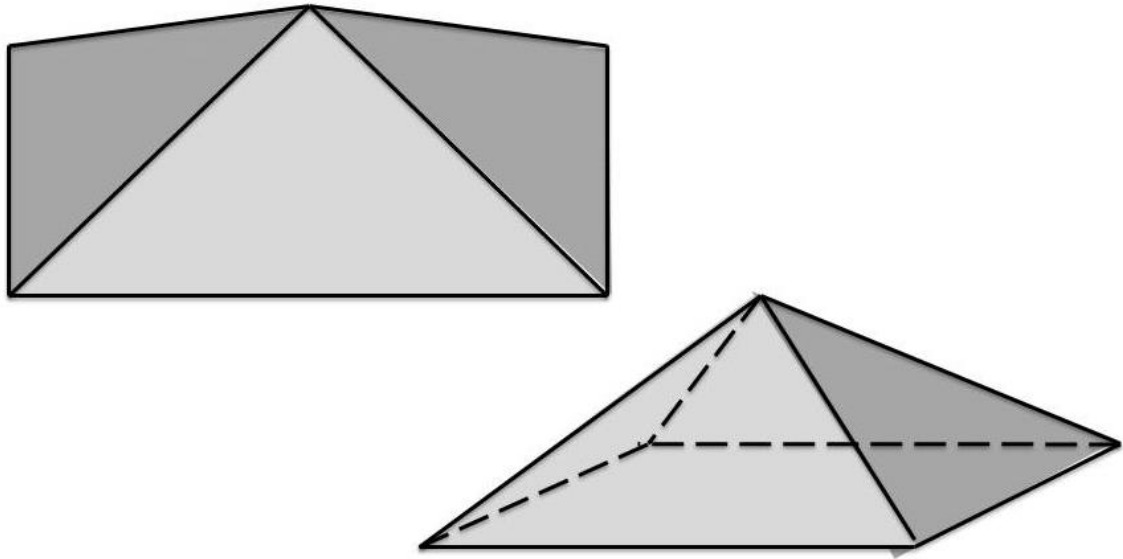
No tricoma tector de *B. arguta* foram observadas drusas (figura 19 d, f, i), sendo este um achado importante, nunca evidenciado antes, podendo auxiliar como um marcador anatômico para a espécie.

Os tricomas aparecem como os marcadores anatômicos mais importantes em *Baccharis*, de forma a auxiliar no diagnóstico das espécies. Em um estudo de Budel et al. (2018) há o relato da presença de drusas em tricomas glandulares, visto que nenhum outro estudo, realizado até o momento, havia constatado esse tipo de cristal dentro do tricoma.

#### 5.1.7 Cristais piramidais

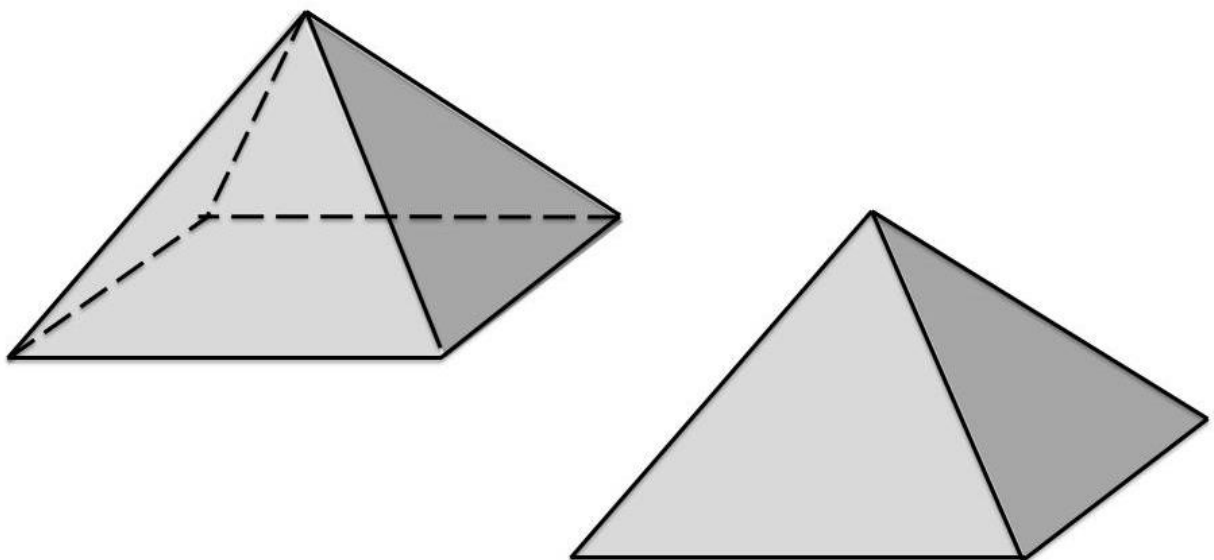
Uma pirâmide é definida como um poliedro que tem como base um polígono qualquer e as laterais compostas por triângulos, os quais são unidos por um vértice em comum, sendo este o vértice da pirâmide. Dividiram-se os cristais piramidais em dois tipos, sendo eles: cristais pirâmidas do tipo 1 (pm1), o qual possuíam a base da pirâmide formada por um retângulo (figura 9), e os cristais piramidais do tipo 2 (pm2) os quais possuíam a base da pirâmide formada por um quadrado (figura 10) (BARISON, 2007).

FIGURA 9 – Representação ilustrativa de cristal Piramidal tipo 1 (pm1).



Fonte: O Autor

FIGURA 10 – Representação ilustrativa de cristal Piramidal tipo 2 (pm2)



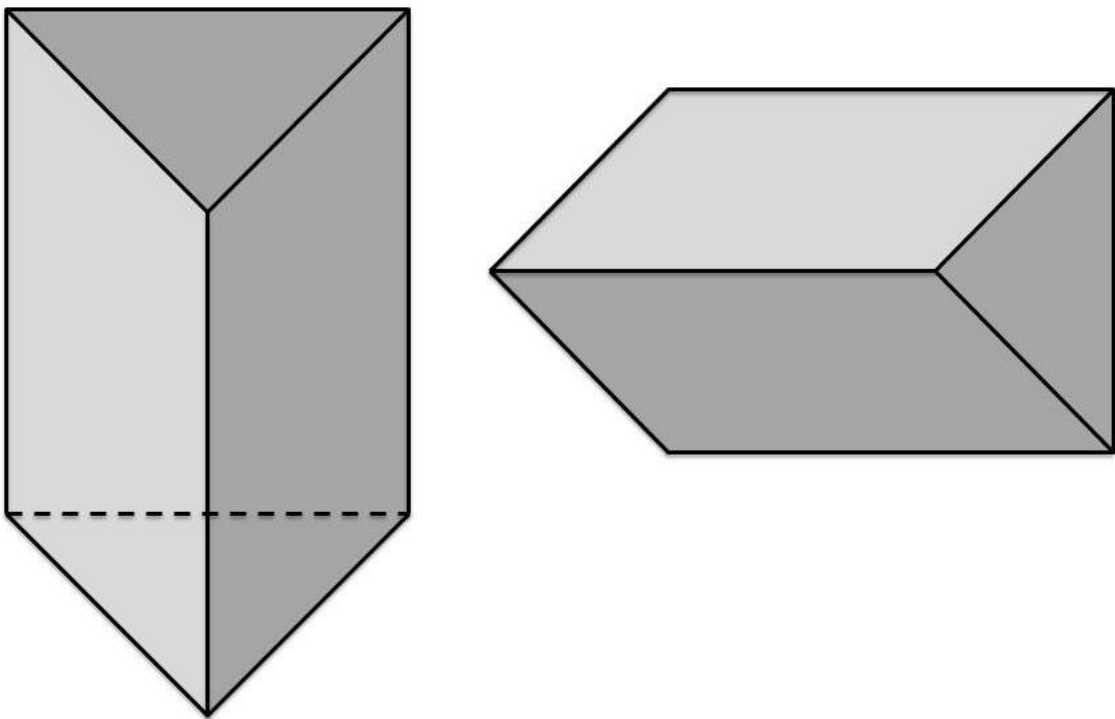
Fonte: O Autor

Os cristais piramidais do tipo 1 foram observados no caule das espécies *B. articulata* (figura 20 f), *B. racemosa* (figura 49 a), *B. ulicina* (figura 56 c) e *B. uncinella* (figura 58 d). Já os cristais piramidais do tipo 2 apareceram apenas na epiderme foliar de *Baccharis dubia* (figura 29 i) o qual só pode ser visualizado através da microscopia de luz polarizada.

### 5.1.8 Cristal prismático trigonal

Classifica-se como prisma um poliedro delimitado lateralmente por paralelogramas, e nas extremidades por dois polígonos iguais e paralelos. Um prisma trigonal é tido como um prisma do tipo regular, onde suas extremidades são compostas por triângulos (figura 11) (KWAITKOWSKI JÚNIOR; LOPES, 2015; NEWMAN, 2016).

FIGURA 11 – Representação ilustrativa de um cristal Prismático Trigonal (pt)



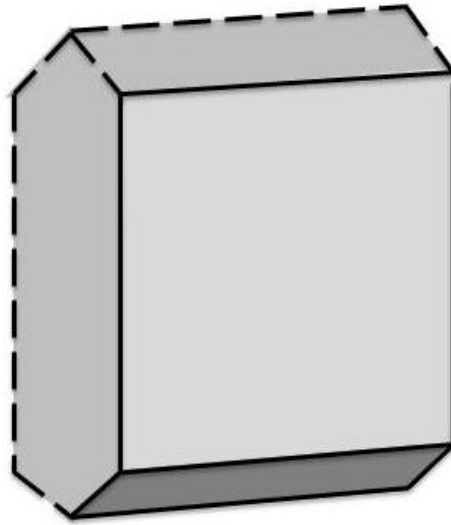
Fonte: O Autor

O cristal prismático trigonal (pt) foi encontrado em três das espécies estudadas, sendo estas *B. aliena* (figura 16 c), *B. ciliata* (figura 24 f) e *B. ilinita* (figura 34 a). Não se tem relato de estudos anteriores evidenciando esse morfotipo em alguma espécie, tanto de *Baccharis*, como de outra espécie vegetal.

### 5.1.9 Cristais tabulares

Cristais tabulares são aqueles que possuem duas direções equivalentes, podendo ser mais ou menos desenvolvidas, equivalendo a até 1/3 de diferença, assemelhando-se a uma tábua (figura 12) (SILVA et al., 2014).

FIGURA 12 – Representação ilustrativa de um cristal tabular (tb)



Fonte: O Autor

Os cristais tabulares (tb) foram observados no caule das espécies *B. aphylla* (figura 18 a, f), *B. articulata* (figura 20 f, g), *B. ciliata* (figura 24 d), *B. genistelloides* (figura 30 a, g), *B. linearifolia* (figura 35 a, c), *B. potrerillana* (figura 39 a-c), *B. patens* (figura 43 e), *B. platypoda* (figura 45 b), *B. polifolia* (figura 47 d), *B. ulicina* (figura 56 b) e *B. umbelliformis* (figura 57 b, d).

Em *B. platypoda* os cristais tabulares se uniram, formando uma pilha de tabular (figura 30 d), onde dentre as espécies estudadas apareceu apenas nesta. Um estudo de Bobek et al., 2016 também evidenciou a presença de pilhas de tabulares na espécie *Baccharis trilobata* A.S.Oliveira & Marchiori.

#### 5.1.10 Areia cristalina

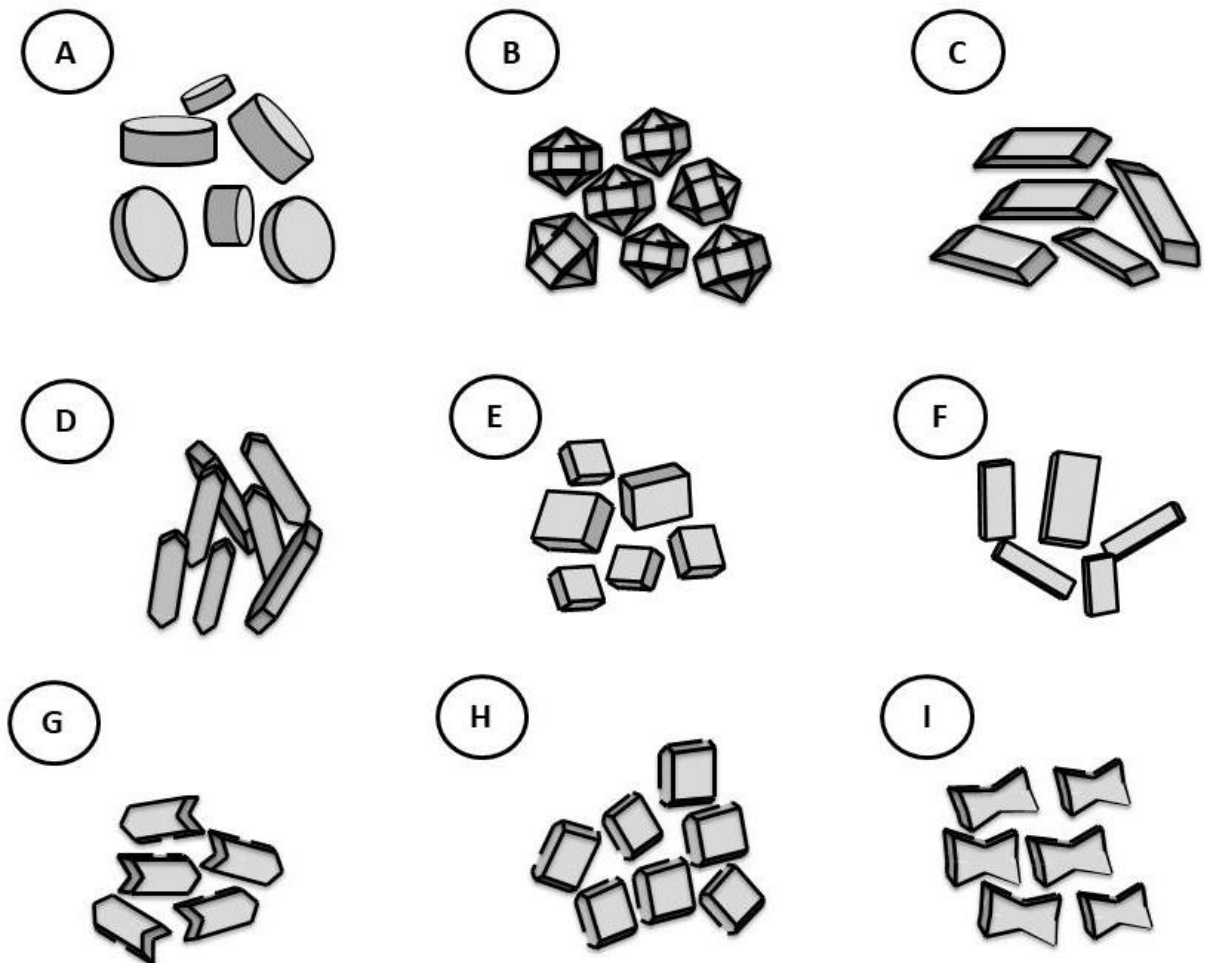
A areia cristalina é retratada como uma massa de pequenos cristais individuais dentro de uma única célula, são geralmente inferiores a 3  $\mu\text{m}$ , podendo assumir diversas formas (FRANCESCHI; HORNER, 1980).

No presente estudo foram relatados nove tipos de areias cristalinas. Sendo eles classificados pelo formato apresentado, a saber: areia cristalina cilíndrica (acc) (figura 13 a), areia cristalina de bipiramidal (acb) (figura 13 b), areia cristalina



cuneiforme (acn) (figura 13 c), areia cristalina de estiloide (ace) (figura 13 d), areia cristalina paralelepípeda quadrada (apq) (figura 13 e), areia cristalina paralelepípeda retangular (apr) (figura 13 f), areia cristalina tipo seta (acs) (figura 13 g), areia cristalina de tabular (act) (figura 13 h) e areia cristalina tipo gravata borboleta (acg) (figura 13 i).

FIGURA 13 – Representação ilustrativa dos tipos de areia cristalina



Fonte: O Autor

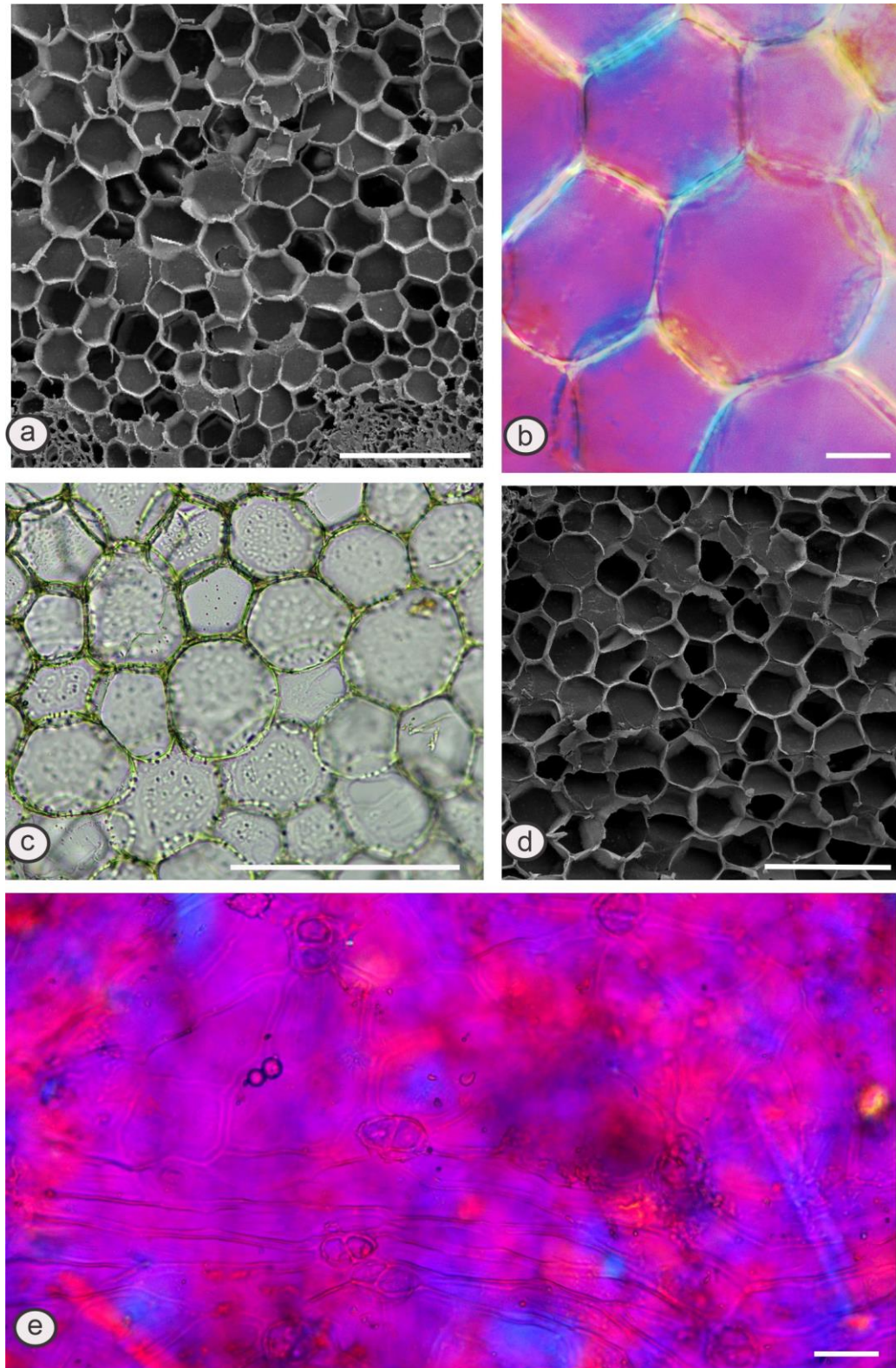
Notas: [A – areia cristalina cilíndrica (acc), B – areia cristalina de bipiramidal (acb), C – areia cristalina de cuneiforme (acn), D – areia cristalina de estiloide (ace), E – areia cristalina paralelepípeda quadrada (apq), F – areia cristalina paralelepípeda retangular (apr), G – areia cristalina tipo seta (acs), H – areia cristalina de tabular (act), I – areia cristalina tipo gravata borboleta (acg).

Foram observadas areia cristalina cilíndrica (acc) no caule das espécies *B. articulata* (figura 20 i), *B. nitida* (figura 40 f), *B. platypoda* (figura 45 c-e) e *B. sphenophylla* (figura 52 f); areia cristalina de bipiramidal (acb) no caule de *B. potrerillana* (figura 39 a, b, d, e), *B. paniculata* (figura 42 c) e *B. pluricapitulata* (figura 46 b); areia cristalina de cuneiforme (acn) encontrada no caule de *B. thymifolia*

(figura 53, a, b); areia cristalina de estiloide (ace) observada no caule de *B. aliena*, *B. articulata* (figura 20 b, d, e), *B. dracunculifolia* (figura 28 d), *B. helicrysoides* (figura 33 c, d), *B. ilinita* (figura 21 d), *B. potrerillana* (figura 39 a), *B. nitida* (figura 40 f), *B. pluricapitulata* (figura 46 b), *B. racemosa* (figura 49 c), *B. salicifolia* (figura 51 b), *B. umbelliformis* (figura 57 a) e *B. wagenitzii* (figura 41 c); areia cristalina paralelepípeda quadrada (apq) foi observada no caule de *B. megapotamica* (figura 37 c), *B. pauciflosculosa* (figura 44 a, c, d) e *B. reticularioides* (figura 50 c), areia cristalina paralelepípeda retangular (apr) foi evidenciada em apenas duas espécies, sendo elas no caule de *B. nitida* (figura 40 h) e *B. reticularioides* (figura 50 a), areia cristalina tipo seta (acs) foi encontrada no caule de *B. platypoda* (figura 45 e), *B. pauciflosculosa* (figura 44 a), *B. reticularioides* (figura 50 b) e *B. thymifolia* (figura 53 a-b), areia cristalina de tabular (act) no caule de *B. macrophylla* (figura 36 d), *B. platypoda* (figura 45 e), *B. pluricapitulata* (figura 46 e), *B. thymifolia* (figura 53 a, b) e *B. uncinella* (figura 58 c). O outro morfotipo não foi descrito até o presente momento, o qual se assemelhou a uma gravata-borboleta, sendo considerado, portanto, areia cristalina do tipo gravata-borboleta (acg), presente no caule das espécies *B. articulata* (figura 20 h), *B. dubia* (figura 29 e-h) e *B. platypoda* (figura 45 c)

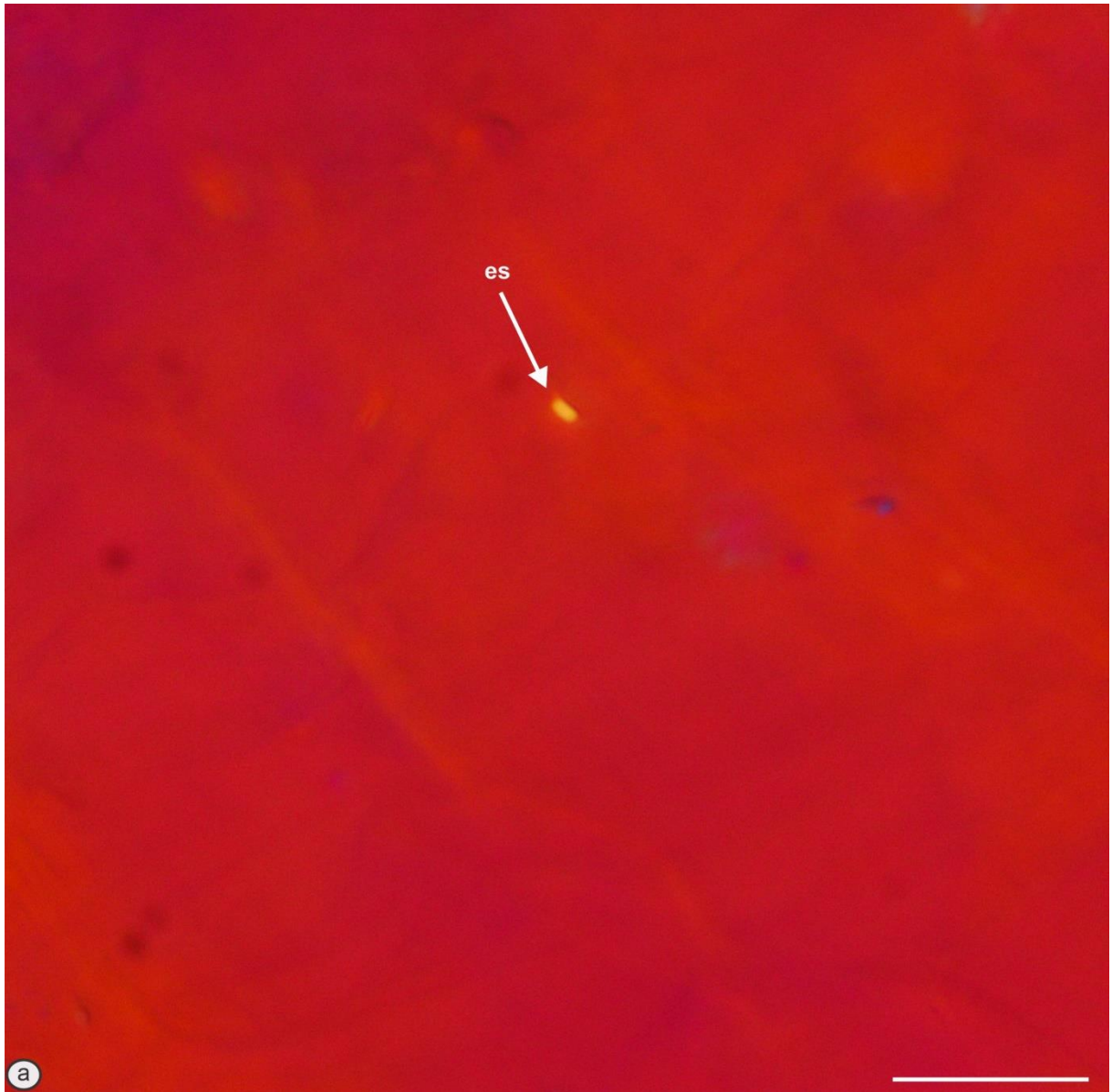
A presença de areia cristalina (ac) também foi evidenciada no tricoma flagiliforme de *B. ulicina* (figura 56 i), porém esta não pode ser classificada devido o aumento proporcionado pela microscopia de luz polarizada. Vários estudos têm relatado a presença de tricomas flagiliformes em *Baccharis*, porém, não há evidências de areia cristalina nas células deste (JASINSKI et al., 2014).

FIGURA 14 – *B. oblongifolia* e *B. tarchonanthoides*



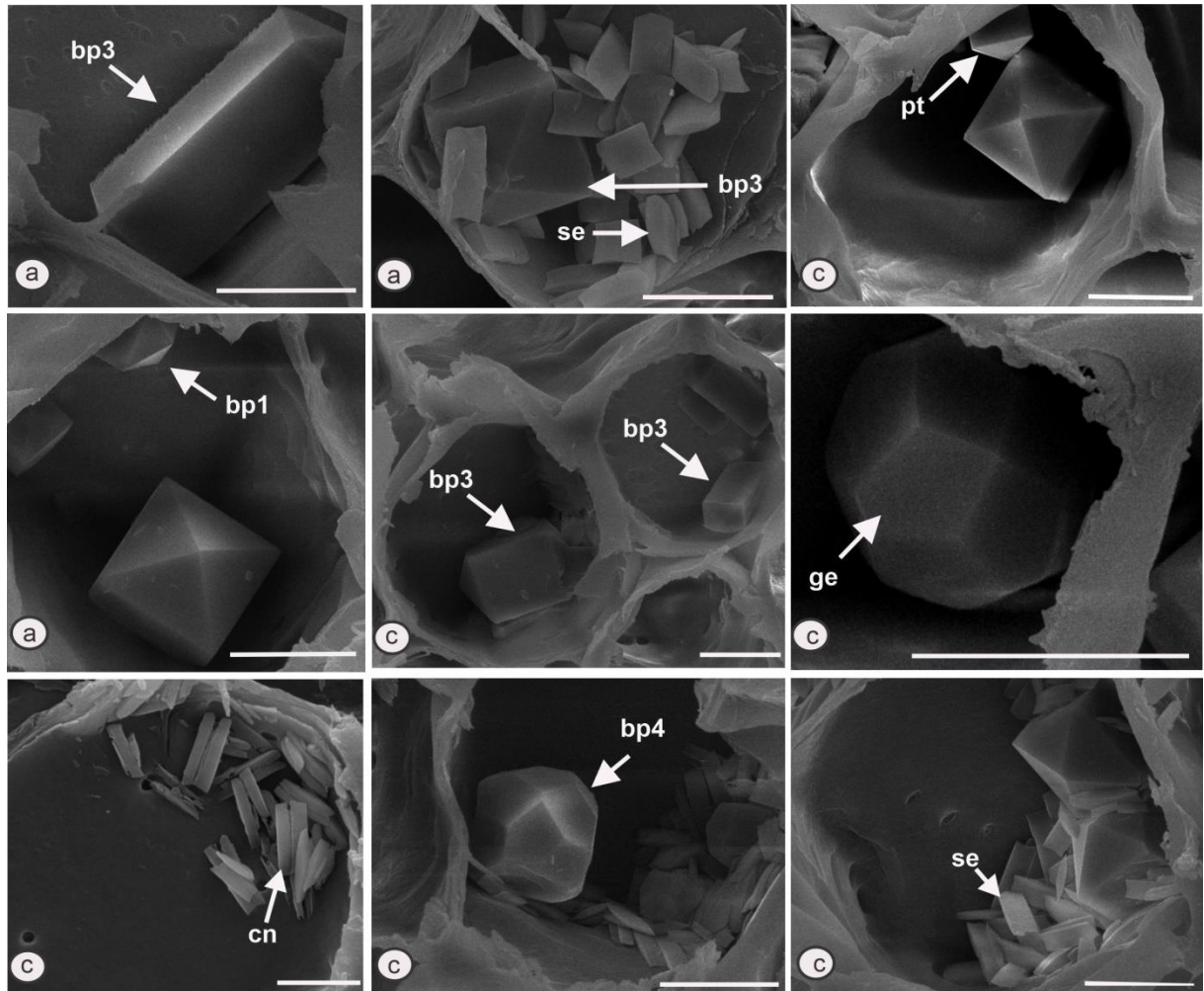
Fonte: O Autor

Notas: Secção transversal (ST) do caule (a, b, c, d) e epiderme foliar (e) de *Baccharis*. [MEV (a, d); LP (b, c, e)] *B. oblongifolia* (a, b), *B. tarchonanthoides* (c-e). Barra de escalas = b, c, e = 20µm; a, d = 200 µm.

FIGURA 15 – *B. acaulis*

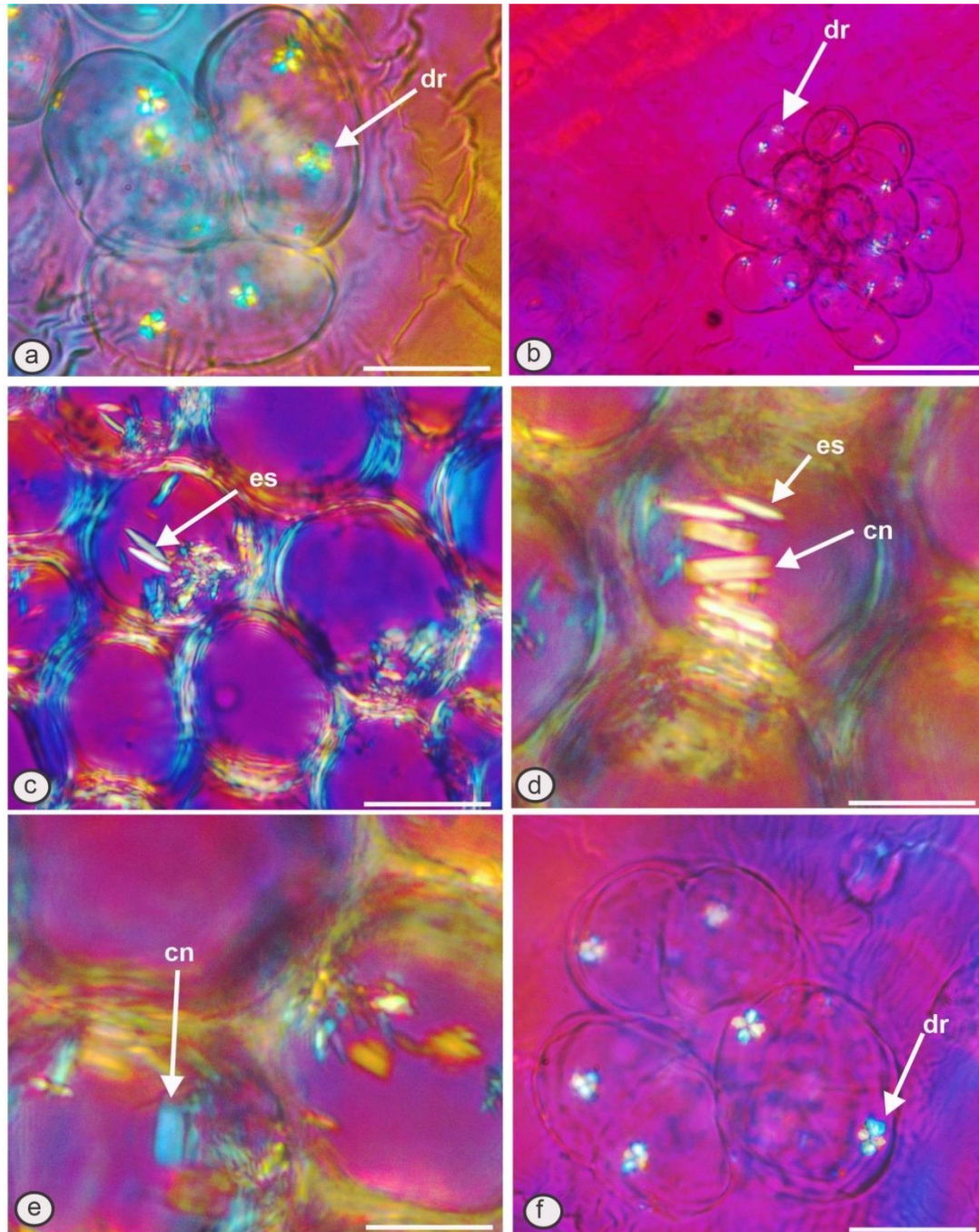
Fonte: O Autor

Notas: ST do rizoma de *B. acaulis*. [LP (a)]. [es – estiloide]. Barra de escala = 20  $\mu$ m.

FIGURA 16 – *B. aliena*

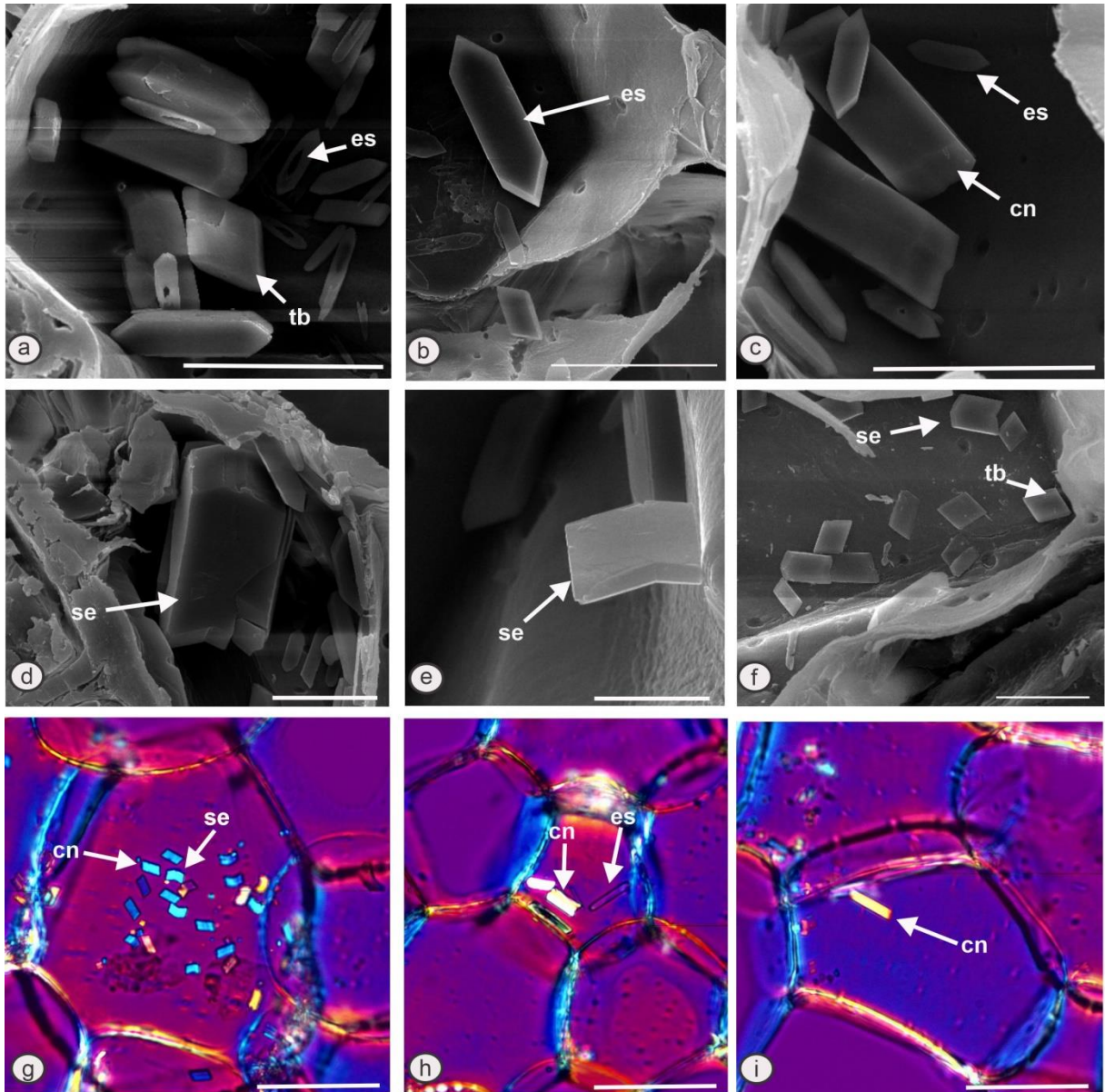
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule de *B. aliena* [MEV (a-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; bp3 – bipiramidal tipo 3; bp4 – bipiramidal tipo 4; se – cristal tipo seta; pt – prismático trigonal; cn – cuneiforme]. Barras de escala = g = 5  $\mu\text{m}$ ; a, b, c, d, e, f, h, i = 10  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 17 – *B. aliena*

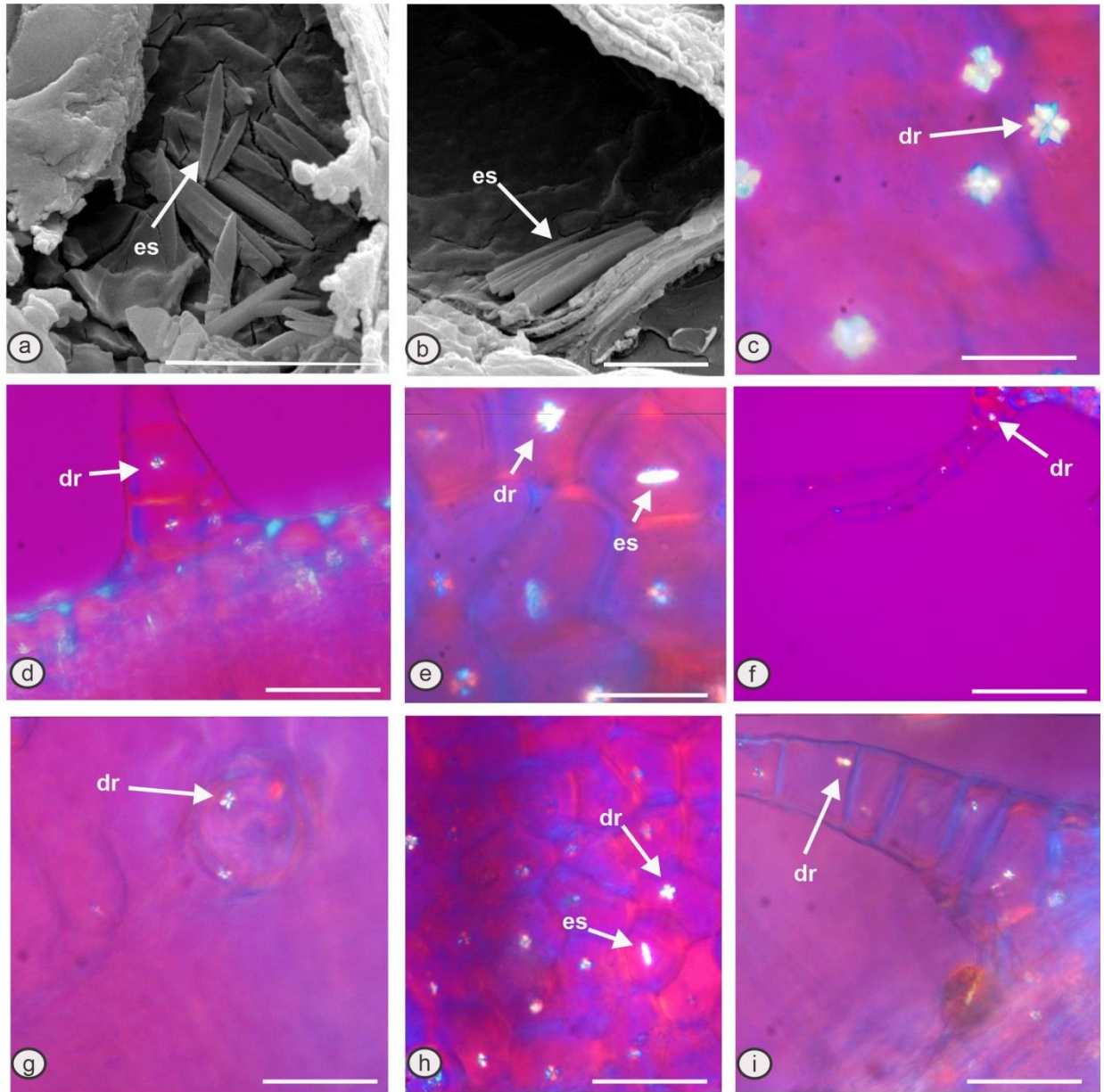
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule de *B. aliena* (c-e) e epiderme foliar de *B. aliena* (a,b, f). [LP (a-f)]. [dr – drusa; es - estiloide; cn – cuneiforme]. Barras de escala = c, d, e = 10  $\mu$ m; a, b, e = 20  $\mu$ m.

FIGURA 18 – *B. aphylla*

Fonte: O Autor

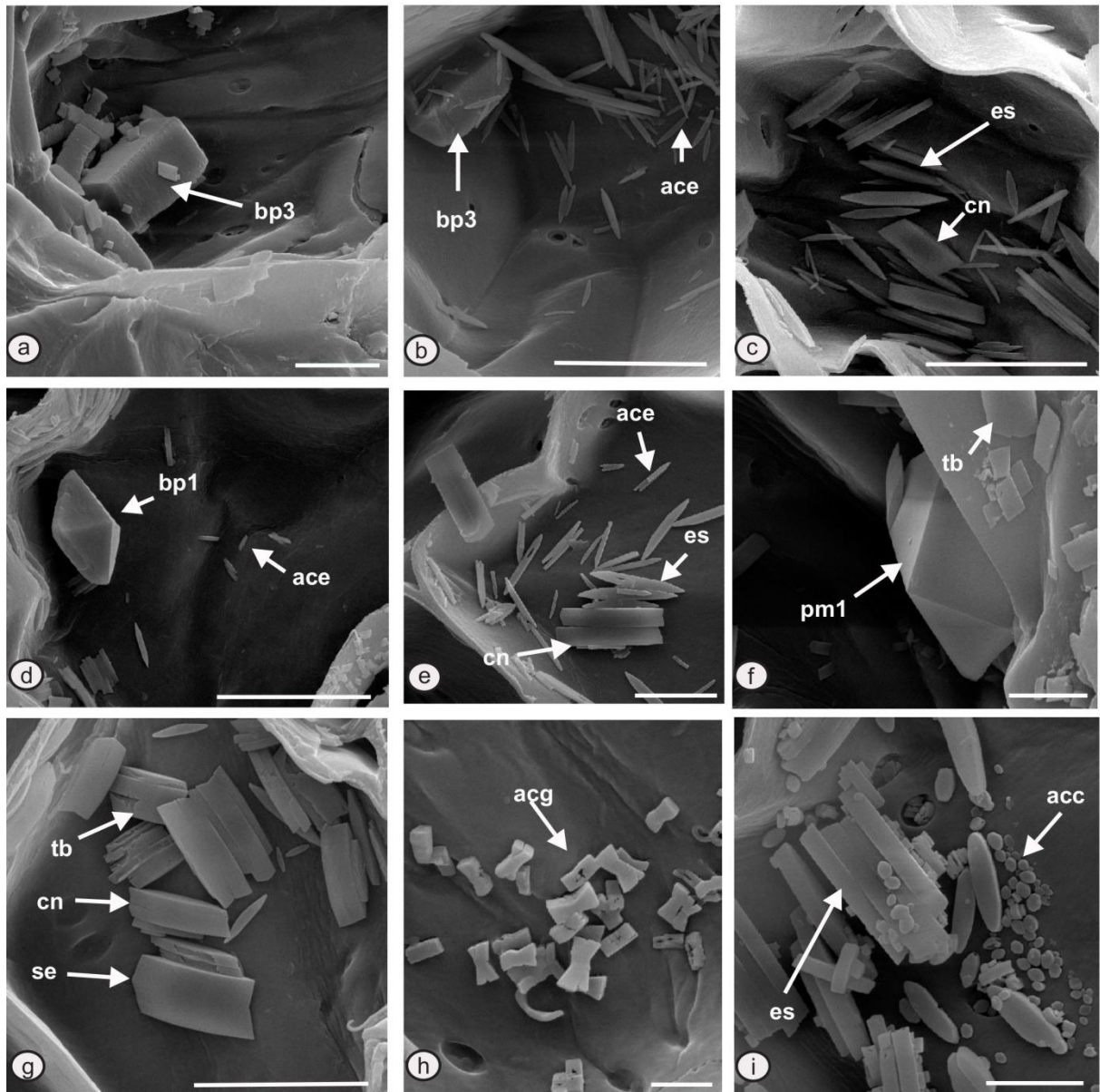
Notas: ST do caule de *B. aphylla* (a-i). [MEV (a-f); LP (g-i)]. [es – estiloides; tb – tabular; cn – cuneiformes; se – cristal tipo seta]. Barras de escala = e = 5  $\mu\text{m}$ ; d, f, g, h, i = 10  $\mu\text{m}$ ; a, b, c = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 19 – *B. arguta*

Fonte: O Autor

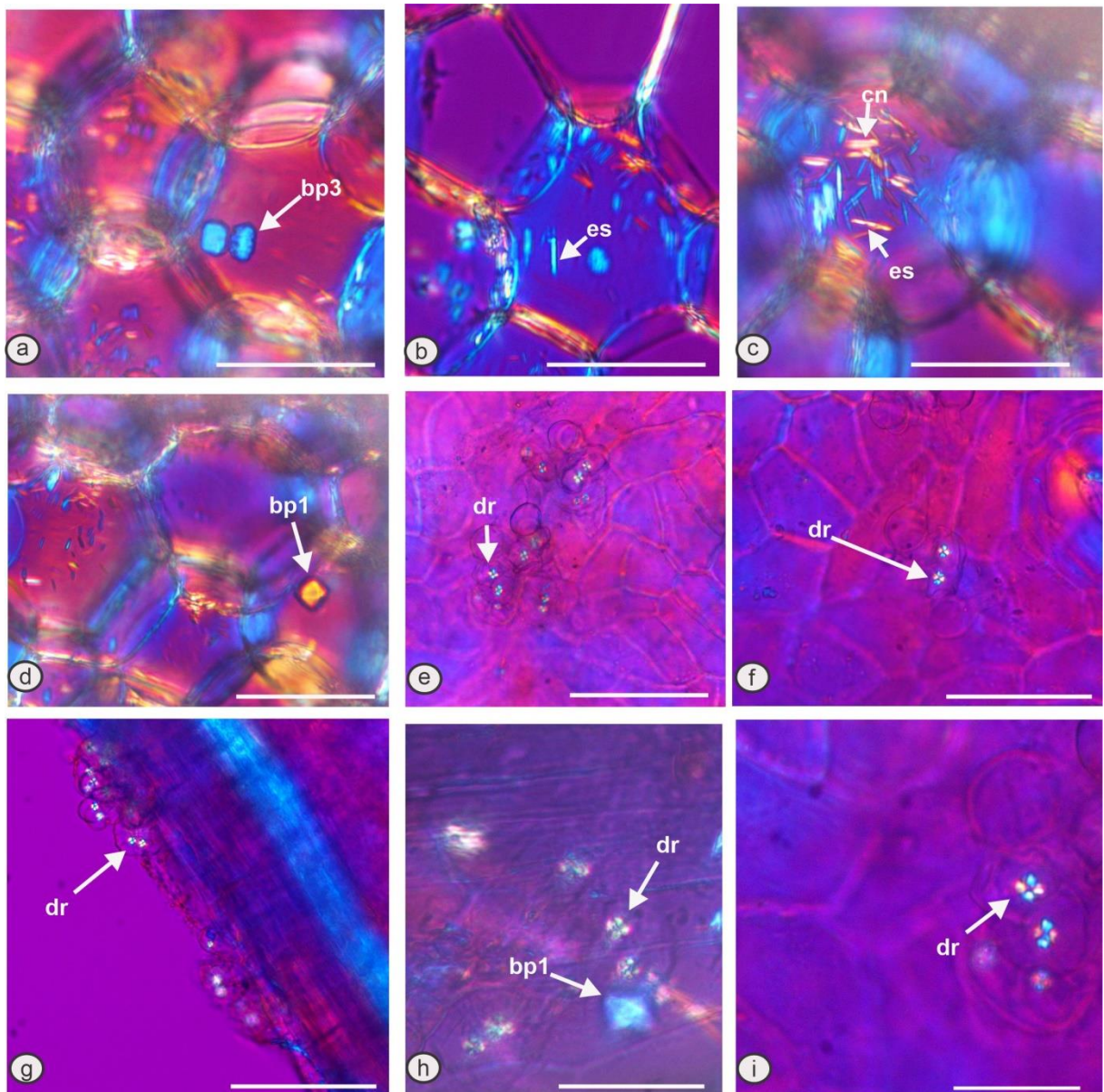
Notas: ST do caule de *B. arguta* (a, b); epiderme foliar (c, e, h); tricoma tector (d, f, i); tricoma glandular (g) de *B. arguta*. [MEV (a, b); LP (c – i)]. [es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = b = 5  $\mu$ m; a, d, e, g, h, i 10  $\mu$ m; f = 20  $\mu$ m.



FIGURA 20 – *B. articulata*

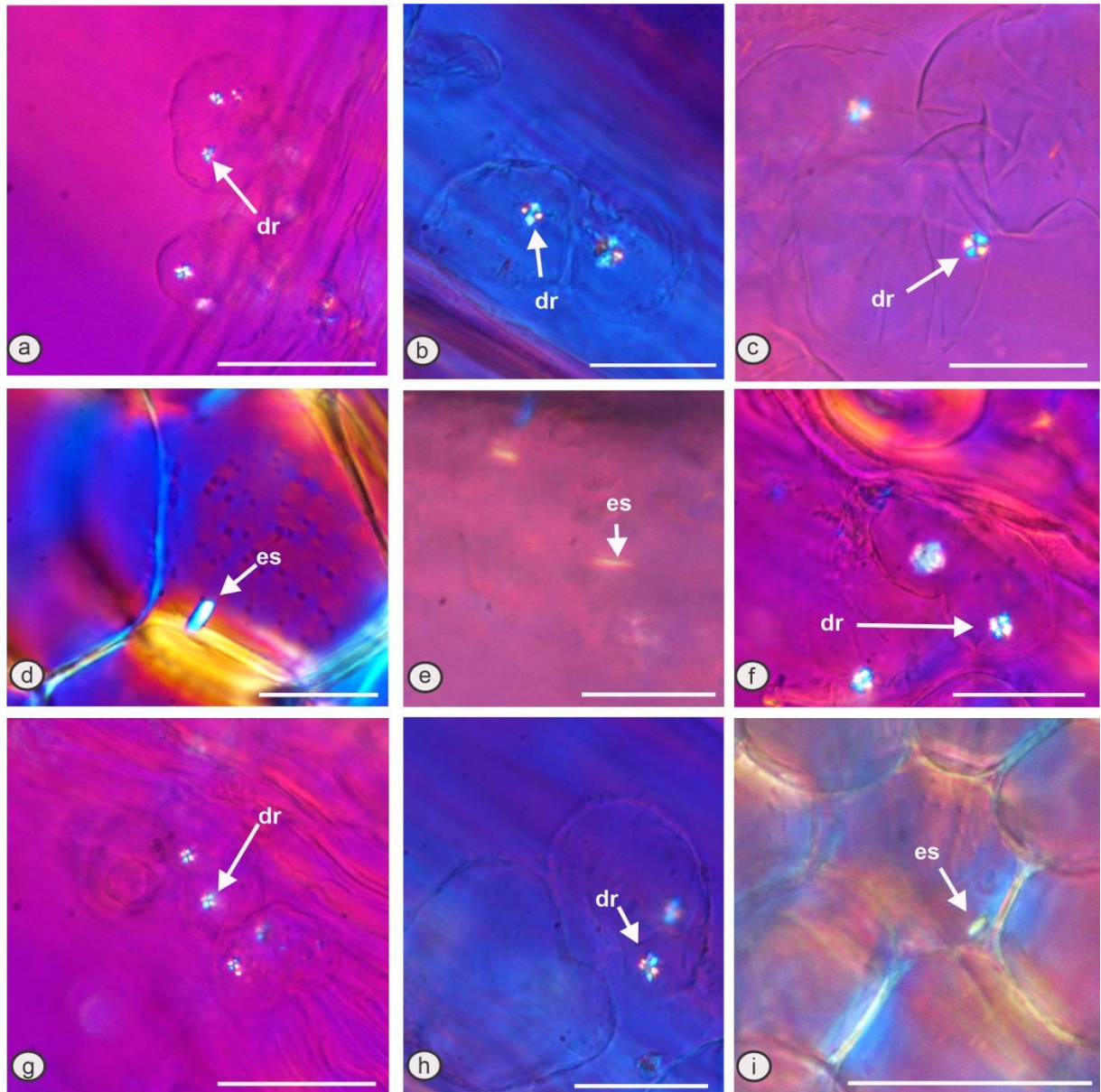
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule de *B. articulata*. [MEV (a-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; bp3 – bipiramidal tipo 3; ace – areia cristalina de estiloide; es – estiloide; tb – tabular; pm1 – cristal piramidal tipo 1; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; acg – areia cristalina tipo gravata borboleta; acc – areia cristalina cilíndrica]. Barras de escala = f, h, i = 5  $\mu\text{m}$ ; a, b, e, g = 10  $\mu\text{m}$ ; c, d = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 21 – *B. articulata*

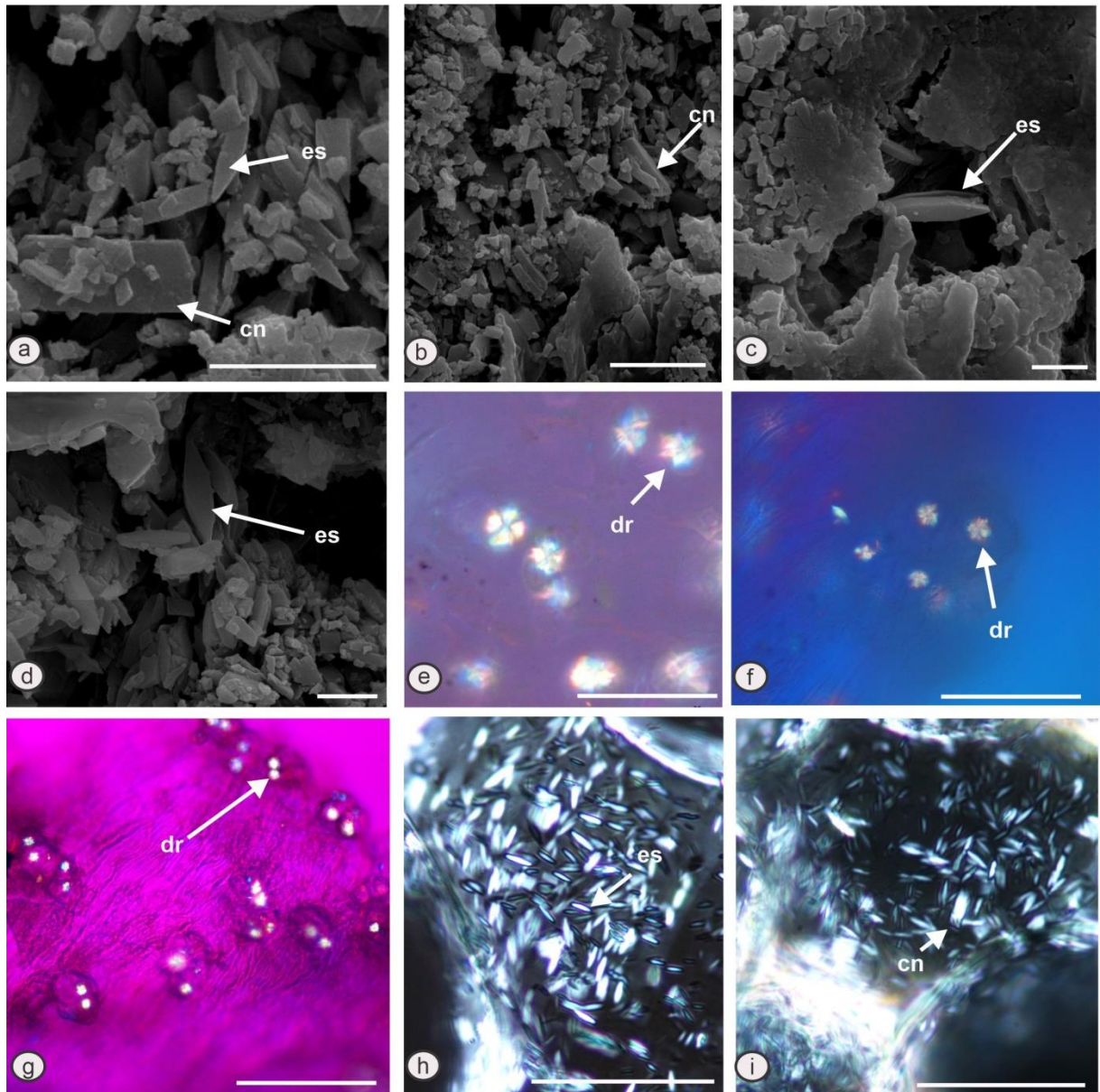
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a –d); epiderme foliar (e, f); tricoma glandular (g, h, i) de *B. articulata*. [LP (a-i)]. [bp3 – bipiramidal tipo 3; es – estiloide; cn – cuneiforme; bp1 – bipiramidal tipo 1; dr – drusa]. Barras de escala = h = 20 μm, a, b, c, d, e, f, g = 50 μm.

FIGURA 22 – *B. boliviensis*

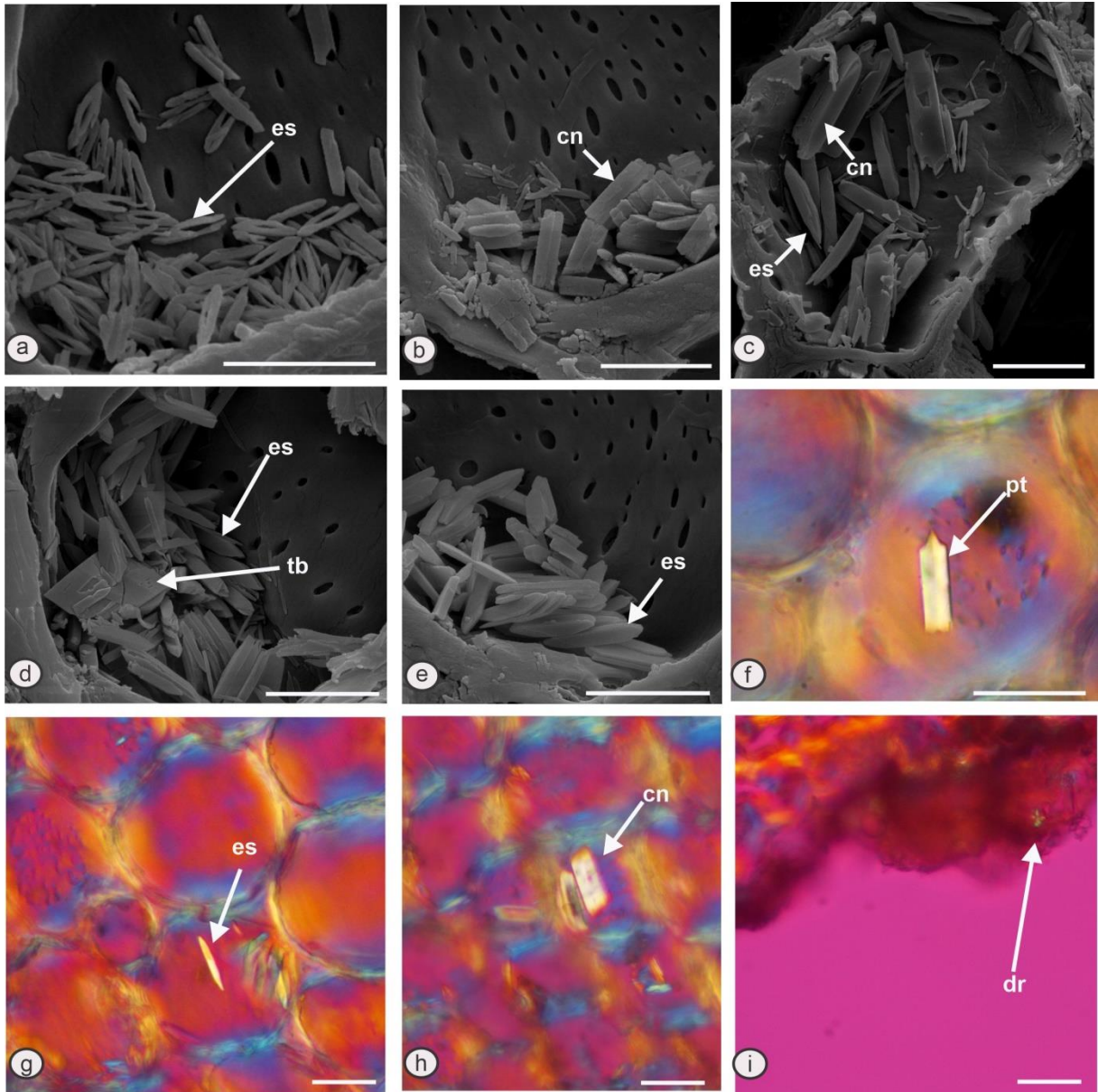
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (d, i); tricoma glandular (a, b, c, f, g, h); epiderme foliar (e) de *B. boliviensis*. [LP (a-i)]. [dr – drusa; es – estiloide]. Barras de escala = b, c, d, e, f = 20  $\mu\text{m}$ ; a, g, i = 50  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 23 – *B. caespitosa*

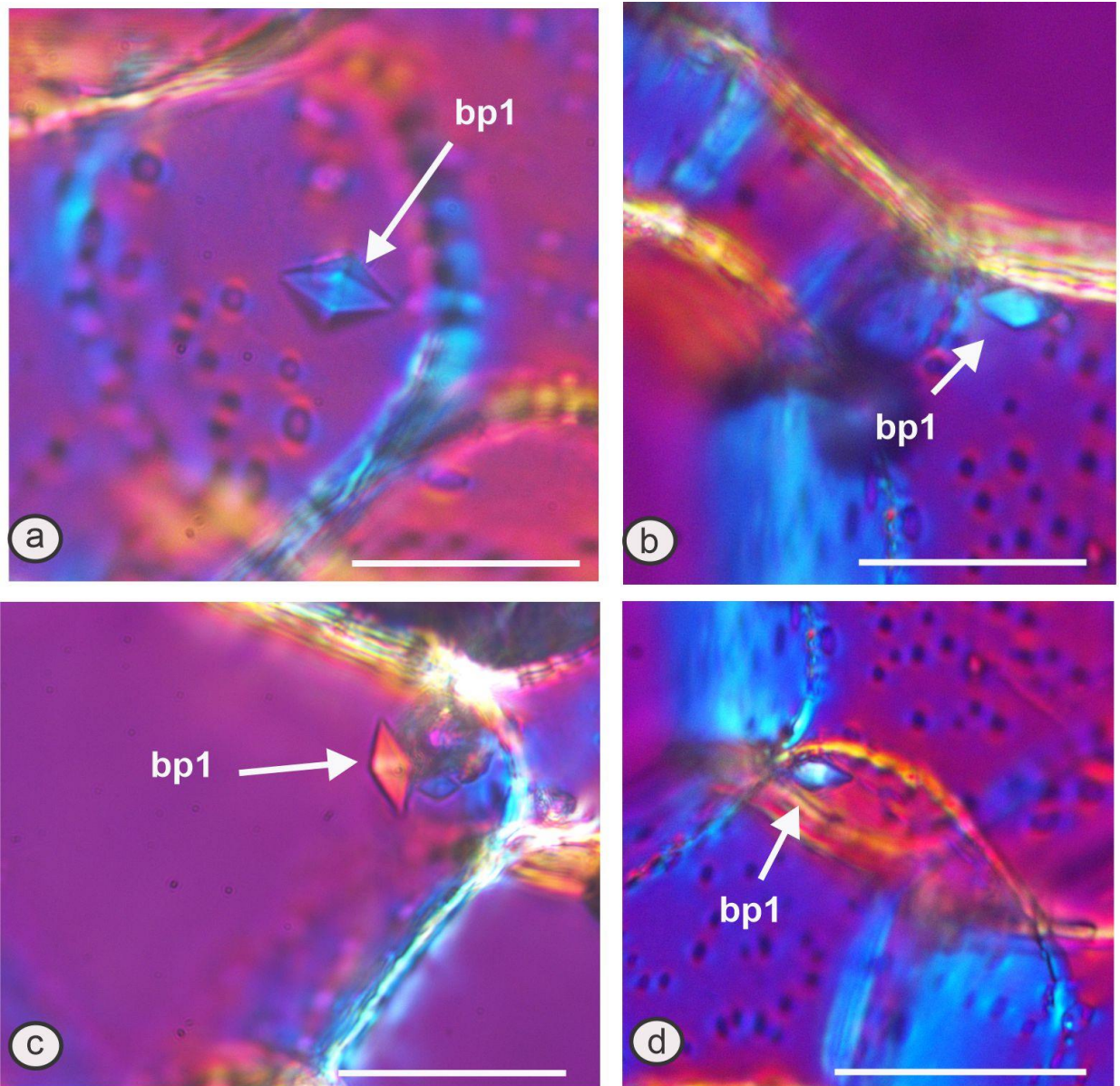
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a, b, c, d, h, i); tricoma glandular (e, f, g) de *B. caespitosa*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [es – estroide; cn – cuneiforme; dr – drusa]. Barras de escala = c = 2  $\mu\text{m}$ ; a, b = 5  $\mu\text{m}$ ; e, f = 20  $\mu\text{m}$ ; g, h = 50  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 24 – *B. ciliata*

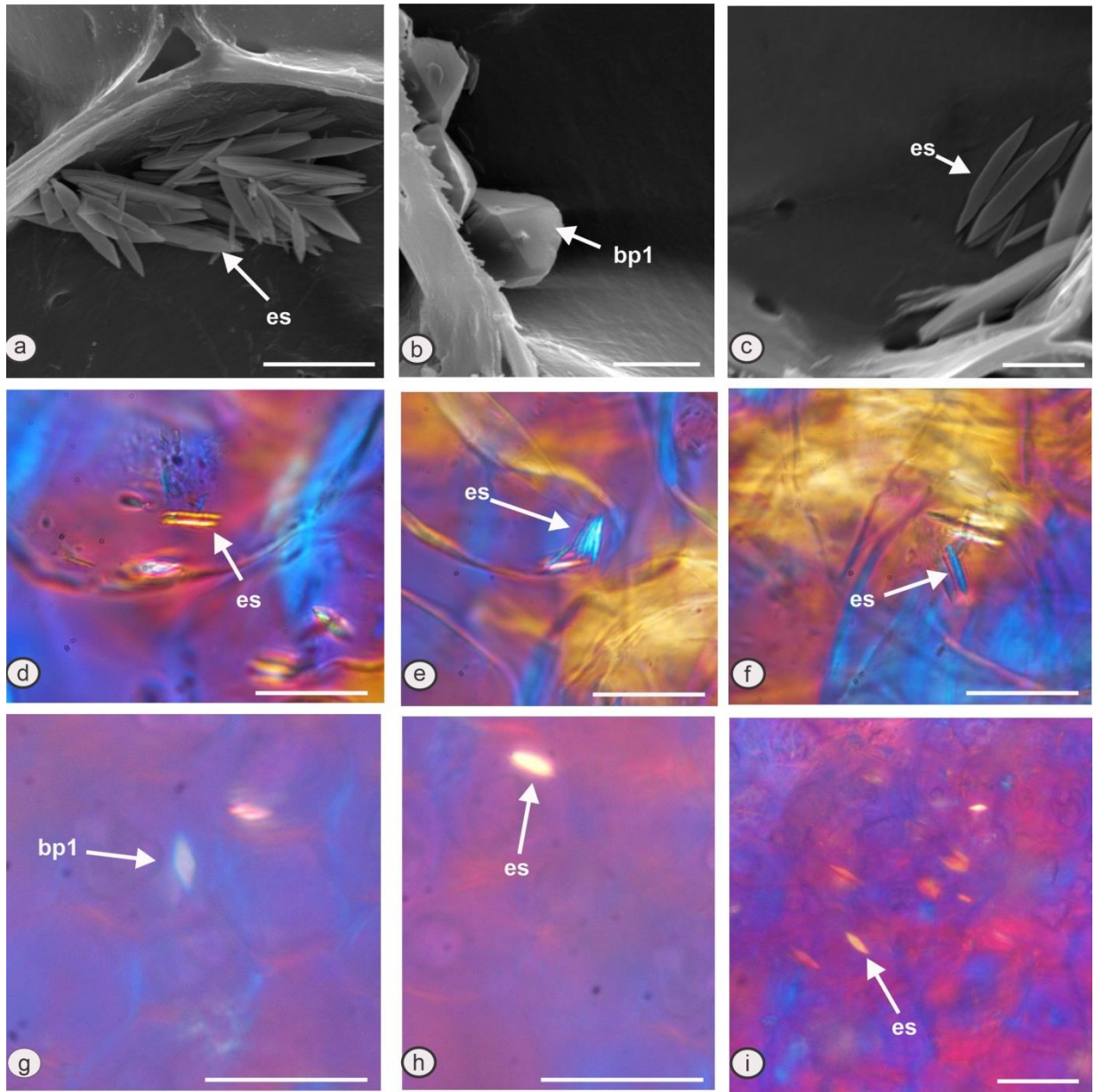
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-h); tricoma glandular (i) de *B. ciliata*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [es – estiloide; cn – cuneiforme; pt – prismático trigonal; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, c, d, e = 10  $\mu\text{m}$ ; f, g, h, i = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 25 – *B. conyzoides*

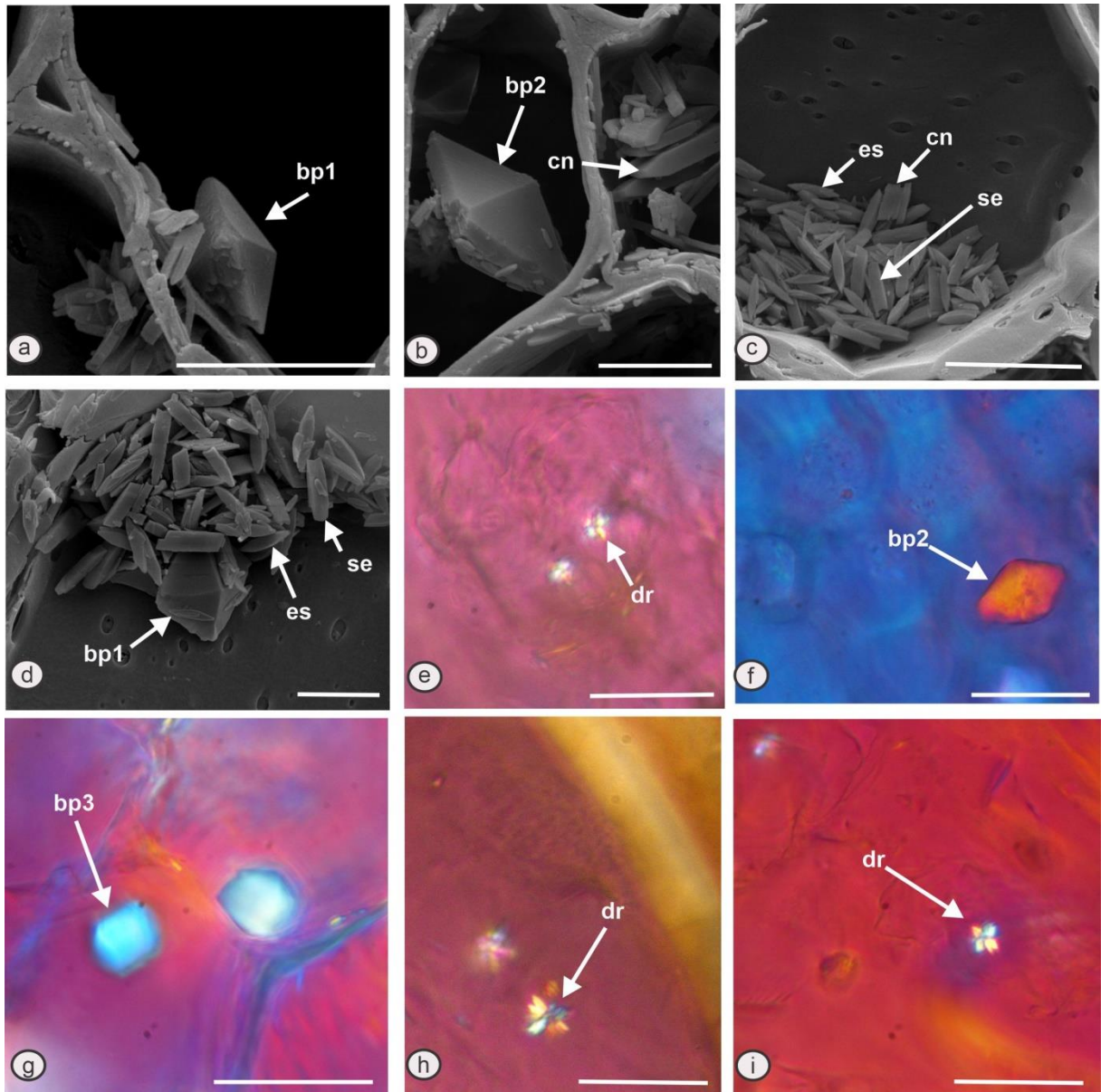
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule de *B. conyzoides*. (a-d). [LP (a-d). [bp1 – bipiramidal tipo 1]. Barras de escala = a, b, c, d = 20  $\mu$ m.

FIGURA 26 – *B. coridifolia*

Fonte: O Autor

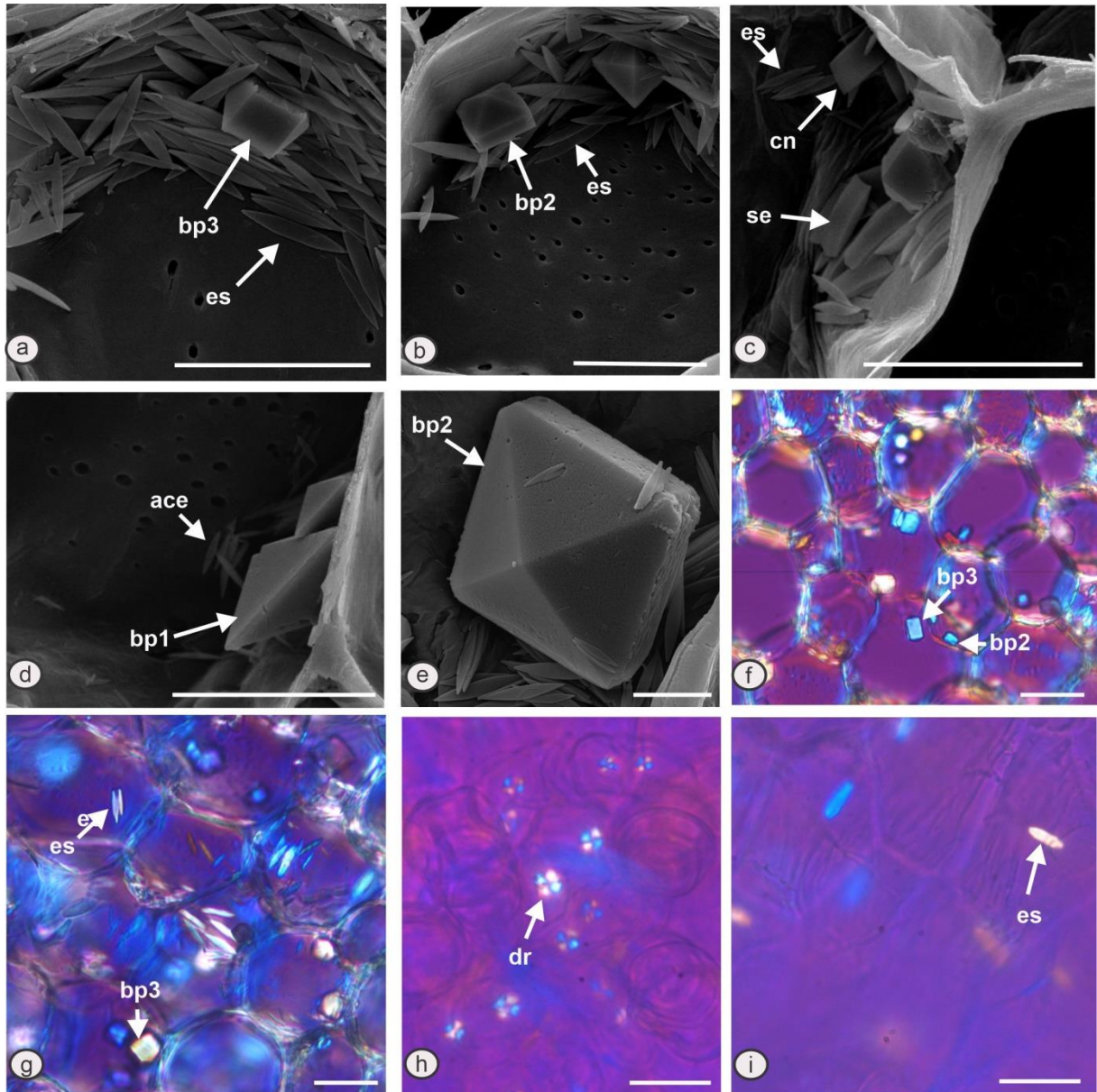
Notas: ST do caule (a, b, c, d, g); epiderme foliar (e, f, h, i) de *B. coridifolia*. [MEV (a-c); LP (d-i)]. [es – estilóide; bp1 – bipiramidal tipo 1]. Barras = e, f, g, i = 10  $\mu$ m; a, b, c, d, h = 20  $\mu$ m.

FIGURA 27 – *B. curitybensis*

Fonte: O Autor

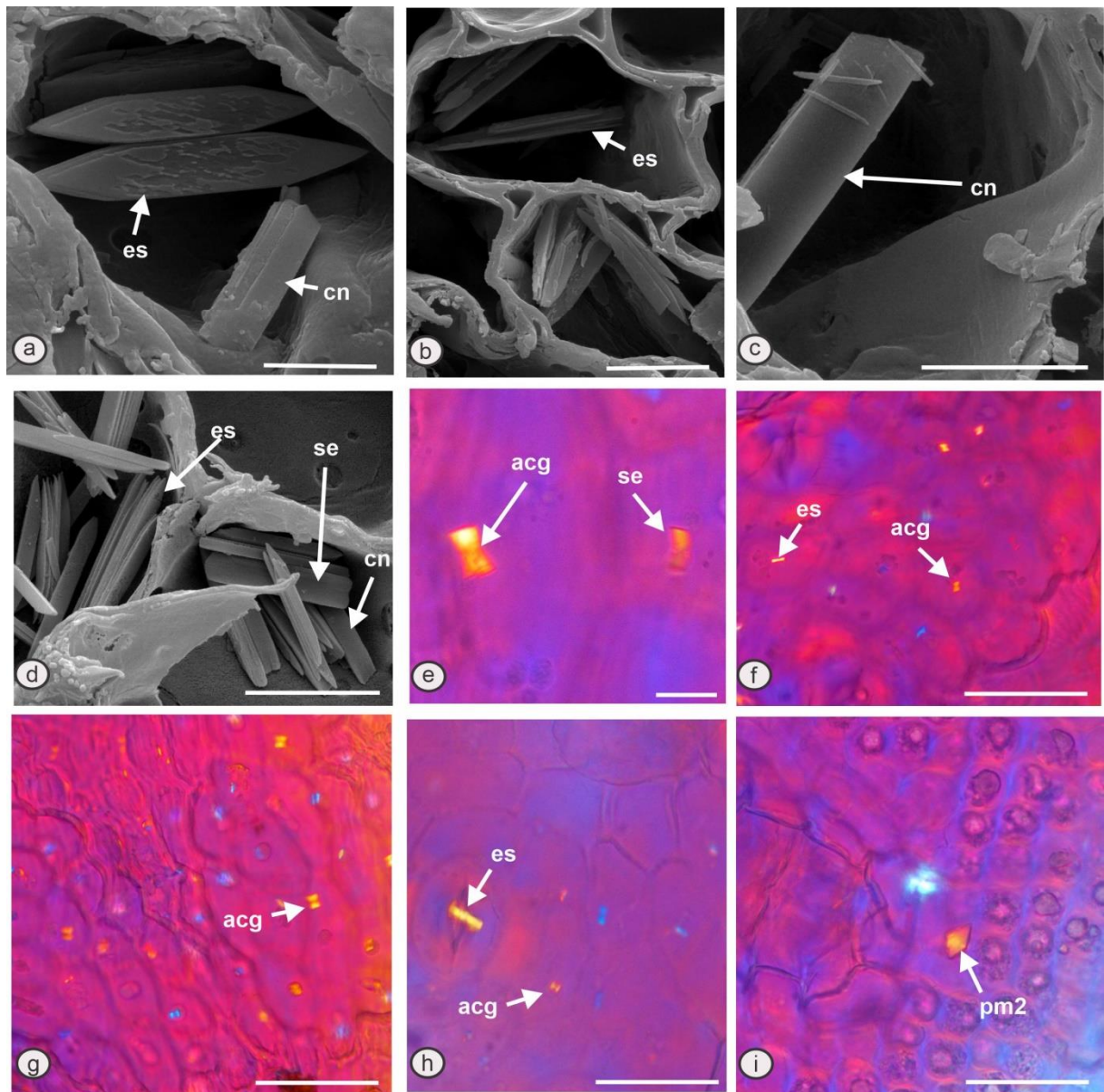
Notas: ST do caule (a, b, c, d, g); epiderme foliar (f, i); tricoma glandular (e, h) de *B. curitybensis*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; bp2 – bipiramidal tipo 2; bp3 – bipiramidal tipo 3; es – estiloides; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, d = 10  $\mu$ m; c, e, f, g, h, i = 20  $\mu$ m.



FIGURA 28 – *B. dracunculifolia*

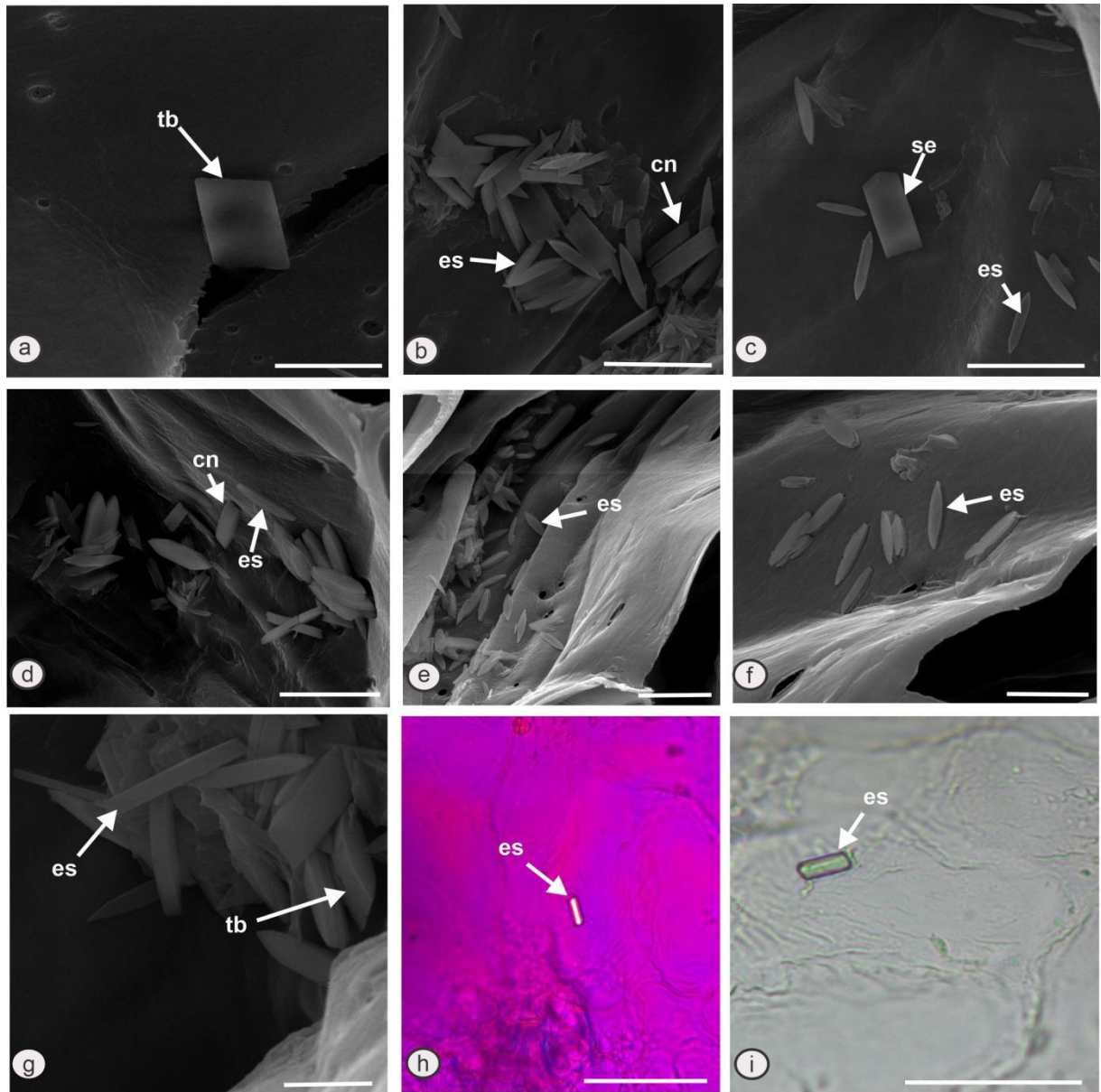
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-g); tricoma glandular (h); epiderme foliar (i) de *B. dracunculifolia*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; bp2 – bipiramidal tipo 2; bp3 – bipiramidal tipo 3; es – estiloide; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; dr – drusa]. Barras de escala = e = 5  $\mu$ m; a, b, c, d, h = 20  $\mu$ m; f, g = 50  $\mu$ m.

FIGURA 29 – *B. dubia*

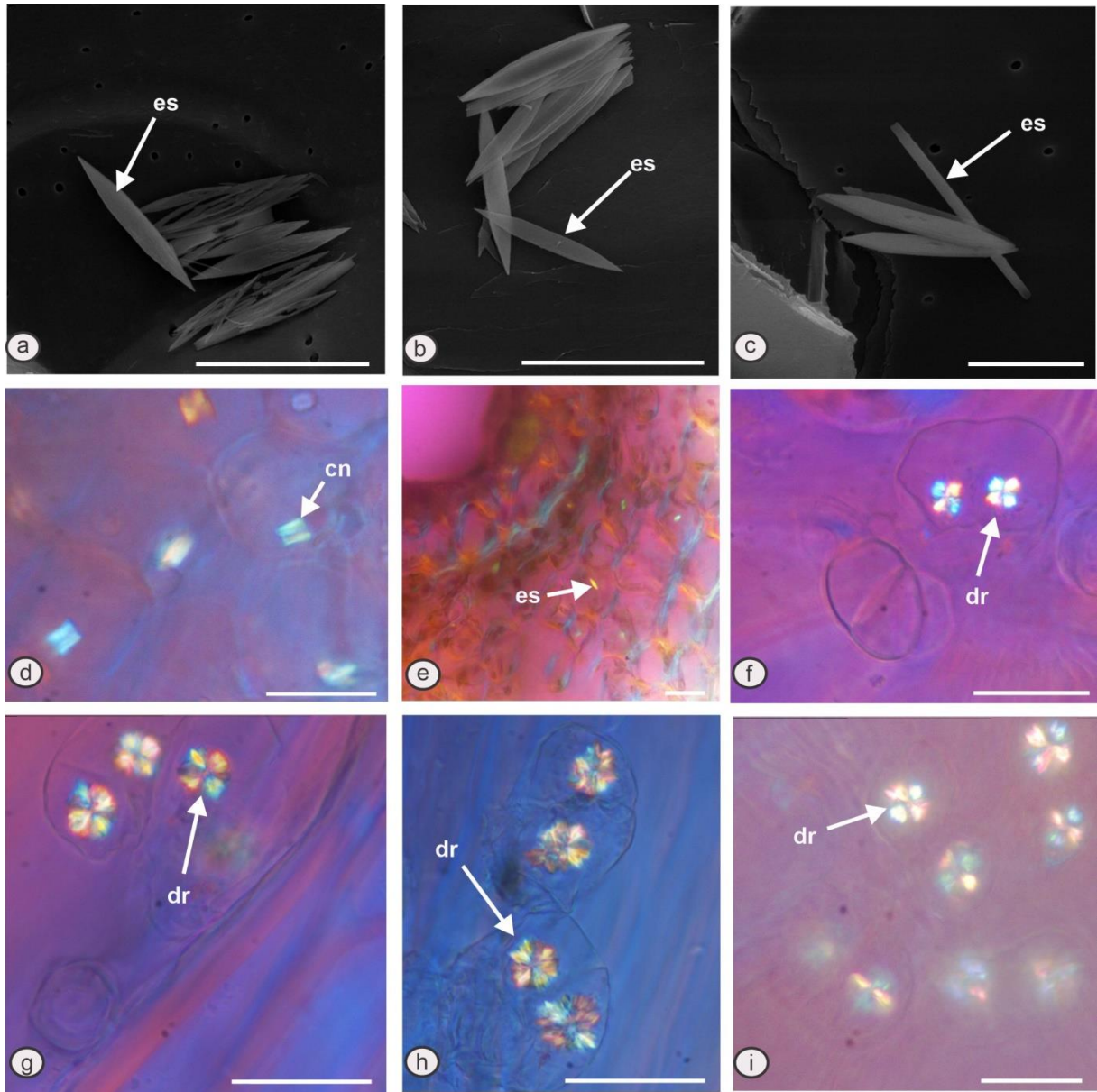
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d); epiderme foliar (e-i) de *B. dubia*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [es – estiloide; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; acg – areia cristalina tipo gravata borboleta; pm2 – piramidal tipo 2]. Barras de escalas = a = 5  $\mu$ m; b, c, d, e = 10  $\mu$ m; f, g, h, i = 50  $\mu$ m.

FIGURA 30 – *B. genistelloides*

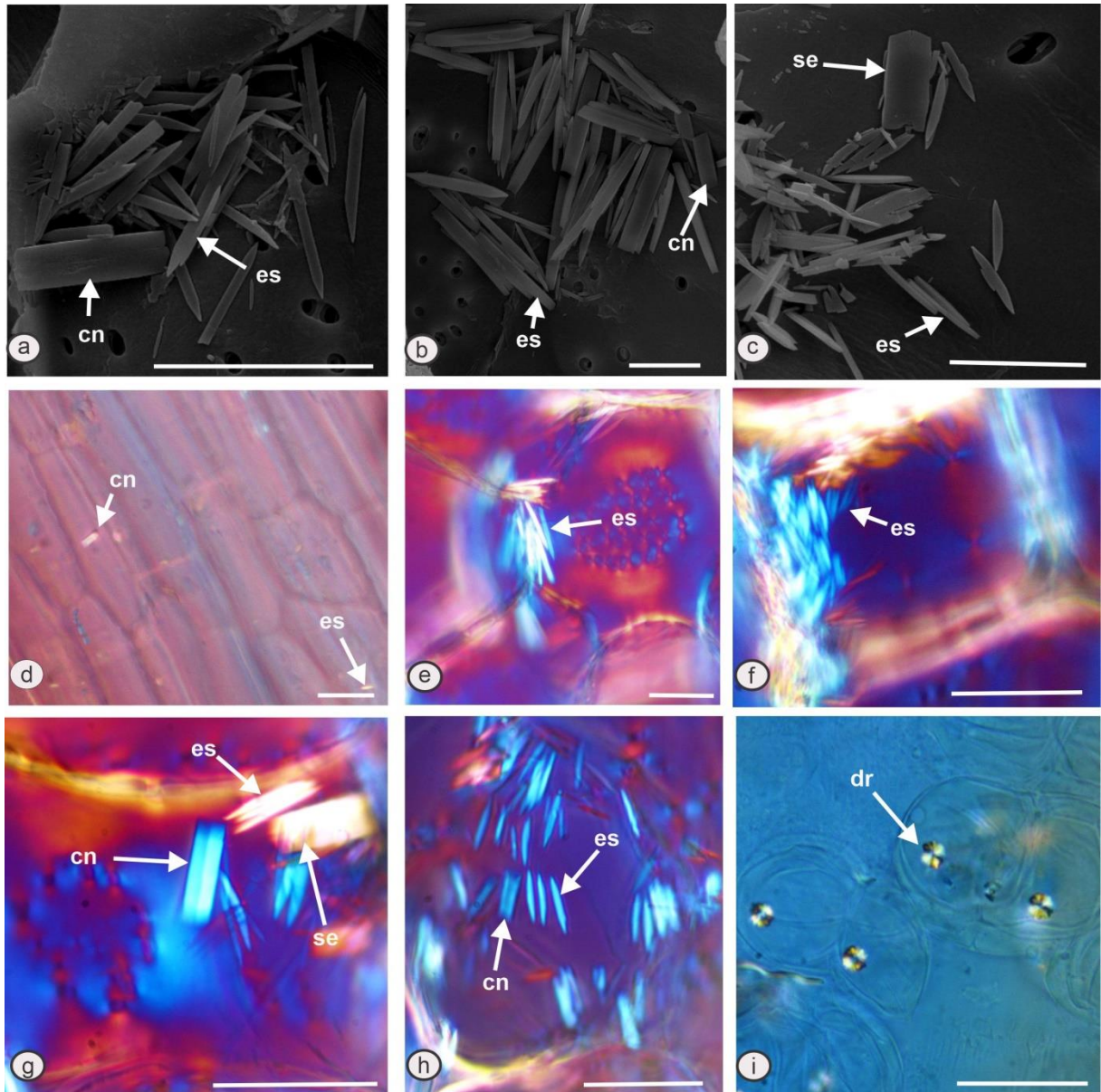
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-g); epiderme foliar (h-i) de *B. genistelloides*. [MEV (a-g); LP (h-i)]. [tb – tabular; es – estiloide; se – cristal tipo seta; cn – cuneiforme]. Barras de escalas = f = 5  $\mu\text{m}$ ; a, b, c, d, e = 10  $\mu\text{m}$ ; h, i = 50  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 31 – *B. glomeruliflora*

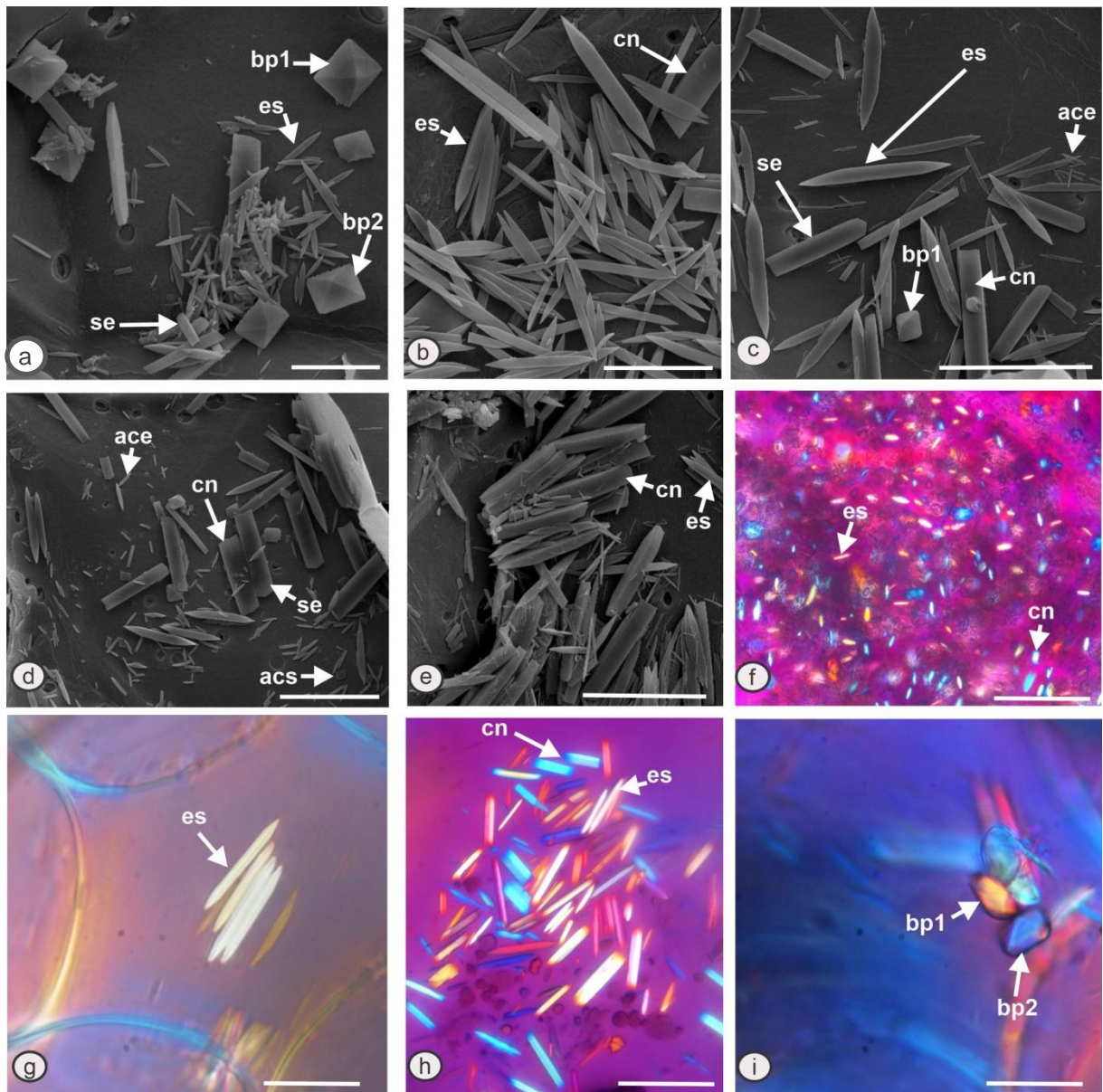
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d); mesofilo foliar (e); tricoma glandular (f-i) de *B. glomeruliflora*. [MEV (a-c); LP (d-i)]. [es – estiloide; cn – cuneiforme; dr – drusa]. Barras de escala = c = 10  $\mu\text{m}$ , a, b, d, e, f, g, h, i = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 32 – *B. gnaphalioides*

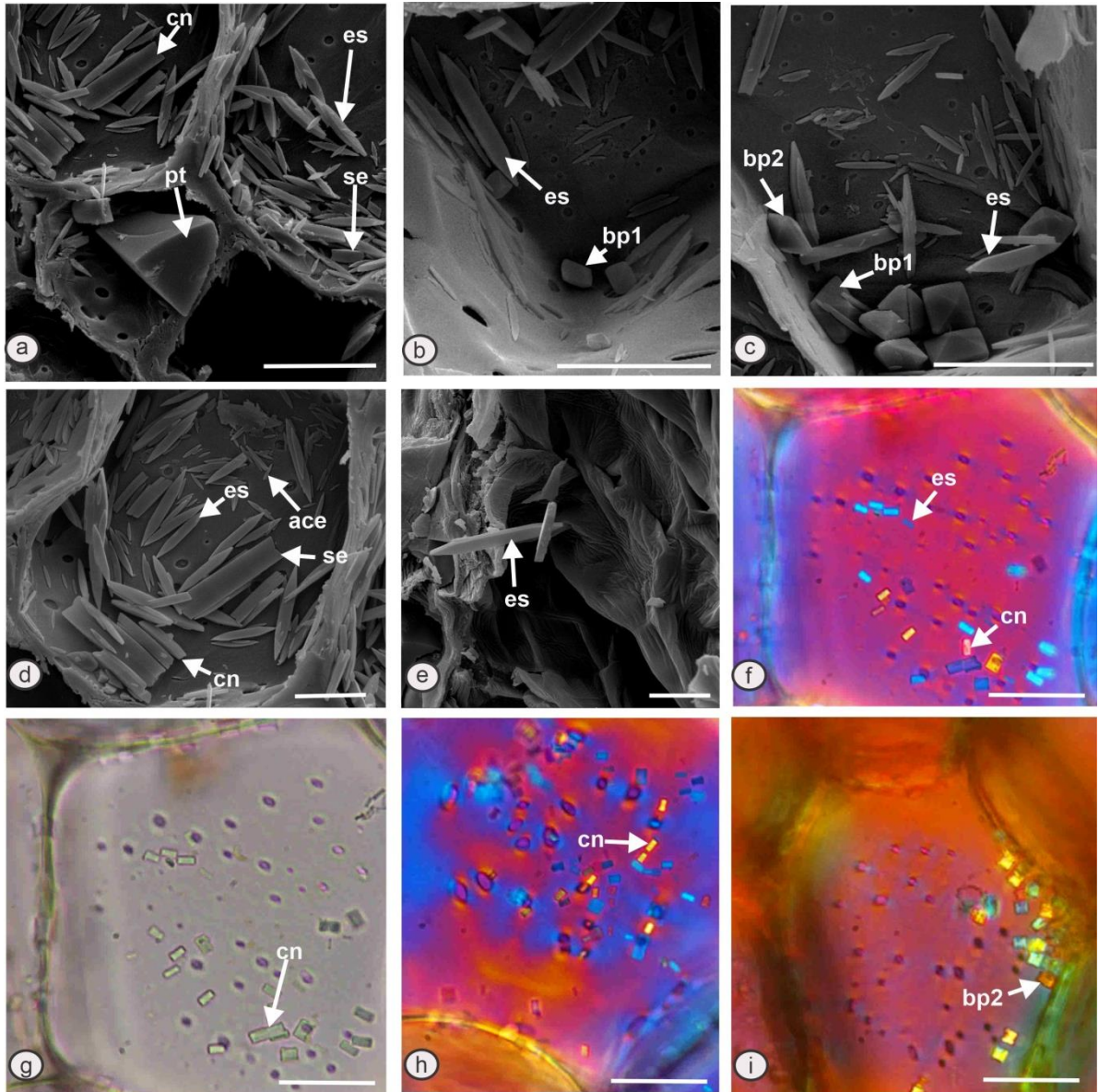
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a, b, c, e, f, g, h); mesofilo foliar (d); tricoma glandular (i) de *B. gnaphalioides*. [MEV (a-c); LP (d-i)]. [cn – cuneiforme; es- estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = b, c = 10  $\mu$ m, a, d, e, f, g, h, i = 20  $\mu$ m.

FIGURA 33 – *B. helicrysoide*

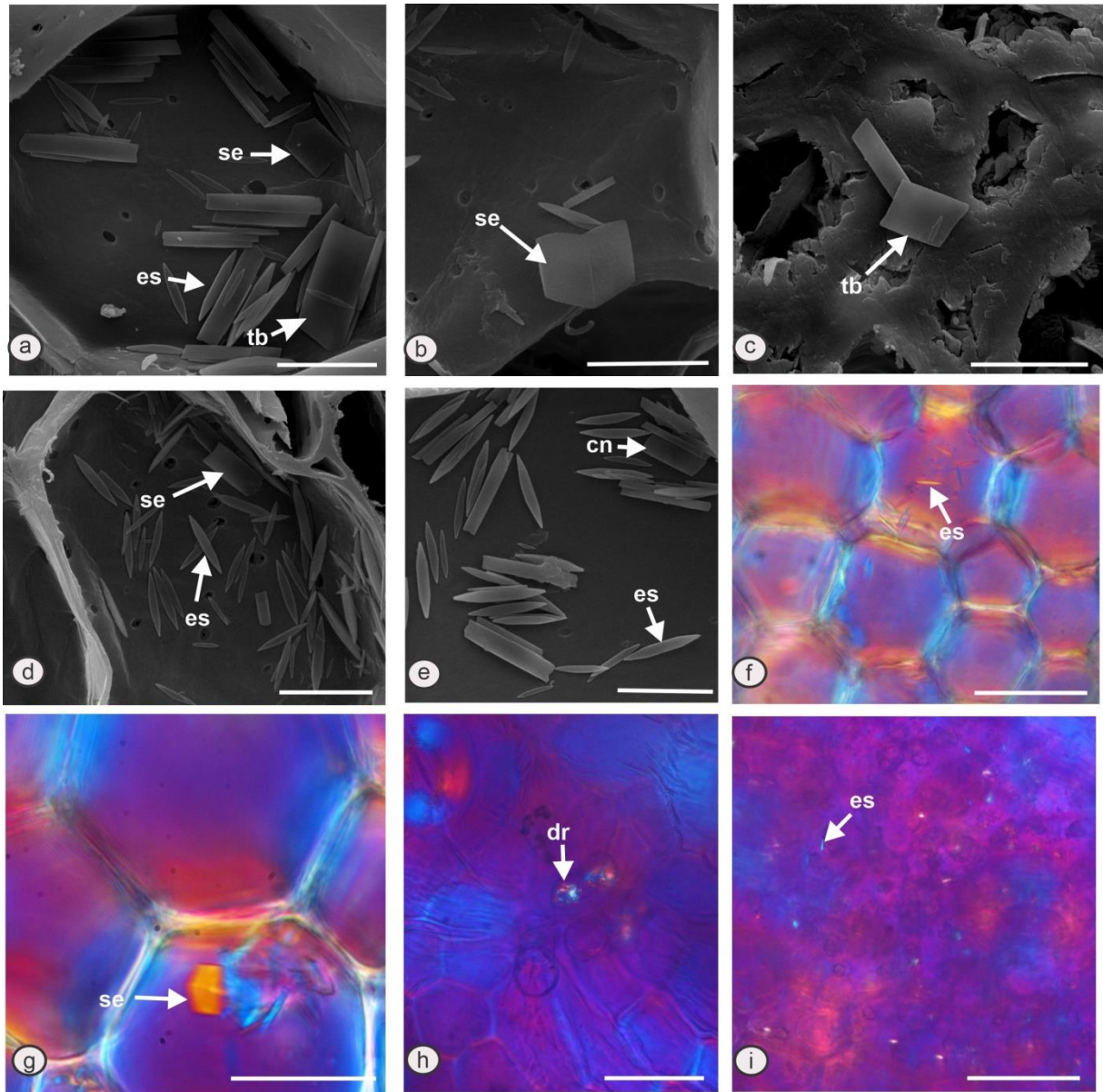
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a, b, c, d, e, g, h, i); epiderme foliar (f) de *B. helicrysoide*. [MEV (a-e); LP (f – i)]. [bp1 – bipirramidal tipo 1; es – estiloide; se – cristal tipo seta; cn – cuneiforme; ace – areia cristalina de estiloide; acs – areia cristalina tipo seta]. Barras de escala = a, b = 10 μm; c, d, e, g, h, i = 20 μm; f=50 μm.

FIGURA 34 – *B. ilinita*

Fonte: O Autor

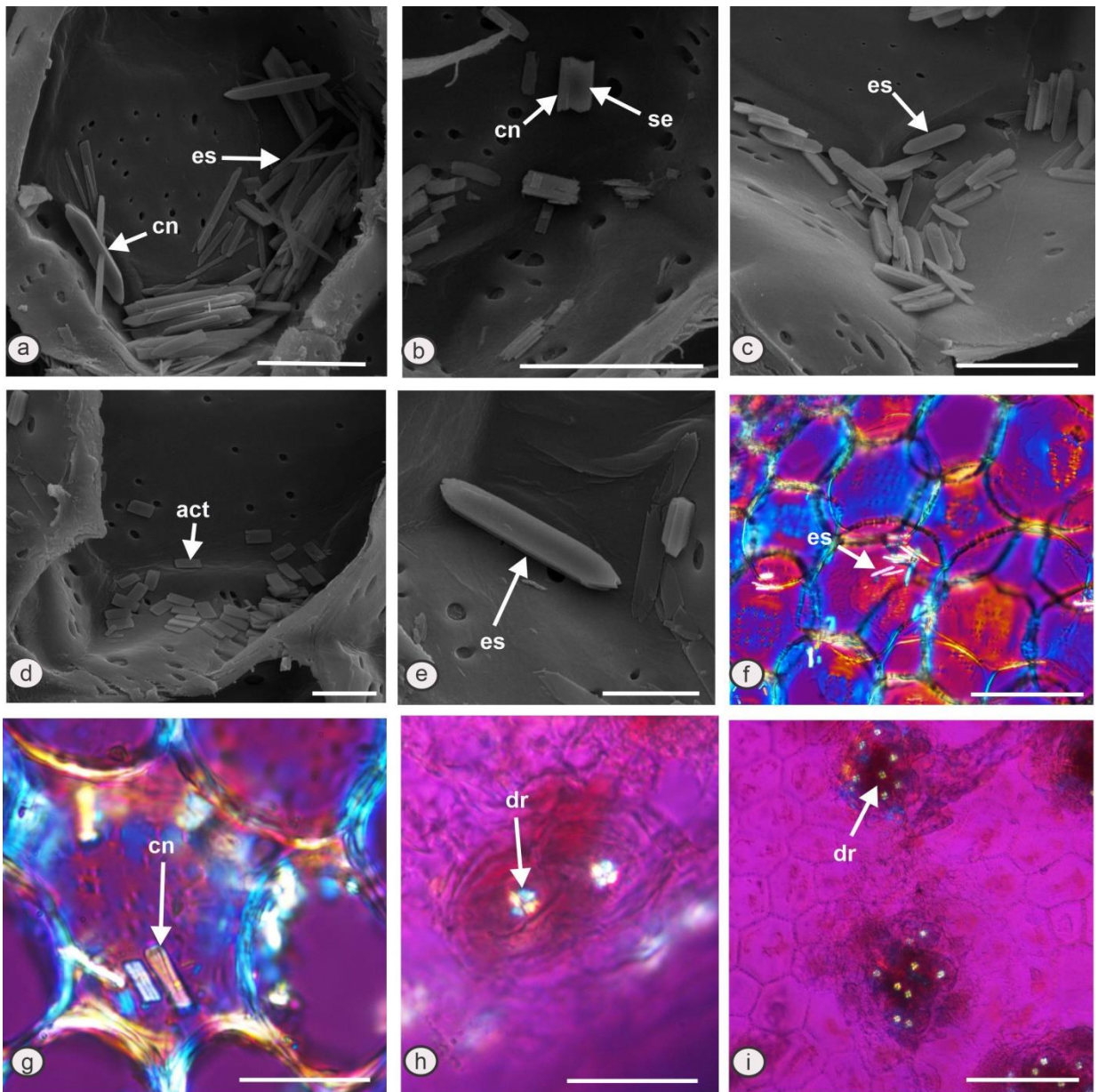
Notas: ST do caule (a-i) de *B. ilinita*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [cn – cuneiforme; es – estiloide; se – cristal tipo seta; pt – prismático trigonal; bp1 – bipiramidal tipo 1; bp2 – bipiramidal tipo 2; ace – areia cristalina de estiloide]. Barras de escala = d, e, f, g, h, i = 10 µm; a, b, c = 20 µm.

FIGURA 35 – *B. linearifolia*

Fonte: O Autor

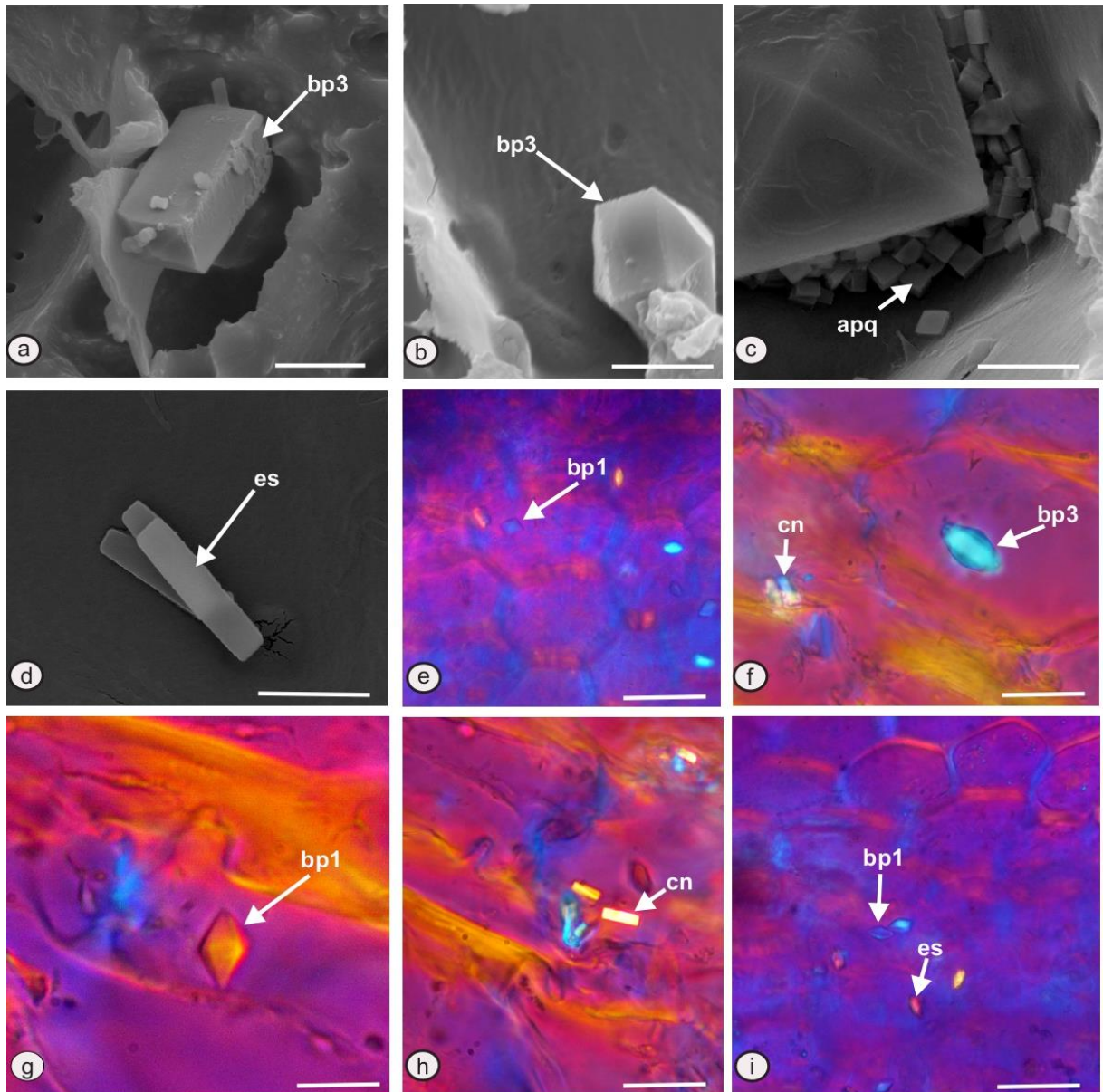
Notas: ST do caule (a-g); tricoma glandular (h); epiderme foliar (i) de *B. linearifolia*. [MEV (a-e); LP (f-i)] [es – estiloide; se – cristal tipo seta; tb – tabular; cn – cuneiforme; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, c, d, e = 10  $\mu$ m; h = 20  $\mu$ m; f, g, i = 50  $\mu$ m.



FIGURA 36 – *B. macrophylla*

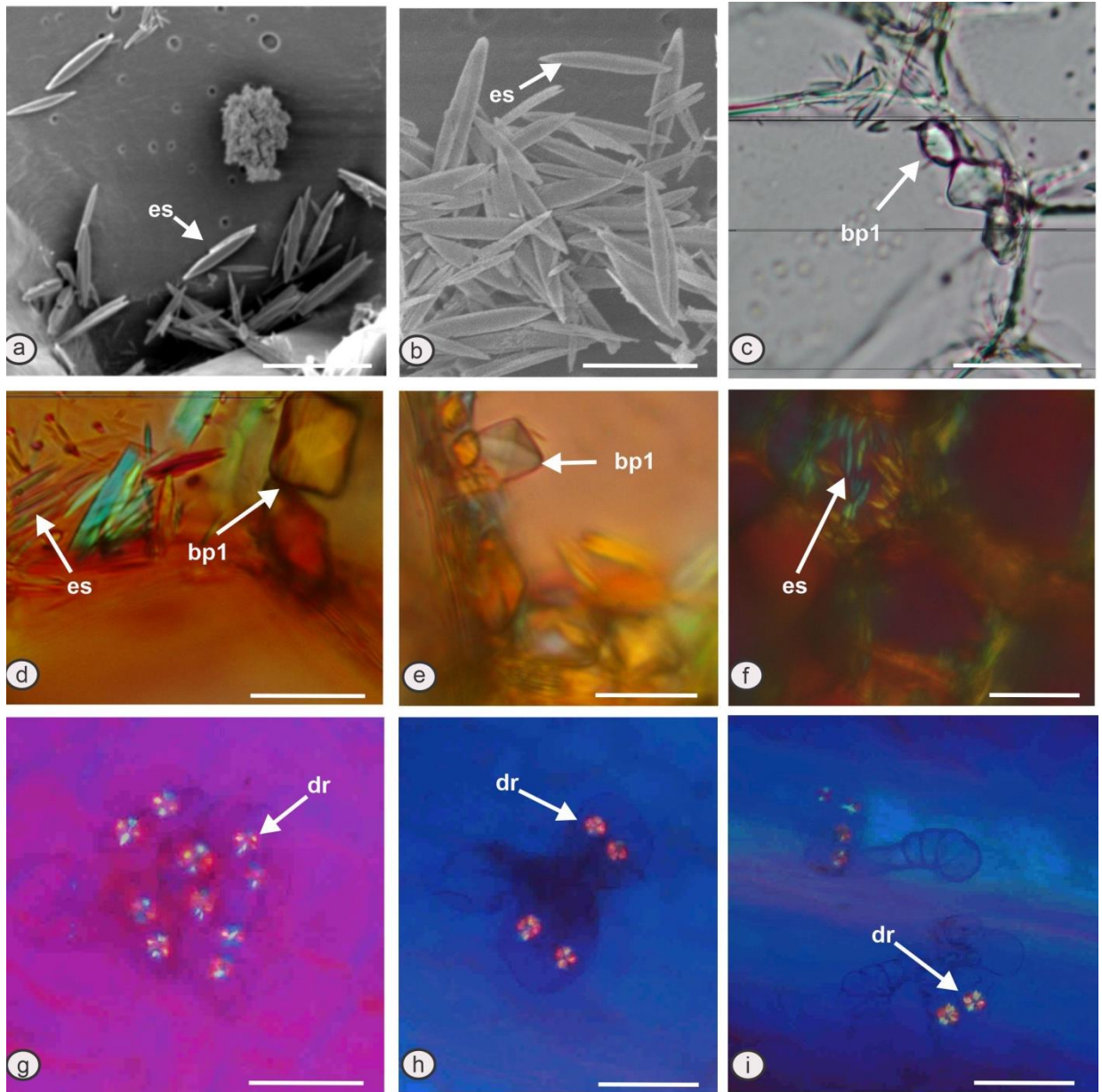
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-g); tricoma glandular (h-i) de *B. macrophylla*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [es – estiloide; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; act – areia cristalina de tabular; dr – drusa]. Barras de escala = d, e = 10  $\mu$ m; a, b, c, h = 20  $\mu$ m; f, g, i = 50  $\mu$ m.

FIGURA 37 – *B. megapotamica*

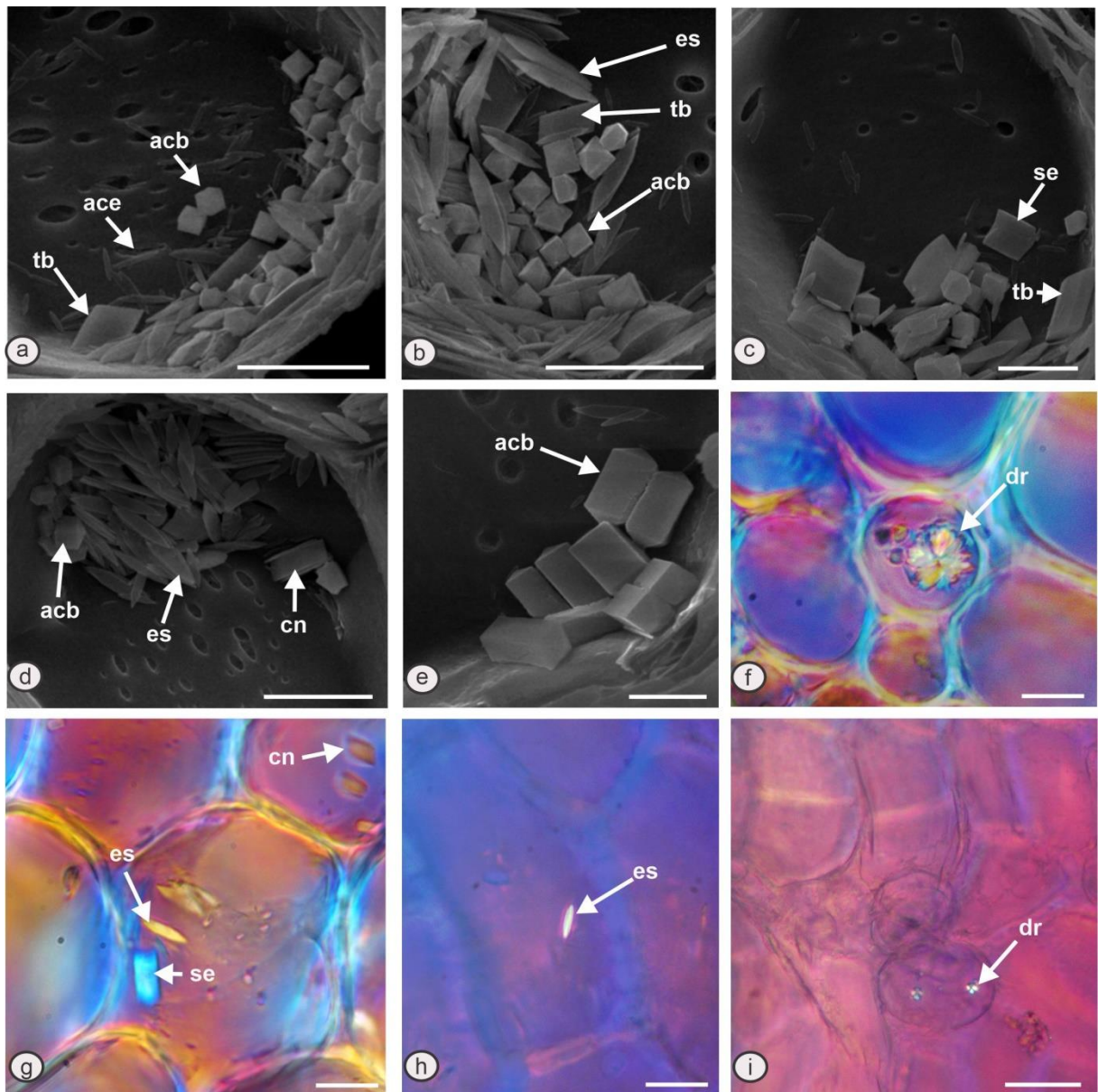
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d); epiderme foliar (e-i) de *B. megapotamica*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; bp3 – bipiramidal tipo 3; apq – areia cristalina paralelepípeda quadrada; es – estiloide; cn – cuneiforme]. Barras de escala = b, c, d = 5  $\mu\text{m}$ ; a, e, f, g, h, i = 10  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 38 – *B. microdonta*

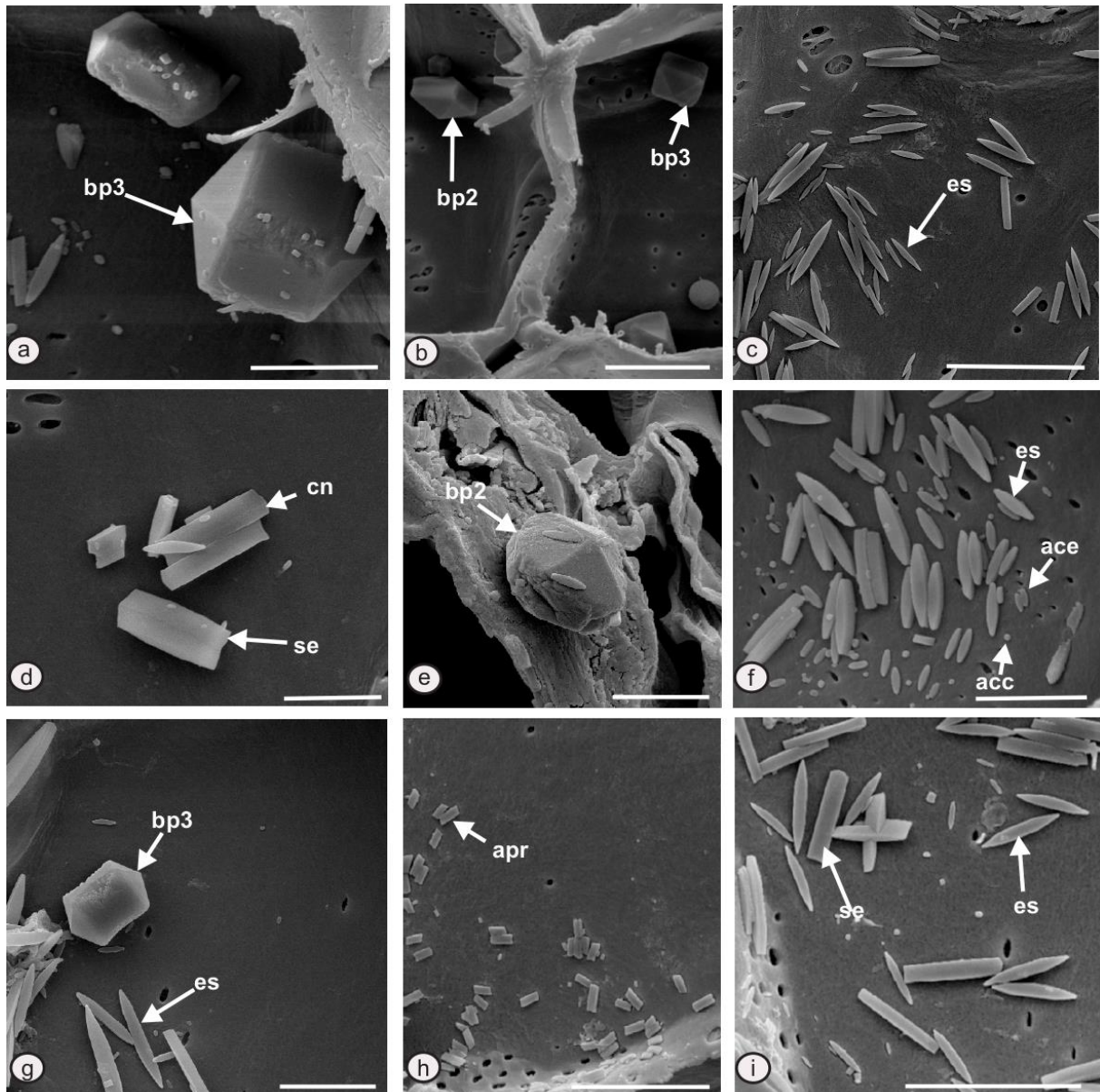
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-f); tricoma glandular (g-i) de *B. microdonta*. [MEV (a-c); LP (d-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = b = 5  $\mu\text{m}$ ; a, c, d, e, f = 10  $\mu\text{m}$ ; g, h, i = 40  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 39 – *B. potrerillana*

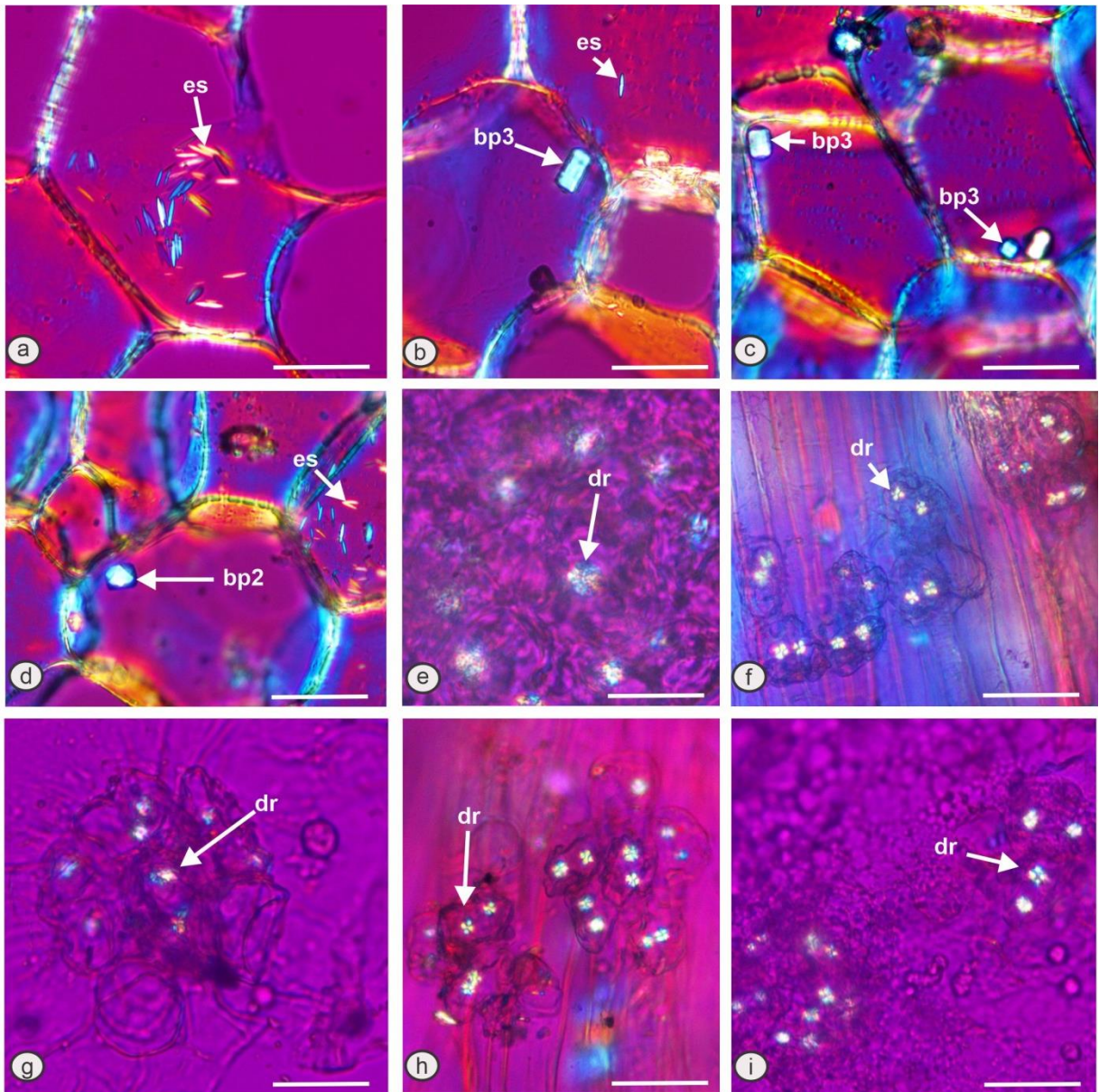
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-g); epiderme foliar (h), tricoma glandular i de *B. potrerillana*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [tb – tabular; ace – areia cristalina de estiloide; acb – areia cristalina de bipiramidal; es – estiloide; se – cristal tipo seta; cn – cuneiforme; dr – drusa]. Barras de escala = e = 2  $\mu\text{m}$ ; c = 5  $\mu\text{m}$ ; a, b, d, f, g, h, i = 10  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 40 – *B. nitida* MEV

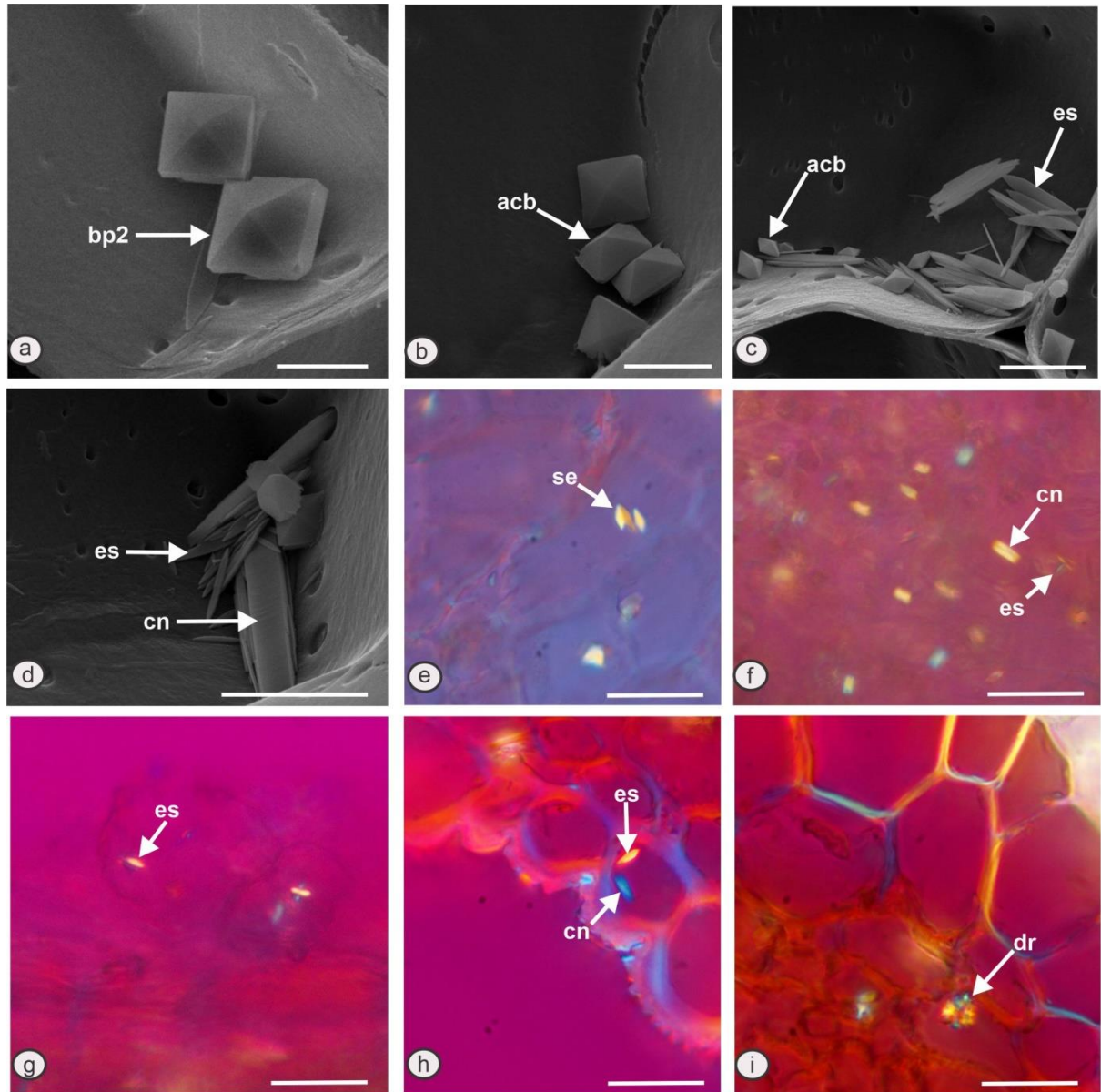
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a, b, c, d, f, g, h, i); ST da folha (e) de *B. nitida*. [MEV (a-i)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; bp3 – bipiramidal tipo 3; es – estiloide; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; ace – areia cristalina de estiloide; acc – areia cristalina cilíndrica; apr – areia cristalina paralelepípeda retangular]. Barras de escala = a, d, e, f, g = 10 μm; b, c, h, i = 20 μm.

FIGURA 41 – *B. nitida* Luz polarizada

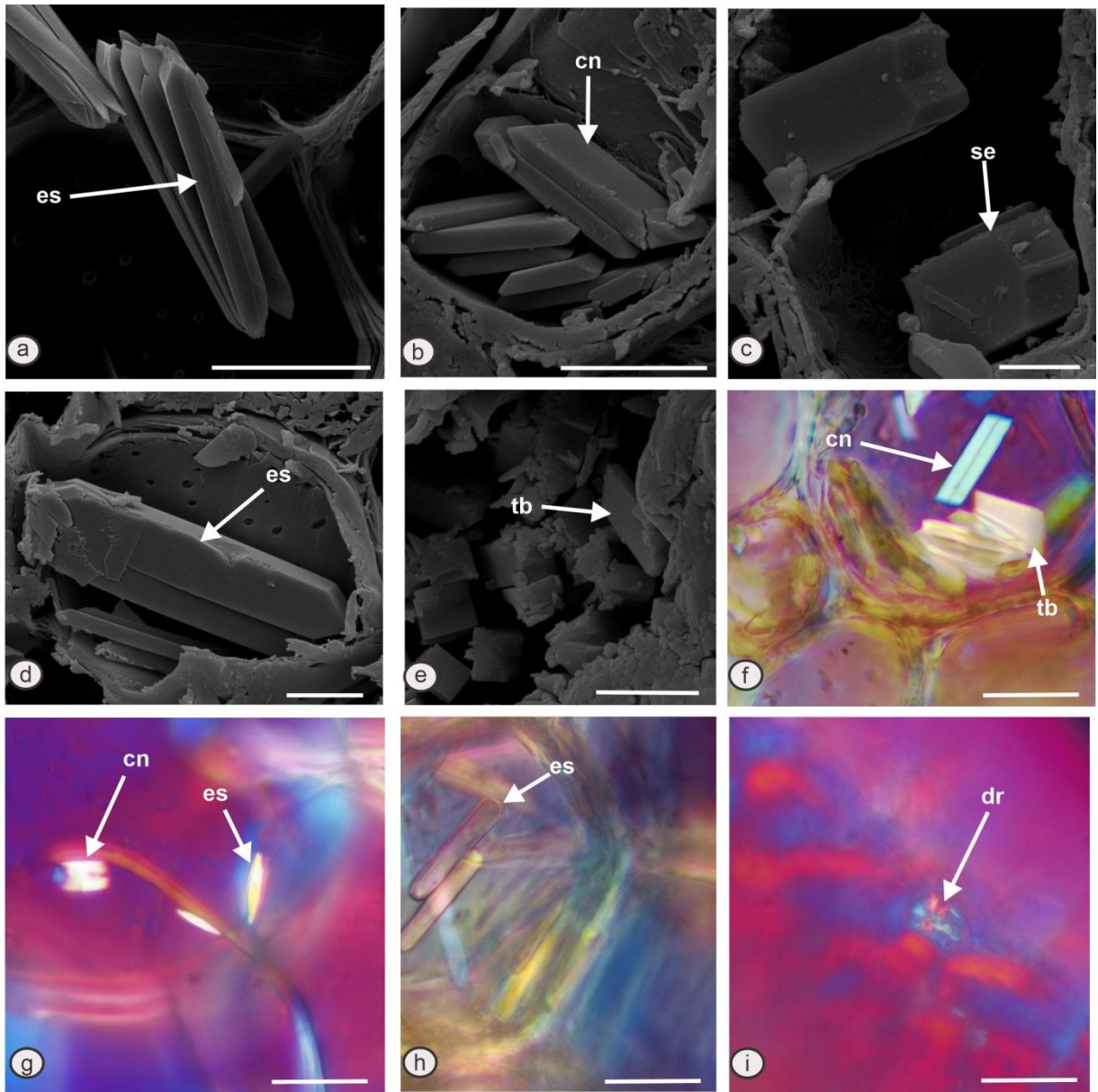
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d); tricoma glandular (e-i) de *B. nitida*. [LP (a-i)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; bp3 – bipiramidal tipo 3; es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, c, d = 10  $\mu\text{m}$ ; e, f, g, h, i = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 42 – *B paniculata*

Fonte: O Autor

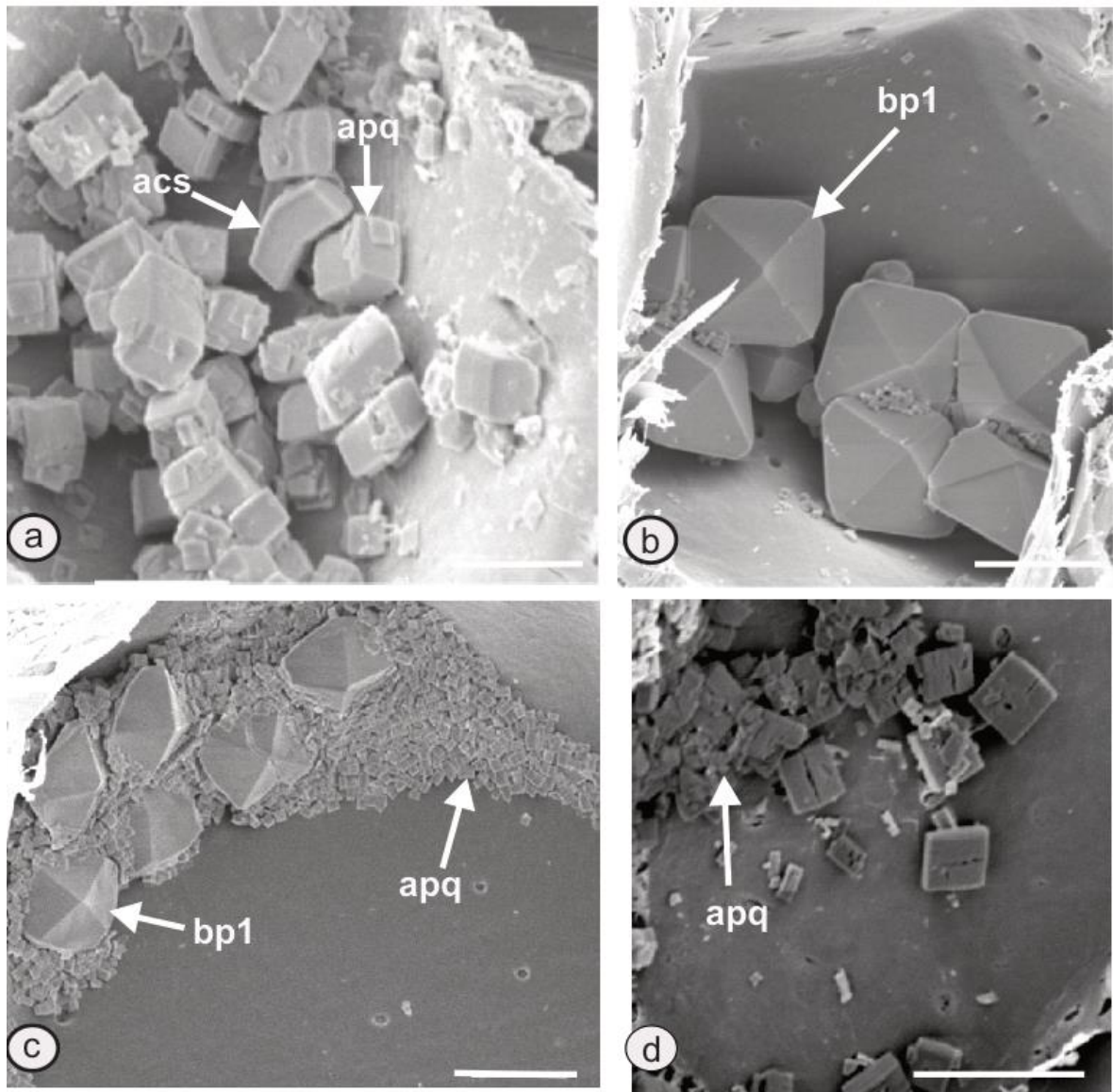
Notas: ST do caule (a-d); epiderme foliar (e, f, h, i); tricoma glandular (g) de *B paniculata*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; acb – areia cristalina de bipiramidal; es – estoloides; cn cuneiforme; dr – drusa]. Barras de escala = b = 5  $\mu\text{m}$ ; a, e, f, g, h, i = 10  $\mu\text{m}$ ; c, d = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 43 – *B. patens*

Fonte: O Autor

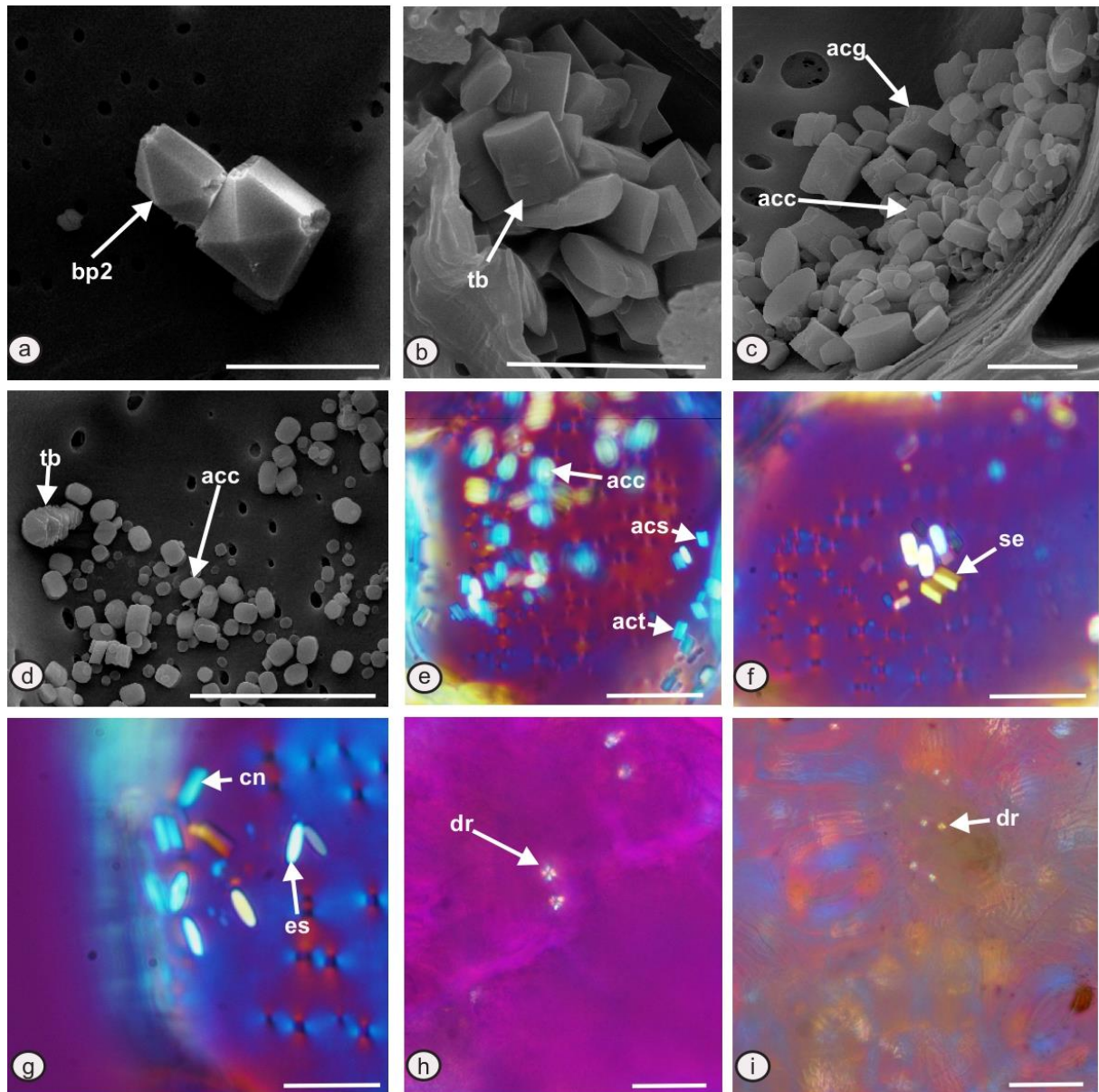
Notas: ST do caule (a-h); epiderme foliar (i) de *B. patens*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [es – estiloides; cn – cuneiforme; se – cristal tipo seta; tb – tabular; dr – drusa]. Barras de escala = c, e = 5  $\mu\text{m}$ ; b, d, f, g, h = 10  $\mu\text{m}$ ; a, i = 20  $\mu\text{m}$ .



FIGURA 44 – *B. pauciflosculosa*

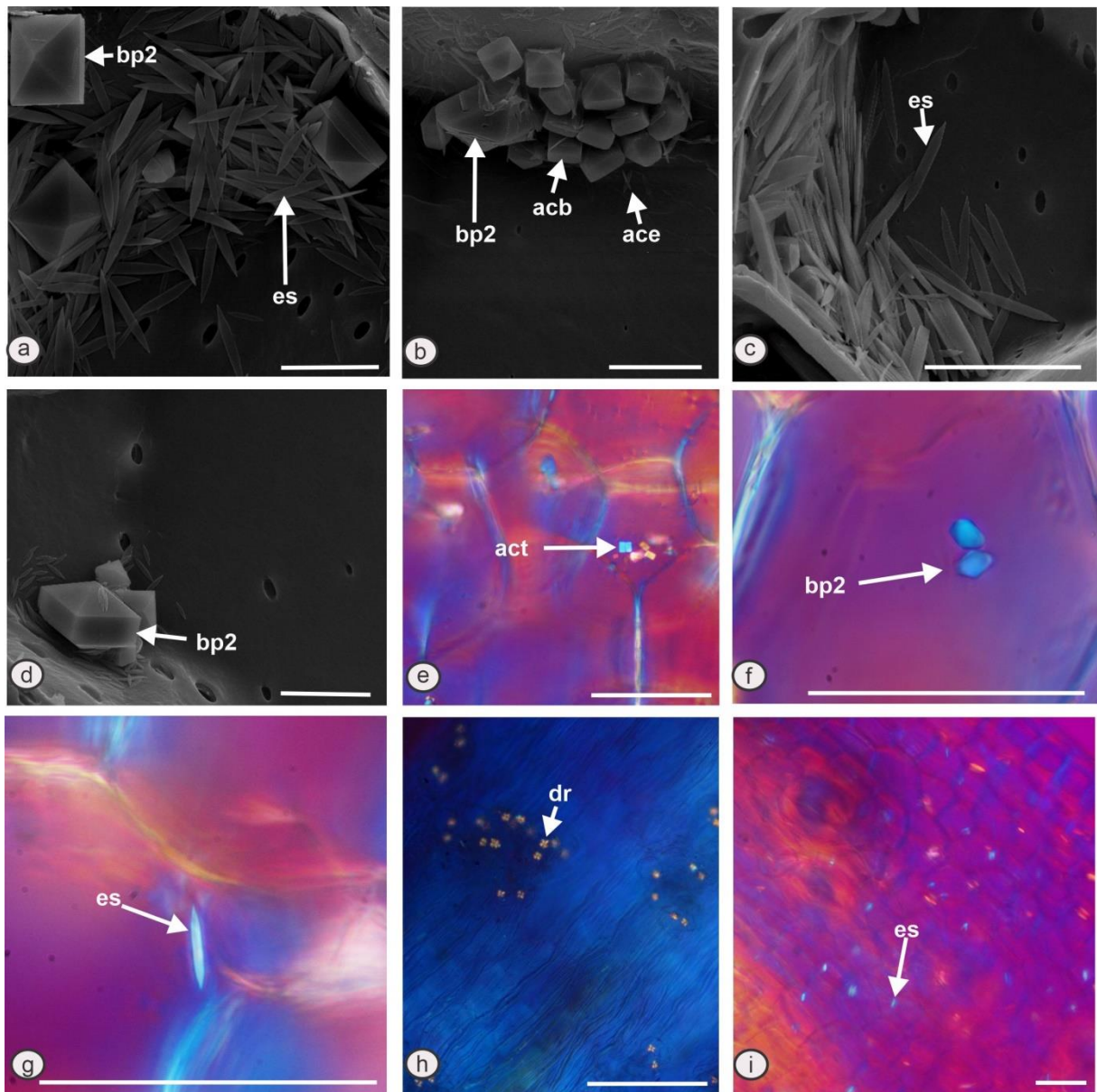
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d) de *B. pauciflosculosa*. [MEV (a-d)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; acs – areia cristalina tipo seta; apq – areia cristalina paralelepípeda quadrada]. Barras de escala = a = 5  $\mu\text{m}$ ; b, c, d = 10  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 45 – *B. platypoda*

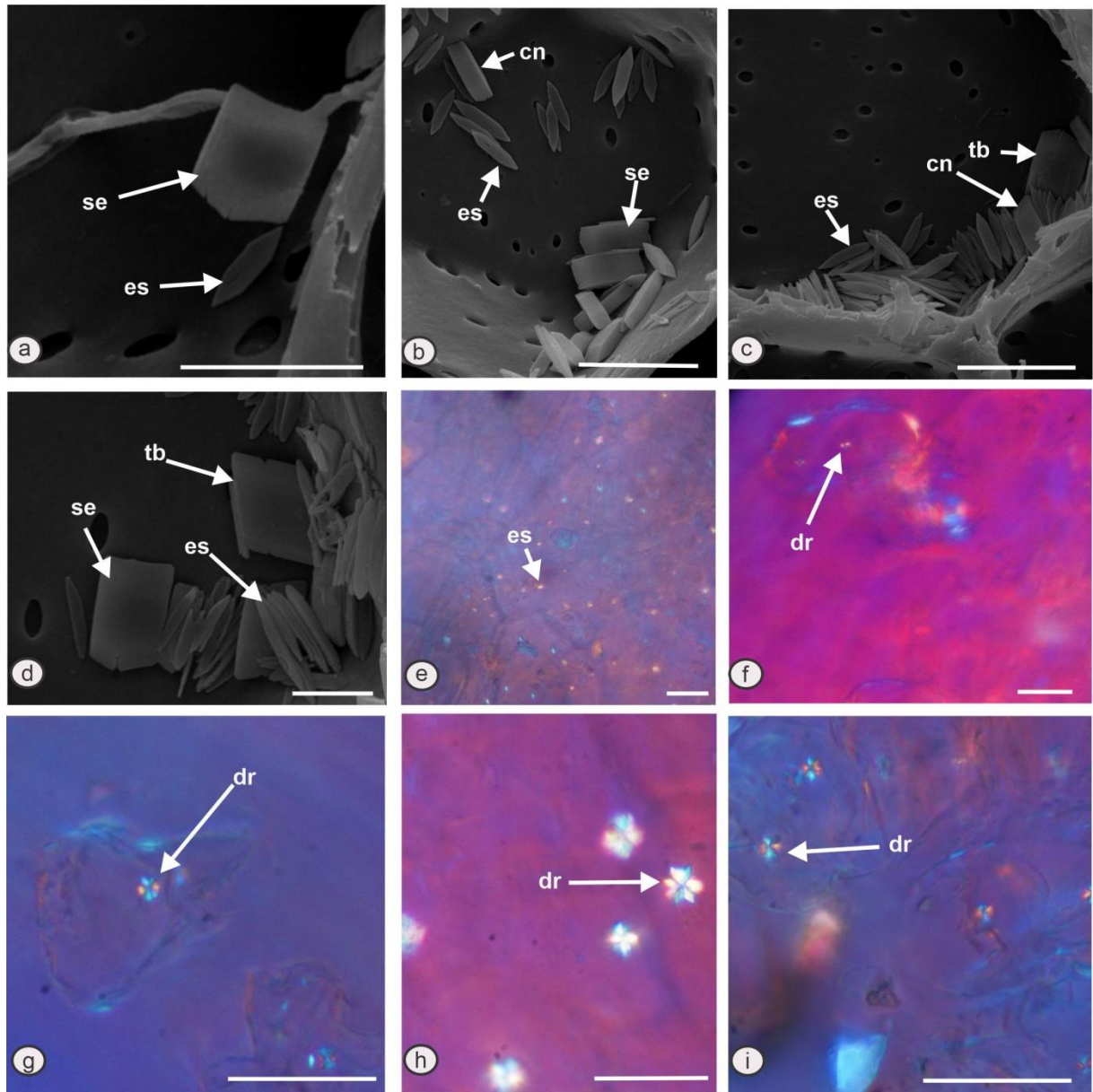
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-g); tricoma glandular (h-i) de *B. platypoda*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; tb – tabular (em d – pilha de cristais tabulares); acc – areia cristalina cilíndrica; acg – areia cristalina tipo gravata borboleta; act – areia cristalina de tabular; se – cristal tipo seta; cn – cuneiforme; dr – drusa]. Barras de escala = c = 5  $\mu\text{m}$ ; b, d, f, g, h = 10  $\mu\text{m}$ ; a, h, i = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 46 – *B. pluricapitulata*

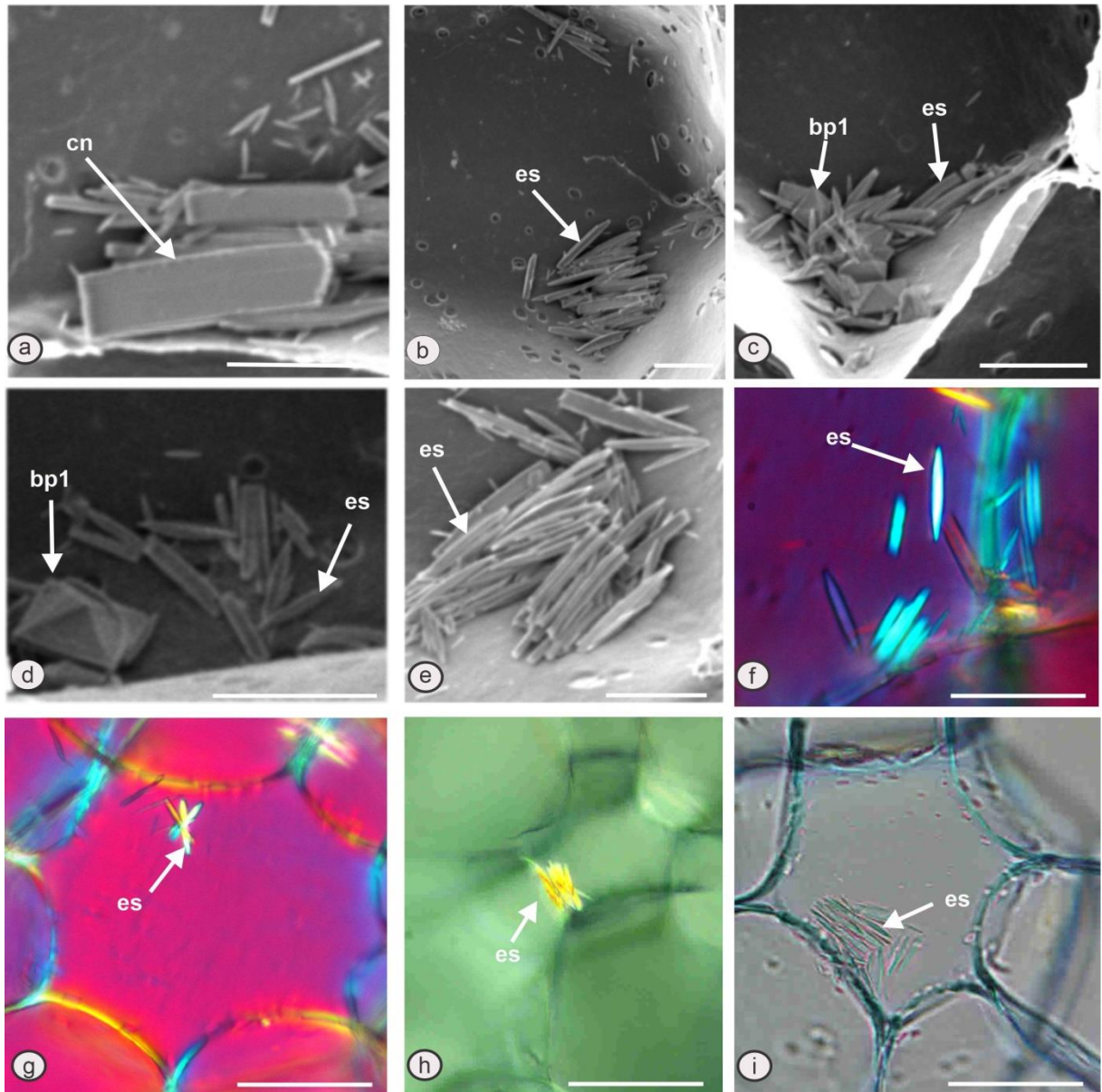
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-g); tricoma glandular (h); epiderme foliar (i) de *B. pluricapitulata*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; es – estiloide; acb – areia cristalina de bipiramidal; ace – areia cristalina de estiloide; act – areia cristalina de tabular; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, d, e = 10  $\mu\text{m}$ ; c, i = 20  $\mu\text{m}$ ; f, g = 50  $\mu\text{m}$ ; h = 100  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 47 – *B. polifolia*

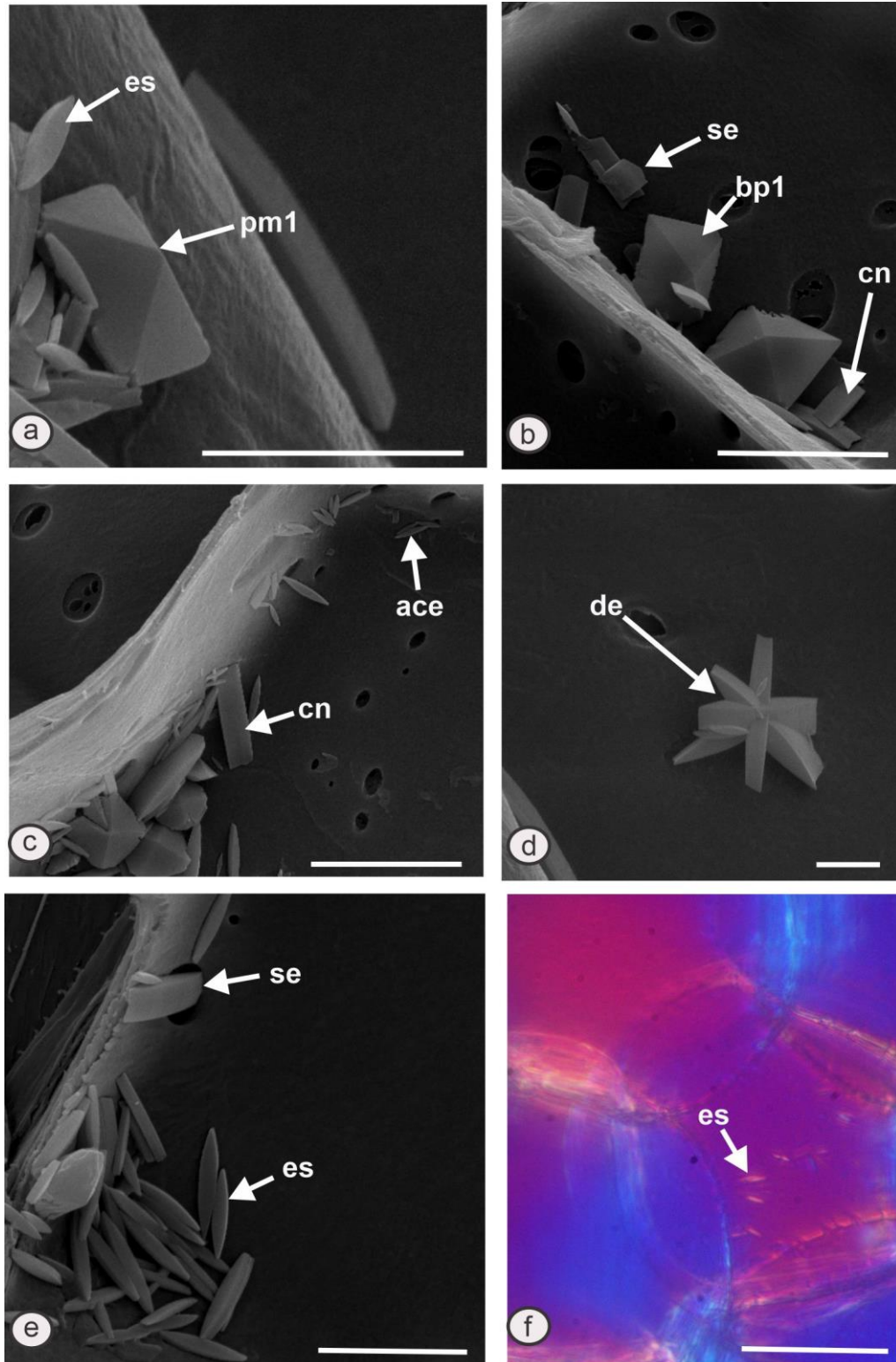
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-e); epiderme foliar (e); tricoma glandular (f, g, i) de *B. polifolia*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [se – cristal tipo seta; es – estiloide; cn – cuneiforme; tb – tabular; dr – drusa]. Barras de escala = d = 5  $\mu$ m; a, b, c = 10  $\mu$ m; e, f, g, h, i = 20  $\mu$ m.

FIGURA 48 – *B. punctulata*

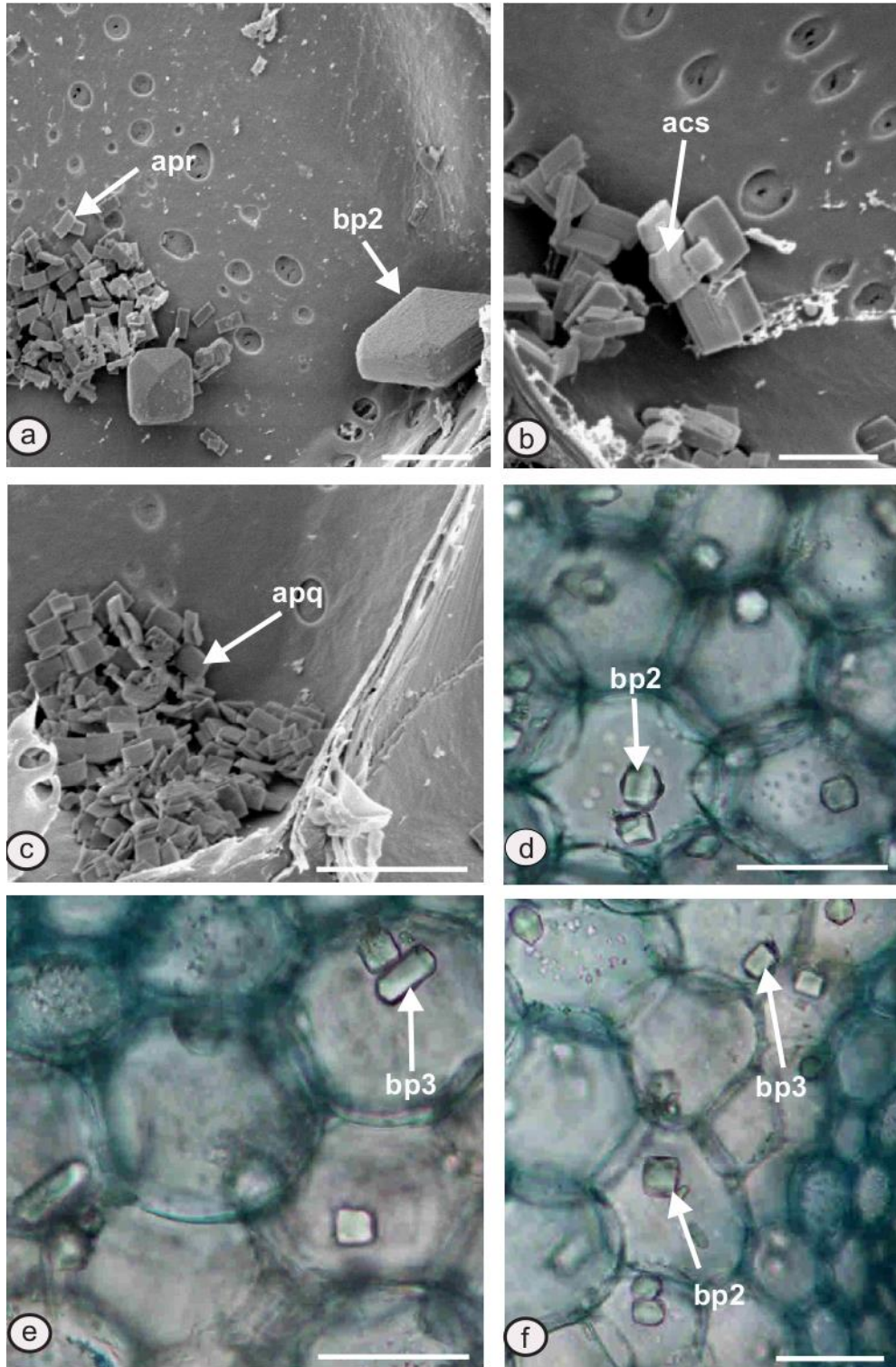
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-i) de *B. punctulata*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [bp1 – bipiramidal tipo 1; cn – cuneiforme; es – estiloide]. Barras de escala = a, b, c, d, e = 10  $\mu\text{m}$ ; f, g, h, i = 40  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 49 – *B. racemosa*

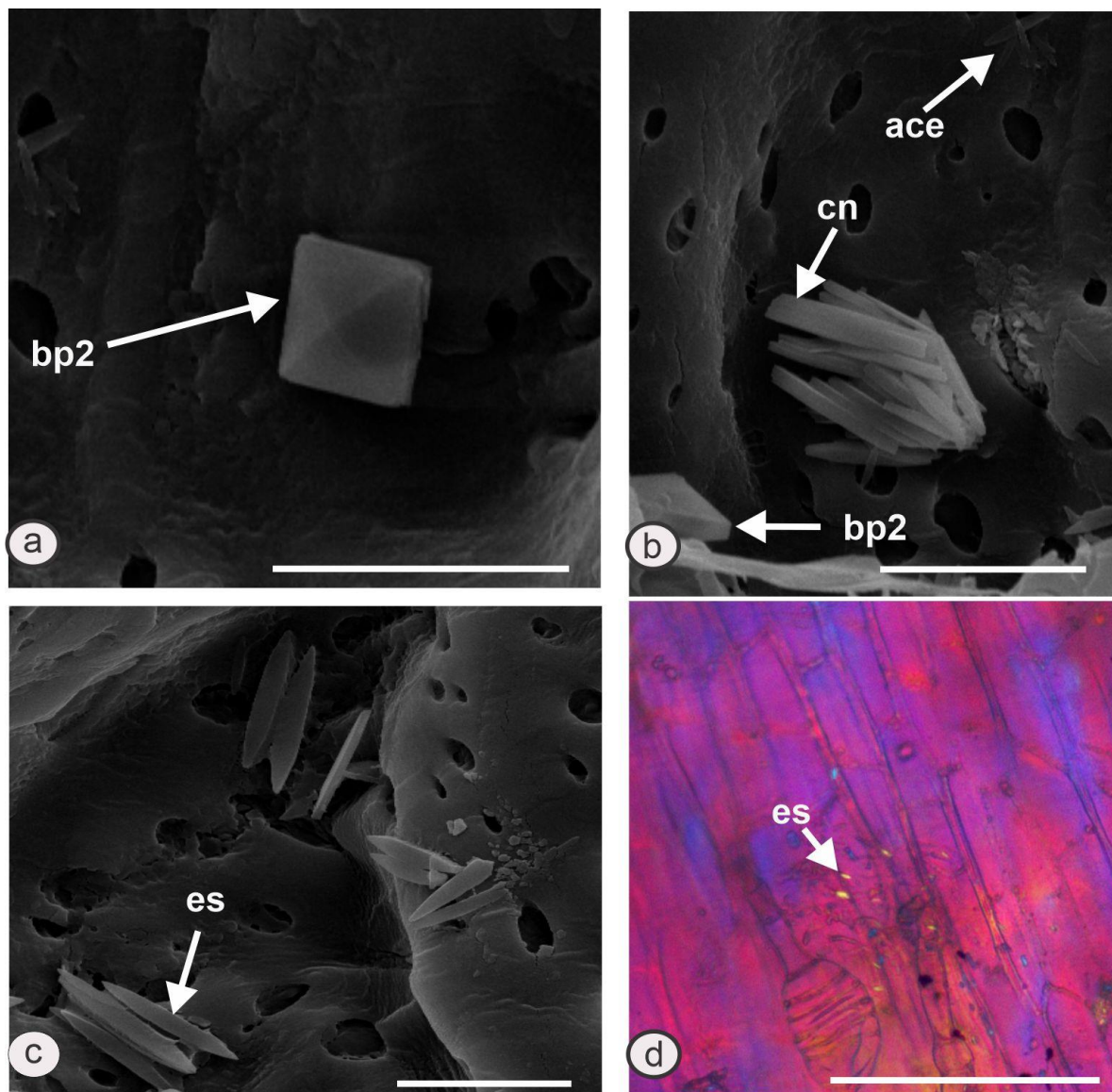
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-e); epiderme foliar (f) de *B. racemosa*. [MEV (a-e); LP (f)]. [es – estiloide; pm1 – piramidal tipo 1; bp1 – bipiramidal tipo 1; cn – cuneiforme; ace – areia cristalina de estiloide; de – drusa de estiloide]. Barras de escala = a, c, d, e = 5  $\mu$ m; b = 10  $\mu$ m; f = 50  $\mu$ m.

FIGURA 50 – *B. reticularioides*

Fonte: O Autor

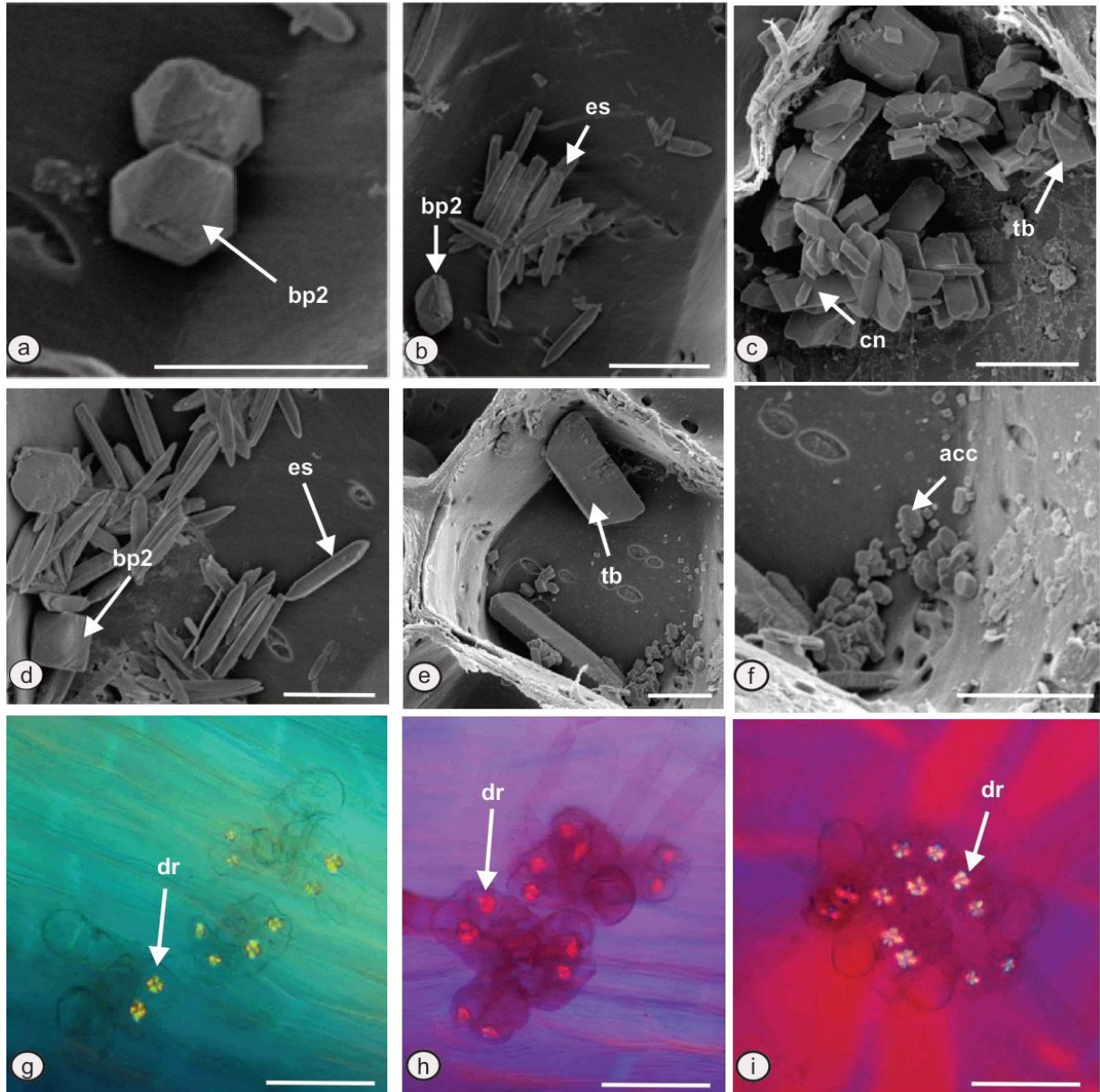
Notas: ST do caule (a-f) de *B. reticularioides*. [MEV (a-c); lp (d-f)]. [bp2 - bipiramidal tipo 2; bp3 - bipiramidal tipo 3; apq – areia cristalina paralelepípeda quadrada; apr – areia cristalina paralelepípeda retangular; acs – areia cristalina tipo seta]. Barras de escala = b = 5  $\mu\text{m}$ ; a, c = 10  $\mu\text{m}$ ; f = 20  $\mu\text{m}$ ; d, e = 40  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 51 – *B. salicifolia*

Fonte: O Autor

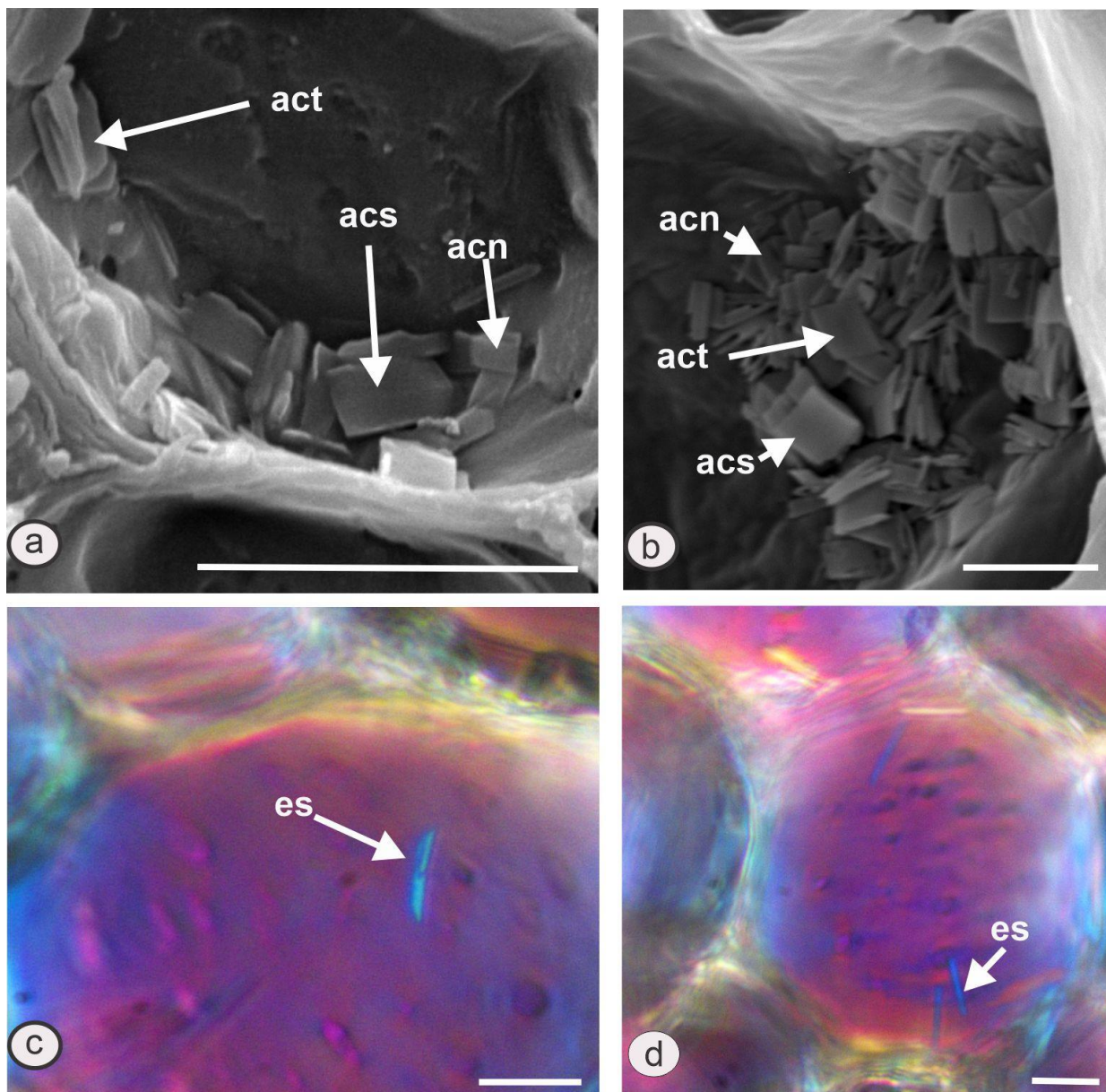
Notas: ST do caule (a-c); mesofilo foliar (d) de *B. salicifolia*. [MEV (a-c); LP (d)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; cn – cuneiforme; ace – areia cristalina de estiloide; es – estiloide]. Barras de escala = a, b, c, d = 10 μm; d = 50 μm.



FIGURA 52 – *B. sphenophylla*

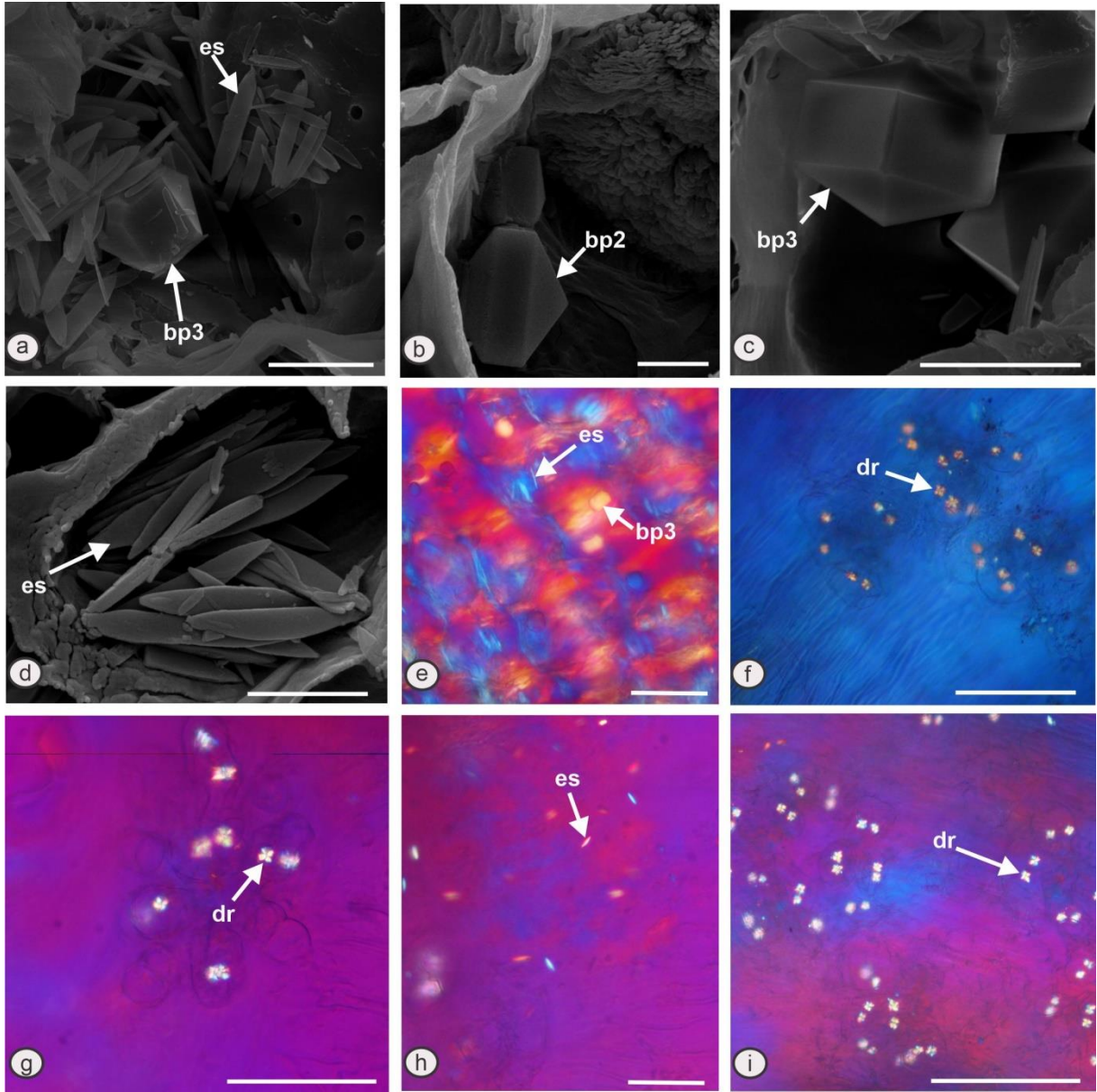
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-f); tricoma glandular (g-i) de *B. sphenophylla*. [MEV (a-f); LP (g-i)]. [bp2, bipiramidal tipo 2; cn – cuneiforme; dr – drusa; es – estiloide; acc – areia cristalina cilíndrica]. Barras de escala = a, b, c, d, e, f = 10  $\mu$ m; g, h, i = 40  $\mu$ m.

FIGURA 53 – *B. thymifolia*

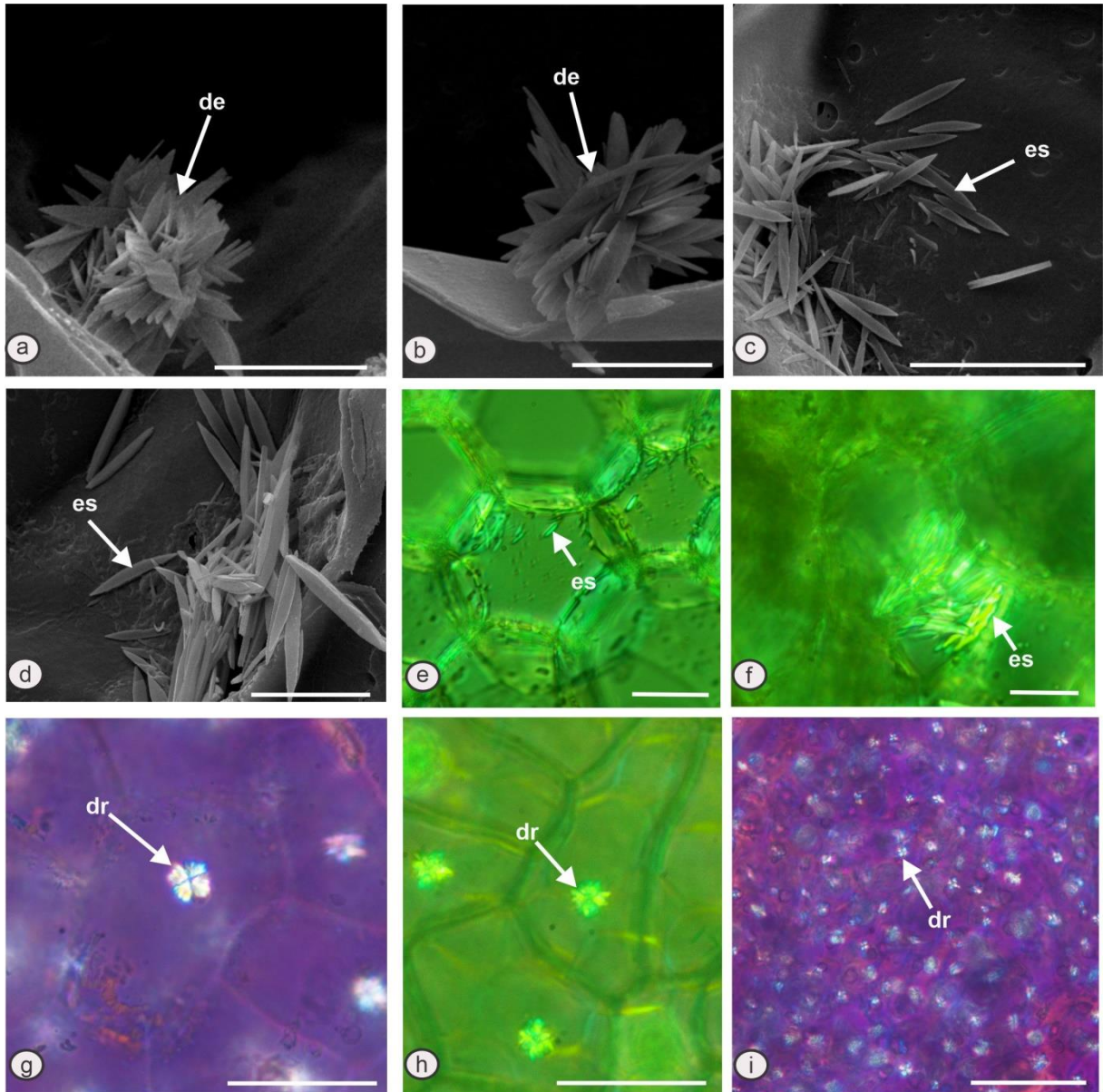
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d) de *B. thymifolia*. [MEV (a-b), LP (c-d)]. [act – areia cristalina de tabular; acs – areia cristalina tipo seta; acn – areia cristalina de cuneiforme; es – estiloide]. Barras de escala = b = 5  $\mu\text{m}$ ; c, d = 10  $\mu\text{m}$ ; a = 20  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 54 – *B. tridentata*

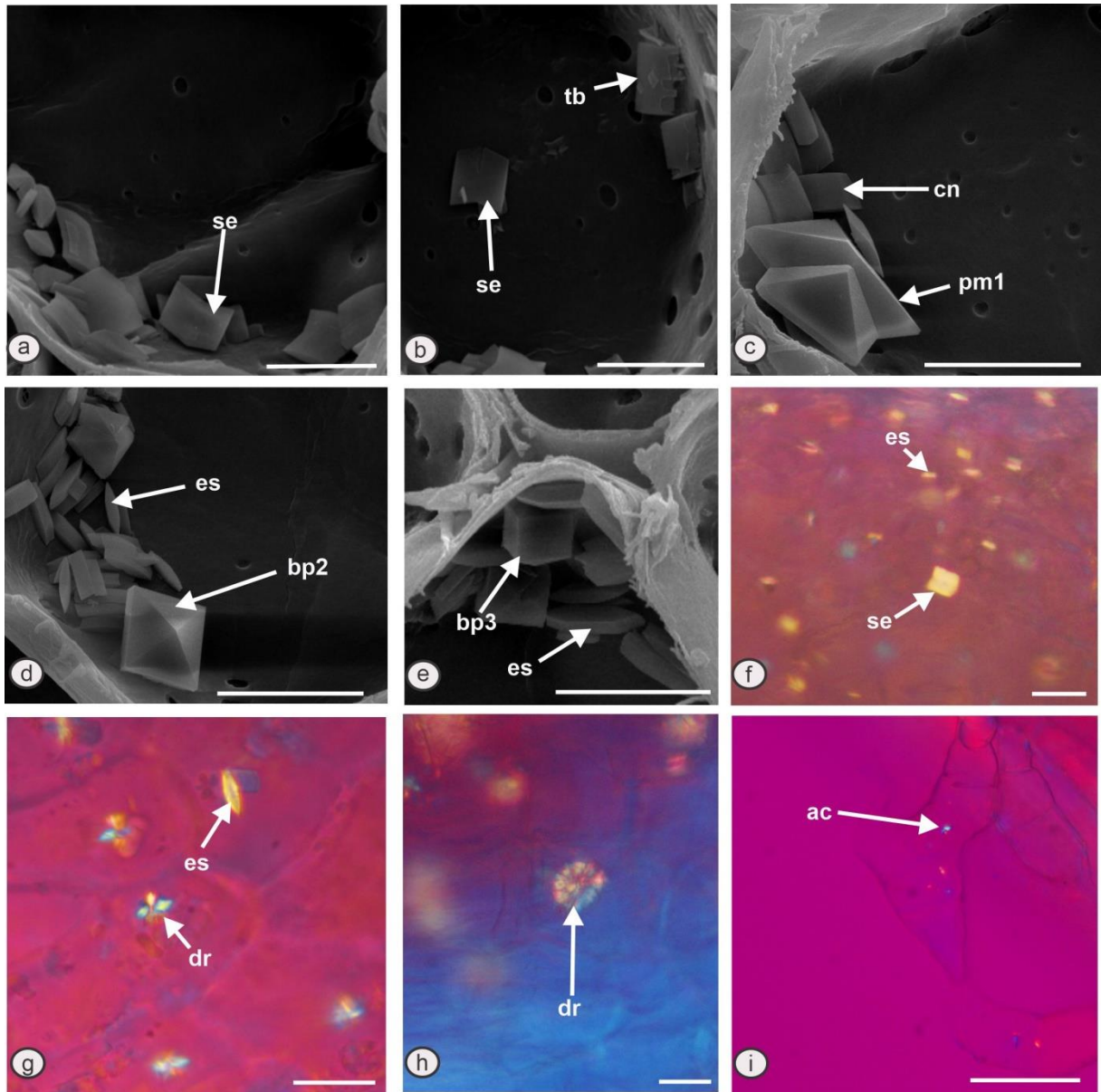
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-e); tricoma glandular (f, g, i); epiderme foliar (h) de *B. tridentata*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp2 – bipiramidal tipo 2; bp3 – bipiramidal tipo 3; es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = b, d = 5  $\mu$ m; a, c, e = 10  $\mu$ m; f, g, h, i = 20  $\mu$ m.

FIGURA 55 – *B. trinervis*

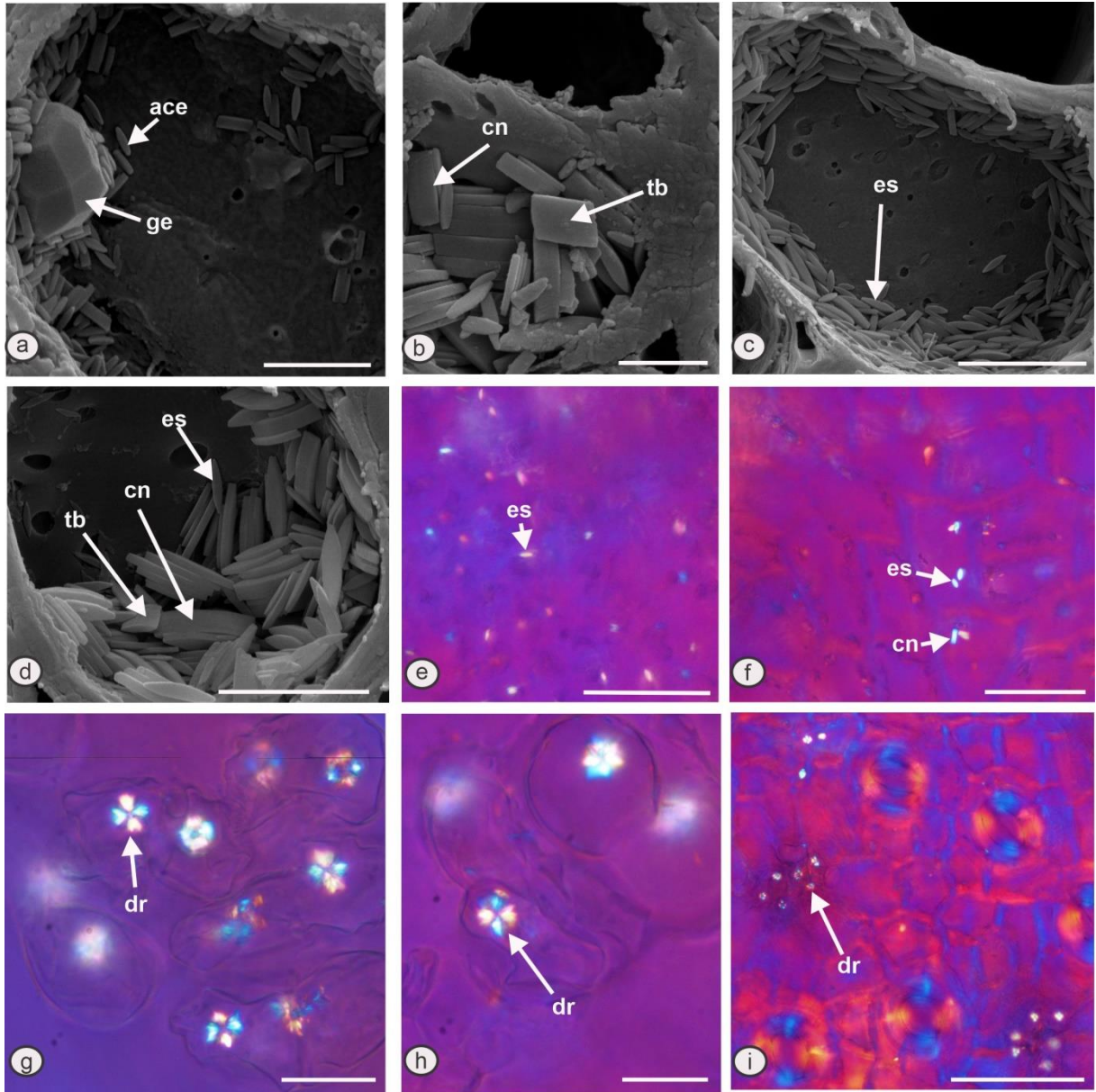
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-e); epiderme foliar (f-i) de *B. trinervis*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [de – drusa de estiloide; es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, e, f = 10 μm; c, d, g, h = 20 μm; i = 50 μm.

FIGURA 56 – *B. ulicina*

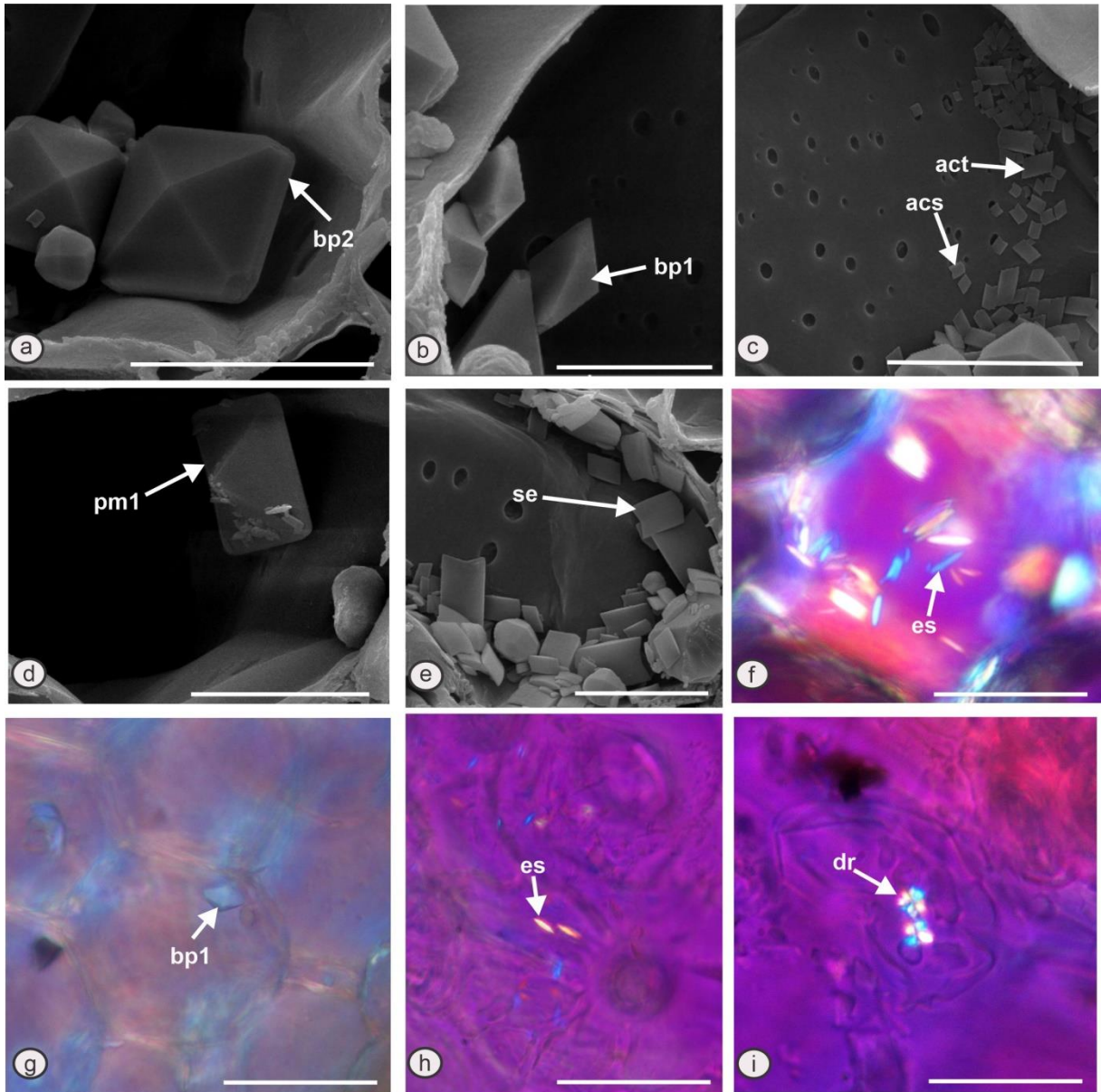
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-e); epiderme foliar (f-h); tricoma flagiliforme (i) de *B. ulicina*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [se – cristal tipo seta; tb – tabular; sn – cuneiforme; pm1 – piramidal tipo 1; bp2 - bipiramidal tipo 2; bp3 – bipiramidal tipo 3; dr – drusa; ac – areia cristalina]. Barras de escala = a, b, c, d, e = 10  $\mu$ m; f, g, h, i = 20  $\mu$ m.

FIGURA 57 – *B.umbelliformis*

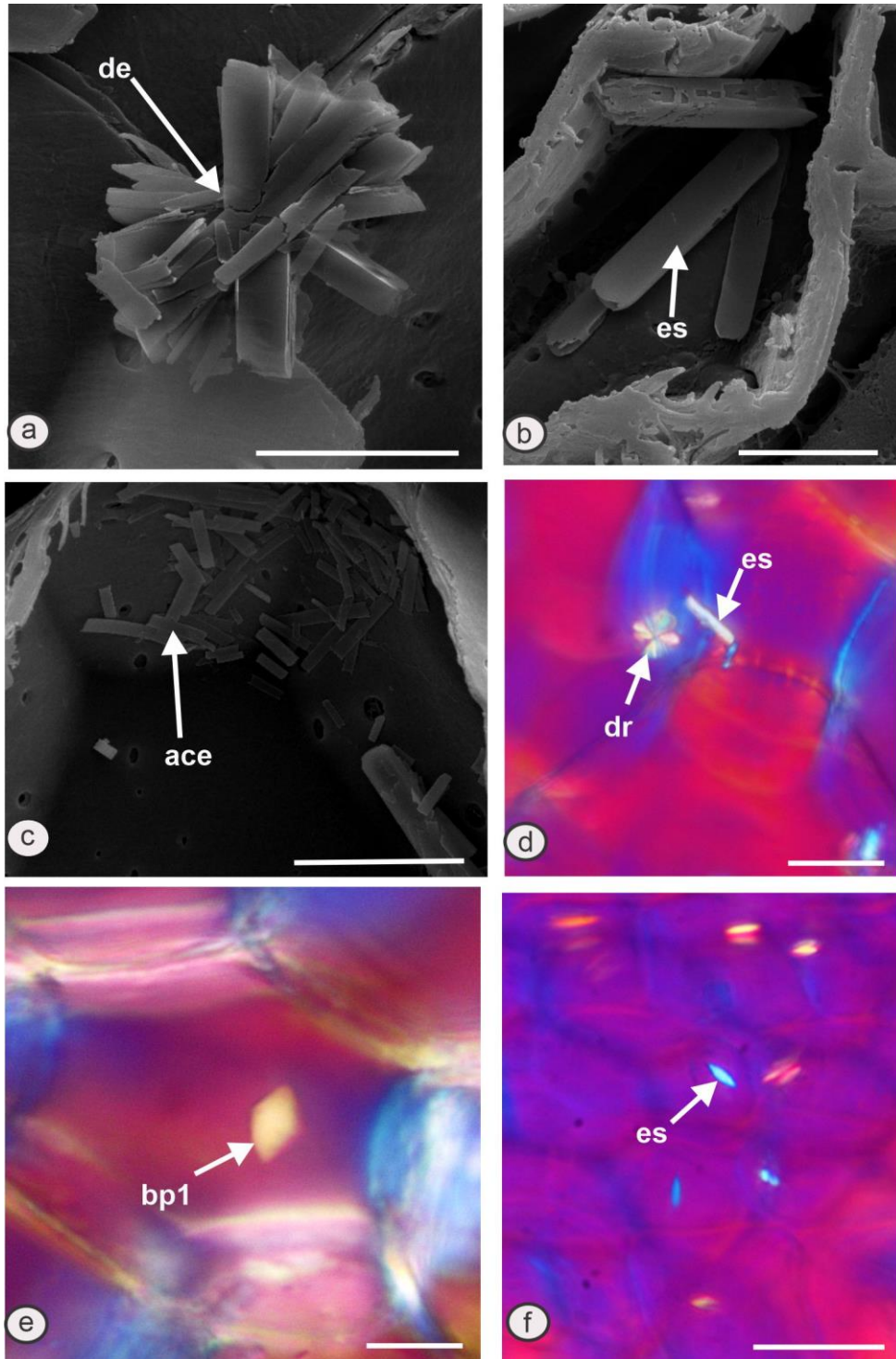
Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a-d); epiderme foliar (e-f); tricoma glandular (g-i) de *B. umbelliformis*. [MEV (a-d); LP (e-i)]. [bp4 – bipiramidal tipo 4; ace – areia cristalina de estiloide; cn – cuneiforme; tb – tabular; es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = a = 5  $\mu\text{m}$ ; b, c, d = 10  $\mu\text{m}$ ; e, f, g, h = 50  $\mu\text{m}$ ; i = 100  $\mu\text{m}$ .

FIGURA 58 – *B. uncinella*

Fonte: O autor

Notas: ST do caule (a-g); epiderme foliar (h); tricoma glandular (i) de *B. uncinella*. [MEV (a-e); LP (f-i)]. [bp1 – bpiramidal tipo 1; bp2 – bpiramidal tipo 2; act – areia cristalina de tabular; areia cristalina do tipo seta; am1 – piramidal tipo 1; se – cristal do tipo seta, es – estiloide; dr – drusa]. Barras de escala = b, e, f, g = 10  $\mu$ m; a, c, d, h, i = 20  $\mu$ m.

FIGURA 59 – *B. wagenitzii*

Fonte: O Autor

Notas: ST do caule (a, b, c, e); epiderme foliar (d, f) de *B. wagenitzii*. [MEV (a-c); LP (d-f)]. [de – drusa de estiloide; es – estiloide; ac e – areia cristalina de estiloide; bp1 – bipiramidal tipo 1; dr – drusa]. Barras de escala = a, b, d, e = 10  $\mu$ m; c, f = 20  $\mu$ m.



A produção dos cristais de oxalato de cálcio intracelular pode variar consideravelmente na forma, ou morfotipo, de espécie para espécie e em alguns casos a região onde o cristal é encontrado também pode variar muito de uma planta para outra. Uma espécie em particular irá formar apenas um determinado tipo de cristal, ou então um subconjunto morfológico de cristais. Esse caráter é de grande relevância, pois, indica que as células genéticas da espécie particularmente formam e controlam a morfologia desses cristais (AL-RAIS; WATSON, 1971; FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

A formação de um cristal de oxalato de cálcio envolve vários eventos distintos, desde a captação do cálcio livre no apoplasto, até a sua transferência do citosol para o vacúolo e então a transferência para a câmara especializada na formação do cristal. Concomitantemente a isso o ácido oxálico é sintetizado no citoplasma, tendo como principal precursor o ácido ascórbico, que então será transferido para o vacúolo e então para a câmara cristalina, também conhecida como idioblasto cristalino. Sugere-se que a formação desses cristais passa por um rigoroso controle genético, pois a expansão celular ocorre de forma coordenada com o crescimento do cristal, pois se o cristal crescesse sem um controle regulatório ele poderia ultrapassar o tamanho da célula e acabar por rompê-la. Além disso, é o idioblasto cristalino responsável pela morfologia do cristal, portanto diferentes morfologias requerem diferentes formas desse idioblasto para então acomodá-los (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

A hipótese é que os principais pontos de controle genético estão na síntese do oxalato, na absorção do cálcio pela planta, o acúmulo deste pelos idioblastos cristalinos, bem como a precipitação e concomitantemente o crescimento desses cristais (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

O quadro 3, inserido a seguir, traz um compilado de todas as espécies e seus morfotipos cristalinos, através dele nota-se que todas as espécies que apresentaram cristais, possuíam características únicas, ou seja, nenhuma obteve o mesmo padrão idêntico que contivesse todos os cristais iguais, evidenciando ainda mais a característica genética na determinação do morfotipo cristalino.























QUADRO 3 – Distribuição dos morfotipos cristalinos nas espécies de *Baccharis*

(Conclusão)

		MORFOTIPOS CRISTALINOS																						
		Bipiramidais			Piramidais		Outras formas						Drusa		Areia cristalina									
ESPÉCIE	LOCALIZAÇÃO	bp1	bp2	bp3	pm1	pm2	ge	pt	es	cn	tb	se	dr	de	acc	acb	acn	ace	acg	apq	apr	acs	act	
<i>B. ulicina</i>	Caule		■	■	■				■	■	■	■												
	Epiderme foliar								■			■	■											
	Mesofilo foliar												■											
	Tricoma glandular																							
	Tricoma flagiliforme**																		**					
<i>B. umbelliformis</i>	Caule						■		■	■	■							■						
	Epiderme foliar								■	■														
	Mesofilo foliar																							
	Tricoma glandular												■											
	Tricoma tector																							
<i>B. uncinella</i>	Caule	■	■		■				■				■										■	■
	Epiderme foliar								■															
	Mesofilo foliar																							
	Tricoma glandular												■											
	Tricoma tector																							
<i>B. wagenitzii</i>	Caule	■							■					■				■						
	Epiderme foliar								■				■											
	Mesofilo foliar																							
	Tricoma glandular																							
	Tricoma tector																							

Fonte: O Autor

Notas: \*Pilha de cristais tabulares; \*\*Areia cristalina presente no cristal flagiliforme.

Sabe-se que uma espécie pode formar um morfotipo específico, como foi o caso das espécies *B. acaulis* e *B. conyzoides* ou então um subconjunto de morfotipos cristalinos, observado nas demais espécies que apresentaram cristais. Entretanto espécies do mesmo gênero, ou seção podem apresentar um padrão cristalino, o que também pode ser considerado uma característica genética para aquele grupo, além de apresentarem características cristalinas individuais (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

A exemplo disso o quadro 4 apresenta algumas espécies, as quais fazem parte de uma mesma seção, e apresentaram um padrão cristalino correspondente a esta, além de apresentarem ao menos um morfotipo diferente, ou até mesmo a localização diferenciada dos cristais na planta.











QUADRO 4 – Padrões cristalinos das seções em comum de *Baccharis* spp.

(Conclusão)

		MORFOTIPOS CRISTALINOS																									
		Bipiramidais			Piramidais		Outras formas						Drusa		Areia cristalina												
		ESPÉCIE	LOCALIZAÇÃO	bp1	bp2	bp3	pm1	pm2	ge	pt	es	cn	tb	se	dr	de	acc	acb	acn	ace	acg	apq	apr	acs	act		
SEÇÕES	Tarchonanthis (Heering) Cuatrec.	<i>B. carytibensis</i>	Caule																								
			Epiderme foliar																								
			Mesofilo foliar																								
			Tricoma glandular																								
		<i>B. patens</i>	Caule																								
			Epiderme foliar																								
			Mesofilo foliar																								
			Tricoma glandular																								
		<i>B. tarchonanthis</i>	Caule																								
			Epiderme foliar																								
			Mesofilo foliar																								
			Tricoma glandular																								

Fonte: O Autor

O padrão cristalino foi evidenciado nas seções: *Aphyllae* em *B. aphylla* e *B. articulata*, onde ambas apresentaram no caule cristais estiloides, cuneiforme, tabular e cristal tipo seta; em *Angustifoliae* com as espécies *B. arguta* e *B. ulicina* onde ambas apresentaram cristais estiloides no caule e na epiderme foliar, bem como drusas na epiderme foliar; em *Oblongifoliae* com *B. ciliata* e *B. macrophylla* apresentando cristais estiloides e cuneiformes no caule, além de ambas apresentarem drusas nos tricomas glandulares, apenas *B. oblongifoliae* não apresentou um padrão cristalino respectivo da seção devido a ausência de cristais; *Racemosae* apresentou as espécies *B. dracunculifolia* e *B. uncinella* com um padrão cristalino nos morfotipos bipiramidal tipo 1, bipiramidal tipo 2, estiloide e cristal tipo seta no caule, enquanto na epiderme foliar ambas apresentaram cristais estiloides; *Canescentes* apresentou as espécies *B. ganaphalioides* e *B. helicrysoides* com um padrão cristalino de cristais estiloides, cristais cuneiformes e tipo seta no caule; *Agglomeratae* com as espécies *B. pauciflosculosa*, *B. platypoda* e *B. reticularioides* apresentando areia cristalina do tipo seta no caule; Em *Cylindricae* as espécies *B. linearifolia* e *B. microdonta* demonstraram como padrão cristalino a presença de estiloides no caule e drusas no tricoma glandular; e por fim a seção *Tarchonanthoides* demonstrou um padrão cristalino nas espécies *B. curitybensis* e *B. patens* com os cristais do tipo estiloide, cuneiforme e tipo seta no caule, bem como cristais do tipo drusa nos tricomas glandulares, nessa seção *B. tarchonanthoides* não se encaixou no padrão devido a ausência de cristais. A única seção a qual não apresentou um padrão específico foi *Molinae* nas espécies *B. conyzoides* e *B. salicifolia*.

A presença desses padrões reforça a ideia anteriormente retratada de que as diferentes formas cristalinas ou até mesmo as combinações de mais de uma forma cristalina presente em determinadas espécies podem ser características para aquele gênero, constituindo assim critérios de identificação e classificação, ou seja, pode ser que para essas seções demonstradas, esses padrões sejam comuns às espécies presentes nelas (AL-RAIS; WATSON, 1971).

## 5.2 Espectroscopia De Raios X Por Energia Dispersiva

Além do controle genético, o estado de hidratação dos cristais de oxalato de cálcio, bem como a proporção de cálcio ou até mesmo a presença de substâncias contaminantes podem influenciar na determinação da morfologia dos cristais, as quais interferirão no momento da formação do cristal, sendo dessa forma de grande relevância estudar a forma química destes (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

A composição química dos cristais pode variar em função do solo o qual a planta se desenvolveu, sendo este responsável pela nutrição e crescimento dela. Entretanto a composição do solo pode variar conforme a região, podendo conter desde sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), alumínio (Al), sulfato (SO<sub>4</sub>), cobre (Cu), dentre outros íons, os quais podem atrelar-se ao desenvolvimento dos cristais, alterando tanto a composição química, quanto, possivelmente, a forma dos cristais (BOSQUEIRO, 1995; WEBB, 1999).

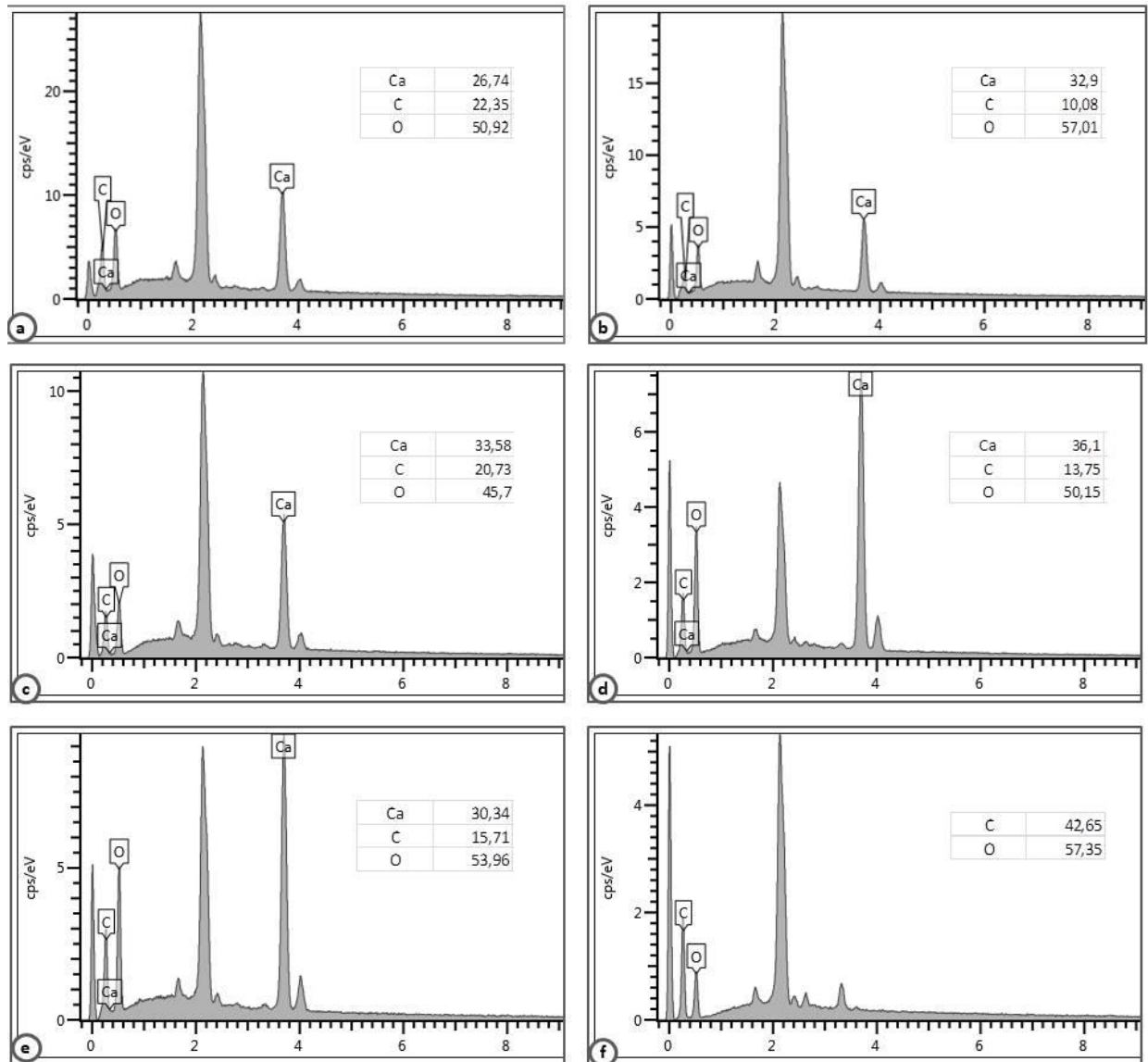
Uma das funções atrelada aos cristais de oxalato de cálcio está a desintoxicação de alumínio e metais pesados os quais são absorvidos pela planta devido a presença no solo. Os cristais associam-se a esses componentes livrando a planta da toxicidade oferecida por estes. Entretanto a associação a estes compostos também alteram a morfologia que o cristal irá apresentar (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

Os cristais encontrados nas espécies de *Baccharis* foram submetidos à análise da composição química elementar. Todos os espectros evidenciaram picos de cálcio (Ca), carbono (C) e oxigênio (O). Esses resultados indicaram que os cristais apresentam composição química de oxalato de cálcio (CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) devida a proporção atômica apresentada, sendo esta de 1:2:4 (RAMAN et al., 2014).

Os espectros observados a seguir na figura 60 (a-e) exemplificam os picos encontrados, demonstrando os cristais como de oxalato de cálcio. Já a figura 60 (f) representa o espectro de uma célula sem cristais, a qual foi utilizada como padrão negativo, garantindo a confiabilidade da análise. Alguns picos não identificados apareceram nos espectros, estes correspondem ao ouro (Au), utilizado no processamento de metalização das amostras para a análise no MEV.

Todo o conteúdo aquoso do solo terá relação direta com a absorção dos nutrientes de uma planta, portanto, solos ricos em cálcio tende a garantir a formação de cristais de oxalato de cálcio, a presença de outros compostos no solo, tende a levar a adesão destes aos cristais (HEINRICHS, 2010).

FIGURA 60 – EDS dos cristais analisados em *Baccharis*



Fonte: O Autor

Notas: *B. ciliata* (a), *B. curitybensis* (b), *B. helicrysoides* (c), *B. articulata* (d), *B. dracunculifolia* (e), *B. oblongifolia* (f). [EDS cristal cuneiforme (a), EDS cristal bipiramidal tipo 2 (b), EDS cristal bipiramidal tipo 1 (c), EDS cristal piramidal tipo 1 (d), EDS cristal bipiramidal tipo 3 (e), EDS célula vazia (f)].

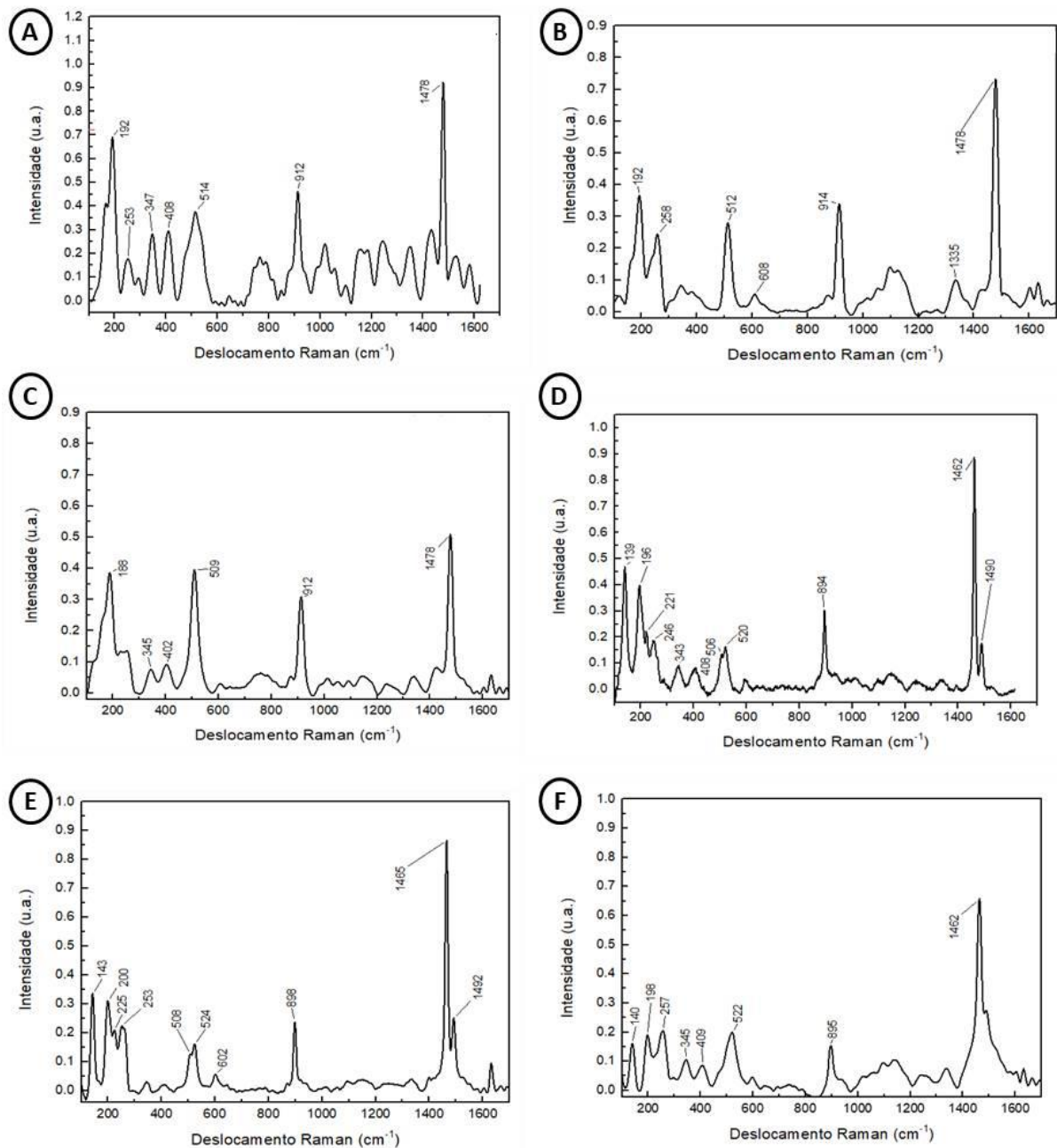
### 5.3 Espectroscopia RAMAN

Algumas características como o estado de hidratação do cristal, bem como a proporção de cálcio livre para oxalato podem desempenhar um papel na determinação da morfologia. O estado da hidratação regulará a morfologia do cristal através da distribuição e coordenação dos íons de cálcio e de oxalato, outros ácidos orgânicos poderão interferir não só na morfologia, mas também afetam o estado de hidratação e conseqüentemente a morfologia (ISHII, 1991; FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

Os estados de hidratação comumente encontrado em plantas são o monohidratado, conhecido como whewellite e o dihidratado, conhecido como weddellite. O estado monohidratado é encontrado principalmente em cristais considerados do sistema monocíclico, como é o caso dos cristais estiloides, cuneiforme e tabular, enquanto o estado dihidratado é encontrado em cristais do sistema tetragonal, como é o caso dos cristais piramidais e bipiramidais (FRANCESCHI; HORNER, 1980; FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

Ambos os estado de hidratação foram observados a exemplo da figura 61 (a-c), representada a seguir, demonstrando os espectros dos cristais de oxalato de cálcio dihidratados, sendo eles observados principalmente nos cristais do tipo bipiramidais, enquanto na figura 61 (d-f) foram exemplificados os espectros dos cristais monohidratados observados principalmente no morfotipo estiloide. Isso retoma a relevância do estado de hidratação frente à morfologia dos cristais.

FIGURA 61 – RAMAN dos cristais analisados no caule das espécies



Fonte: O Autor

Notas: (A) *B. aliena*, (B) *B. nitida*, (C) *B. platypoda*, (D) *B. patens*, (E) *B. helicryoides*, (F) *B. macrophylla*. [Cristais dihidratados (weddelilite) (A-C); Cristais monohidratados (whewellite) (D-F)].

Embora a correlação entre a morfologia e o estado de hidratação seja de mera importância para algumas formas cristalinas, para outros cristais as duas formas de hidratação podem ocorrer, como é o caso dos cristais do tipo drusa, os quais podem ser tanto monohidratado, quando dihidratado (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

Outro fator importantes no que se diz respeito à formação dos cristais de oxalato de cálcio em plantas é a concentração de cálcio, visto que, quando a proporção de cálcio é relativamente grande a quantidade e tamanho dos cristais é aumentado, quando a quantidade de cálcio presente no solo é restrita, o tamanho e a quantidade de cristais tendem a ser diminuídos. Além de interferirem na morfologia dos cristais, os metais pesados podem acarretar a diminuição do número de cristais encontrados em uma planta, devido à toxicidade que acabará por interferir nos mecanismos biológicos que medeiam à formação dos cristais (FAHEED et al., 2013).

Mesmo com tantos estudos ainda não foi possível compreender e explicar claramente os mecanismos de formação e controle genético dos cristais de oxalato de cálcio em plantas, o que se sabe é que cada espécie produz um morfotipo ou um subconjunto de morfotipos específicos.



## 6 CONCLUSÃO

Evidenciou-se que cada espécie possui padrões específicos, demonstrando que a formação dos cristais passa por um controle de caráter genético na determinação da morfologia, bem como na localização dos cristais, pois todas as espécies estudadas, com exceção de *B. oblongifolia* e *B. tarchonanthoides* que demonstraram ausência de cristais, evidenciaram ao menos um morfotipo cristalino específico, ou até mesmo um conjunto de morfotipos caracterizando-a. Além de confirmar que os cristais de oxalato de cálcio podem auxiliar como marcadores anatômicos na diferenciação e identificação das espécies.

Outra determinação importante foi a presença de padrões observados nas seções *Aphyllae*, *Angustifoliae*, *Oblongifoliae*, *Racemosae*, *Canescentes* e *Tarconanthoides* evidenciando que espécies de uma mesma seção ou um mesmo gênero podem apresentar um padrão morfológico, e mesmo assim possuir outros cristais específicos que as diferenciem das demais espécies.

As espécies analisadas apresentaram conformidade no que se diz respeito ao estado de hidratação dos cristais, sendo os cristais bipiramidais, abrangidos dentro do sistema tetracíclico como cristais dihidratados e os cristais monocíclicos, sendo representado principalmente pelos cristais estiloides, como cristais monohidratados. Já a análise química dos cristais demonstrou todos como sendo de oxalato de cálcio, visto que essa é a composição química mais comum observada nas espécies de plantas.

## REFERÊNCIAS

- AL-RAIS, A. H.; MYERS, A.; WATSON, L. The isolation and properties of oxalate crystals from plants. **Annals of Botany**. v.35, p.1213-1218, 1971.
- ARAÚJO, K. L.; SILVEIRA, S. F.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E.; GILIO, T. A. S.; MIGUENS, F. C. Caracterização anatômica e histoquímica de folíolos de coqueiro. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.8, n.2, p. 246-251, 2013.
- ARNOTT, H. J.; PAUTARD, F. G. E. Calcification in plants. In: Schraer H. **Biological calcification: Cellular and molecular aspects**. Amsterdam: North-Hollan. p.375-446, 1970.
- BAGGIO, C. H.; FREITAS, C S.; RIECK, L; MARQUE, M. C. Gastroprotective effects of a crude extract of *Baccharis illinita* DC in rats. **Pharmacol Research**. v.47, n.1, p. 93-98, 2003.
- BARISON, M. B.; Geométrica: Desenho, geometria e arquitetura. p.1-10, 2007.
- BARROSO, G. M. **Compositae – Subtribo Baccharidinae Hoffmann Estudo das Espécies Ocorrentes no Brasil**. 1976, 402 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual de Campinas, 1976.
- BARROSO, G. M.; BUENO, O. L. Compostas – Subtribo *Baccharidinae*. **Flora Ilustrada Catarinense**. p.1-302, 2002.
- BECK, C. **An introduction to plant structure and development. Plant anatomy for the twenty-first Century**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- BOBEK, V. B.; ALMEIDA, V. P.; PEREIRA, C.; HEIDEN, G.; DUARTE, M. R.; BUDEL, J. M.; NAKASHIMA, T. Comparative pharmacobotanical analysis of *Baccharis caprariifolia* DC. And *B. erioclada* DC. From Campos Gerais, Paraná, Southern Brazil. **Latin American Journal of Pharmacy**. v.34, n.7, p. 1396-1402, 2015.
- BOBEK, V. B.; HEIDEN, G.; OLIVEIRA, C. F.; ALMEIDA, V. P.; PAULA, J. P. P.; FARAGO, P. V.; NAKASHIMA, T.; BUDEL, J. M. Comparative analytical micrographs of “vassouras” (*Baccharis*, Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.26, p.665-672, 2016.
- BORGES, R. A. X.; FORZZA, R. C. A tribo Astereae (Asteraceae) no parque estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**. v.26, n.2, p. 131-154, 2008.
- BOSQUEIRO, A. L. D. Metabólitos Secundários Em Plantas. **Revista Ciência e Educação**, v.13, n.2, p.91-96, 1995.
- BUDEL, J. M.; DUARTE, M. R.; SANTOS, C. A. M.; FARAGO, P. V. Morfoanatomia foliar e caulinar de *Baccharis dracunculifolia* DC., Asteraceae. **Acta Farmacéutica Bonaraense**. v.23, n.4, p.477-483, 2004.

BUDEL, J. M.; DUARTE, M. R.; SANTOS, C. A. M.; FARAGO, P. V.; MATZENBACHER, N. I. O progresso da pesquisa sobre o gênero *Baccharis*, Asteraceae: I – Estudos botânicos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.15, n.3, p.268-271, 2005.

BUDEL, J. M.; DUARTE, M. R. Caracteres morfoanatômicos de partes vegetativas aéreas de *Baccharis coridifolia* DC. (Asteraceae – Astereae). **Latin American Journal of Pharmacy**. v.26, n.5, p.723-731, 2007.

BUDEL, J. M.; DUARTE, M. R. Estudo farmacobotânico de folha e caule de *Baccharis uncinella* DC.. Asteraceae. **Latin American Journal of Pharmacy**. v.27, n.5, p.740-746, 2008.

BUDEL, J. M.; DUARTE, M. R.; DOLL-BORCARDIN, P. M.; FARAGO, P. V.; MATZENBACHER, N. I.; SARTORATTO, A.; MAIA, B. H. L. N. Composition of essential oils and secretory structures of *Baccharis anomala*, *B. megapotamica* and *B. orchracea*. **The Journal of Essential Oil Research**. v.24, n.1, 19-24, 2012.

BUDEL, J. M.; PAULA, J. P.; SANTOS, V. L. P.; FRANCO, C. R. C.; FARAGO, P. V.; DUARTE, M. R. Pharmacobotanical study of *Baccharis pentaptera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.25, p.314-319, 2015.

BUDEL, J. M.; RAMAN, V.; MONTEIRO, L. M.; ALMEIDA, V. P.; BOBEK, V. B.; HEIDEN, G.; TAKEDA, I. J. M; KHAN, I. A. Foliar Anatomy and microscopy of six Brazilian species of *Baccharis*. **Microscopy Research and Technique**. p.1-30, 2018a.

BUDEL, J. M.; WANG, M.; RAMAN, V.; ZHAO, J.; KHAN, S. I.; REHMAN, J. U.; TECHEN, N.; TEKWANI, B.; MONTEIRO, L. M.; HEIDEN, G.; TAKEDA, I. J. M.; FARAGO, P. V.; KHAN, I. A. Essential oils of five *Baccharis* species: Investigations on the chemical composition and biological activities. **Molecules**. v.23, n.10, p.1-20, 2018b.

CAPACIO, A. F. Z.; BELONIAS, B. S. Occurrence and variation of calcium oxalate crystals in selected medicinal plant species. **Annals of Tropical Research**. v.40, n.2, p.45-60, 2018.

CARVALHO, A. C. B.; SILVEIRA, D. Drogas vegetais: uma antiga nova forma de utilização de plantas medicinais. **Brasília médica**. v.48, n.2, p. 219-137, 2010.

CASSIANO, D. S. A.; BRANCO, A.; SILVA, T. R. S.; SANTOS, A. K. A. Caracterização morfoanatômica de folhas e caules de *Microlicia hatschbachii* Wurdak, Melastomataceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.20, n.4, p. 529-535, 2010.

CÉSPEDES, C. L.; UCHOA, A.; SALAZAR, J. R.; PERICH, F.; PARDO, F. Plant growth inhibitory activity of *p*-hydroxyacetophenones and tremetones from Chilean endemic *Baccharis* species and some analogous: a comparative study. **Journal of agricultural and food chemistry**. v.50, p.2283-2292, 2002.

CÉSPEDES, C. L.; ALARCÓN, J.; ÁVILA, J. G.; KUBO, I. Antioxidant and biocide activities of selected Mexican and Chilean plants. **Functional Food and Health**. v.25 p.277-306, 2008.

DEBLE, L. P.; OLIVEIRA, A. S.; MARCHIORI, J. N. C. O gênero *Heterothalamus* Lessing e táxones afins. **Balduinia**. v.1, p.1-20, 2005.

DEBLE, L. P.; OLIVEIRA, A. S. Uma nova espécie de *Baccharis* L. (Asteraceae-Astereae) de Minas Gerais (Brasil). **Balduinia**. v.9, p.10-12, 2006.

DEBLE, L. P. Studies in Baccharidinae (Asteraceae: Astereae). I: *Lanugothamnus* a new genus from south America. **Balduinia**. v.6, p.2-25, 2012.

DILLON, J. L. The definition of farm management. **Journal of Agricultural Economics**. v.31, n.2, p.257-258, 1980.

FAHEED, F.; MAZEN, A.; ABD ELMOHSEN, S. Physiological and ultrastructural studies on calcium oxalate crystal formation in some plants. **Turkish Journal of Botany**. n.37, p.139-152, 2013.

FERRONATTO, R.; MARCHESAN, E. D.; PEZENTI, E.; BEDNARSKI, F.; ONOFRE, S. B. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* DC. e *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.17, n.2, p.224-230, 2007.

FNA, Flora of North America. **Family list: Asteraceae – Baccharis**. v.20, p.27, 2006. Disponível em: <[http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=18&taxon\\_id=250066180](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=18&taxon_id=250066180)>. Acesso em 30 de setembro de 2019.

FONSECA, R., C. B.; OLIVEIRA, R., E. Ecologia de Lianas e o Manejo de Fragmentos Florestais. **Série Técnica IPEF**. v.12, p.43-64, 1998.

FLORA DO BRASIL, **Baccharis in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB5151>>. Acesso em 10 de outubro de 2019.

FRANCESCHI, V. R.; HORNER, H. T. Calcium oxalate crystals in plants. **The Botanical Review**. v.46, n.4, p.361-416, 1980.

FRANCESCHI, V. R.; NAKATA, P. A. Calcium oxalate in plants: Formation and function. **Annual Review of Plant Biology**. v.56, p.41-71, 2005.

FRANCO, I. M. **Asteraceae do Parque Estadual do Biribiri, Diamantina, Minas Gerais: Barnadesieae, Mutisieae sensu lato Astereae e Senecioeae**. 2014, 163f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

FREIRE, S. E.; URTUBEY, E.; GIULIANO, D. A. Epidermal characters of *Baccharis* (Asteraceae) species used in traditional medicine. **Caldasia**. v.29, n.1, p.23-38, 2007.

FRITZEN, M.; DUTRA, R. L.; CRIVELLI, S. R. M. **Farmacognosia I**. Rio de Janeiro: SESES. p.9-27, 2016.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Uso ético da biodiversidade brasileira: necessidade e oportunidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.15, n.2, p.178-182, 2005.

GIULIANO, D. A. Tribu III, *Astereae*, part A-Subtribu c: *Baccharinae*. **Flora Fanerogâmica Argentina**. v.66, p.1-73, 2000.

GIULIANO, D. A. Clasificación Infragenérica de Las Especies Argentinas de *Baccharis* (Asteraceae, Astereae). **Darwiniana**. v.39, n.1-2, p.131-154, 2001.

GIULIANO, D. A. **Revisión Sistemática, clasificación infragenérica y análisis cladísticos del género *Baccharis* I. (Asteraceae, Astereae, Baccharidiinae)**. 2003, 622 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Naturais e Museu, Universidade Nacional de La Plata, La Plata, 2003a.

GIULIANO, D. A. Nuevas citas de Aseraceae, tribu Astereae. **Hickenia**. v.3, p. 177-178, 2003b.

GIULIANO, D. A.; FREIRE, S. E. Nuevas Secciones Em *Baccharis* (Asteraceae, Astereae) de América Del Sur. **Annals of The Missouri Botanical Garden**. v.98, p.331-347, 2011.

GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M. J. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVA, J. M. C. **Plantas Raras do Brasil**. Conservação Interacional Brasil. p.77-78, 2009.

HE, H.; BLEBY, T. M.; VANEKLAAS, E. J.; LAMBERS, H.; KUO, J. Morphologies and elemental compositions of calcium crystal in phyllodes and branchlets of *Acacia robeorum* (Leguminosae: Mimosidae). **Annals of Botany**. n.109, p.887 – 896, 2012.

HEIDEN, G.; IGANCI, J. R. V.; MACIAS L. sect.. Caulopterae (Asteraceae, Asterae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**. v.60, n.4, p.943-983, 2009.

HEIDEN, G. **Estudos taxonômicos e conservação em *Baccharis* L. (Asteraceae; Astereae) no estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2009, 273f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de pós-graduação em Botânica – Escola Nacional de Botânica Tropical do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

HEIDEN, G.; BAUMGRATZ, J. F. A; ESTEVES, R. L. *Baccharis* subgen. Molina (Asteraceae) no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. v.63, n.3, p.649-687, 2012.

HEIDEN, G. Two new combinations in *Baccharis* (Asteraceae: Astereae). **Phytoneuron**. v.78, p.1-2, 2013.

HEIDEN, G. **Systematics of *Baccharis* (Asteraceae: Astereae)**. 2014, 373 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

HEIDEN, G.; PIRANI, J. R. *Baccharis nebularis* (Asteraceae, Astereae): a new species of *B.* sugen. *Tachonanthoides* sect. *Curitybenses* from the mountains of Southern Brazil. **Phytotaxa**. v.177, n.2, p.125-130, 2014.

HEIDEN, G.; PIRANI, J. R. Taxonomy of *Baccharis* subgen. *Tarchonanthoides* (Asteraceae: Astereae: Baccharidinae), a group from the southeastern South American grasslands and savannas. **Phytotaxa**. v.241, n.1, p.1-70, 2016.

HEIDEN, G. **Heterothalamus in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB104289>>. Acesso em 01 de outubro de 2019.

HEIDEN, G.; ANTONELLI, A.; PIRANI, J. R. A novel phylogenetic infrageneric classification of *Baccharis* (Asteraceae: Astereae), a highly diversified American genus. **The Journal of The International Association for Plant Taxonomy (TAXON)**.v. 68, n.5, p. 1948-1081, 2019.

HEIDEN, G.; SCHNEIEDR, A. 2015. ***Baccharis* in Lista de espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB124052>> acesso em: 10 de janeiro de 2020.

HEINRICH, R. **Composição do Solo**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista Campus de Dracena, 2010.

ISHII, Y. Three kinds of calcium oxalate hydrates. **Nippon kagaku kaishi**. n.1, p.63-70, 1991.

JASINSKI, V. C. G.; SILVA, R. Z.; PONTAROLO, R.; BUDEL, J. M.; CAMPOS, F. R. Morpho-anatomical characteristics of *Baccharis flaziocii* in support of its pharmacobotany. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.24, p.609-616, 2014.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 1999.

KONYAR, S. T.; OZTURK, N.; DANE, R. Occurrence, types and distribution of calcium oxalate crystals in leaves and stems of some species of poisonous plants. **Botanical Studies**. v.55, n.32, p.1-9, 2014.

KWAITKOWSKI, J. J.; LOPES, M. R. Geometria especial. **Unicentro**. p.1-39, 2015.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A.; **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

MONTANHA, J. A.; MOELLERKE, P.; BORDIGON, S. A. L.; SCHENKEL, E. P.; ROEHE, P. M. Antiviral activity of Brazilian plants extracts. **Acta Farmacéutica Bonaerense**. v.23, n.2, p.183-186, 2004.

MS, Ministério da Saúde. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

MULLER, J. Systematics of *Baccharis* (Compositae-Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. **Systematic Botany Monographs**. v.76, p.1-341, 2006.

NAVARRO, L. A.; DUARTE, L.; KLEIN, R. C.; HEUSER, E. D. Caracterização dos cristais de oxalato de cálcio nas parte reprodutivas e vegetativas aéreas de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Aquifoliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**. v.5, p. 762-764, 2007.

NEWMAN, D. T. C. Cristalografia Morfológica – Simetria. **UFES**. p.1-106, 2016.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. **Farmacognosia**. São Paulo: Athener, p.1-412, 1998.

OLIVEIRA, A. M. A.; SANTOS, V. L. P.; FRANCO, C. R. C.; FARAGO, P. V.; DUARTE, M. R.; BUDEL, J. M. Comparative morpho-anatomical study of *Baccharis curitybensis* Heering ex Malme and *Baccharis spicata* (Lam.) Baill. **Latin American Journal of Pharmacy**. v.30, n.8, p.1560-1566, 2011.

PANIS, C. Plantas do Gênero *Baccharis* em Fitoterapia. Uso Popular X Comprovação Científica. **Infarma**. v.20, n.5-6, p.30-33, 2008.

PEGORINI, F.; MARANHO, L. T.; ROCHA, L. D. Organização estrutural das folhas de *Baccharis dracunculifolia* DC., Asteraceae. **Revista Brasileira de Farmácia**. v.89, n.3, p.272-275, 2008.

PEREZ, C.; ANESINI, C. In vitro antibacterial activity of Argentinr folk medicinal olants against *Salmonella thypi*. **Journal Ethnopharmacology**. v.44, p.41-46, 1994.

RAMAN, V.; HORNER, H. T.; KHAN, I. A. New and unusual forms of calcium oxalate raphide crystals in the plant kingdom. **Journal of Plant Research**. p.1-10, 2014.

RAMAN, V.; LATA, H.; CHANDRA, S.; KHAN, I. A.; EL-SOHLI, A. Morpho-Anatomy of Mirijuana (*Cannabis sativa* L.). In: CHANDRA, S.; LATA, H.; EL-SOHLI, M. A. **Cannabis sativa L. – Botany and Biotechnology**. 1ed. Springer, 2017. cap. 5. p.123-135.

REFLORA. **Herbário Virtual**. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=3934779>>. Acesso em 01 de outubro de 2019.

REYNERTSON, K.; MAHMOOD, K. **Botanical methods and techniques for quality & authenticity**. CRC Press, p.1-332, 2015.

RIBEIRO, W. S. **A tribo Asteraceae Cass. (Astereae) no complexo de serras da Bocaina – Carrancas e Ouro Grosso – Minas Gerais**. 2017, 121f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de pós-graduação em Botânica – Universidade Federal Lavras, Minas Gerais, 2017.

ROQUE, N.; TELES, A. M.; NAKAJIMA, J. N. **A família Asteraceae no Brasil: classificação e diversidade**. Bahia: Universidade Federal da Bahia, 2017.

SAN MARTIN, J.; TRONCOSO, A.; RAMIREZ, C. Fitosociologia de los bosques de *Nothofagus antartica* (Forst.) oerst. Em la cordillera costera de caunquenes (Chile). **Bosque**. v.7, n.2, p.65-78, 1986.

SFORCIN, J. M. et al. **Baccharis dracunculifolia uma das principais fontes vegetais da própolis brasileira**. São Paulo: Editora unesp, 2012.

SILVA, R. F. F.; AGUIAR-DIAS, A. C. A.; MENDONÇA, M. S. Rosetas e concreções cristalinas silicificadas em *Piper* (Piperaceae): registros inéditos de macropadrões. **Acta Amazonica**. v.44, n.4, p. 435-446, 2014.

SHARMA, A.; SHANKER, C.; TYAGI, L. K.; SIGH, M.; RAO, C. V. Herbal medicine of market potencial in India: An Overview. **Academic Journal of Plant Sciences**. v.1, n.2, p.26-36, 2008.

SOARES, V. C. G.; BRISOT, D.; PIRES, C. L.; TOYAMA, M. H.; ROMOFF, P.; PENA, M. J.; FAVERO, O. A.; TOYAMA, D. O. Evaluation of extracts and partitions from aerial parts of *Baccharis microdonta* on enzymatic activity, pro-inflammatory and myotoxic activities induced by secretory phospholipase A2 from *Bothrops jararacussu*. **Toxicon**. v.60, p.208, 2012.

SUN, X. Y.; OUYANG, J. M.; ZHU, W. Y.; LI, Y. B.; GAN, Q. Z. Size-dependent toxicity and interactions of calcium oxalate dehydrate crystals on Vero renal epithelial cells. **Journal of Materials Chemistry B**. v.3, p.1864-1878, 2015.

TELES, A. M. **Contribuição ao estudo taxonômico da tribo Astereae no Brasil e Senecioneae (Asteraceae) no estado de Minas Gerais**. 2008, 290f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Programa de pós-graduação em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ULOTH, M. B.; CLODE, P. L.; YOU, M. P.; BARBETTI, M. J. Calcium oxalate crystals: An integral component of the *Sclerotinia sclerotiorum/ Brassia carinata* Pathosystem. **Plos One**. p.1-15, 2015.

UPTON, R.; GRAFF, A.; JOLLIFFE, G.; LÄNGER, R.; WILLIAMSON, E. **American herbal pharmacopeia botanical pharmacognosy: Microscopic characterization of botanical medicines**. CRC Press. p.30-46, 2011.



VALTIERRA, V.; BONIFACINO, J. M. Revisión taxonômica de *Baccharis* sect.. *Heterothalamus* (Asteraceae: Astereae) em Uruguay. **Boletín Sociedade Argentina de Botânica**. V.49, n.4, p.613-620, 2014.

VERDI, L. G.; BRIGHENTE, I. M.; PIZZOLATTI, M. G.; Gênero *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**. v.28, n.1, p.85-94, 2005.

WEBB, M. A. Cell-mediated crystallization of calcium oxalate in plants. **The Plant Cell**. v.11, p.751-761, 1999.

ZULOAGA, F. O.; BELGRANO, M. J.; ANTON, A. M. **Flora vascular de la República Argentina: Dicotyledoneae – Asteraceae (Anthemideae e Gnaphalieae)**. Instituto de Botânica Darwinion, Estúdio SIGMA S. R. L. v.7, ed.1, 2014.