

BOTÂNICA E FISIOLOGIA VEGETAL

ESTUDOS DE MICROSCOPIA ÓPTICA E DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA EM FOLHAS DE *MENTHA SPICATA* E DE *MENTHA SPICATA* X *SUAVEOLENS* (LAMIACEAE)⁽¹⁾

MARIA BERNADETE GONÇALVES MARTINS⁽²⁾

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de anatomia foliar por meio de microscopia óptica e de microscopia eletrônica de varredura em *Mentha spicata* L. e *Mentha spicata* X *suaveolens*, caracterizando histologicamente a lâmina foliar. Secções transversais e paradérmicas da região mediana do limbo foliar mostraram a presença de epiderme unisseriada, coberta por uma fina camada de cutícula, apresentando tricomas glandulares do tipo capitado e peltado e não glandulares unisseriados multicelulares, não ramificados. O mesofilo de ambas as espécies é dorsiventral, com parênquima paliádico uniestratificado, com células alongadas e rico em inclusões citoplasmáticas. O parênquima lacunoso é formado por três a quatro camadas de células irregulares. Os tricomas capitados presentes são classificados como do tipo I, e apresentam-se com uma célula basal, uma célula peduncular e uma grande célula apical, cujo formato varia de circular a piriforme. Os tricomas peltados consistem de uma célula basal, uma célula peduncular curta, larga e unicelular, com paredes externas cutinizadas e uma cabeça grande multicelular com 12 células secretoras, distribuídas radialmente em dois círculos concêntricos, o central com 4 células e o externo com 8 células, as quais acumulam o produto da secreção em uma cavidade entre a cutícula e as células secretoras; o pé do tricoma glandular está inserido em 11 células epidérmicas. Há predominância de tricomas capitados em relação aos tricomas peltados em ambas as espécies de *Mentha*.

Palavras-chave: *Mentha*, tricomas, anatomia foliar.

ABSTRACT

OPTICAL MICROSCOPY STUDIES AND SCANNING ELECTRON MICROSCOPY IN LEAF THE *MENTHA SPICATA* AND *MENTHA SPICATA* X *SUAVEOLENS* (LAMIACEAE)

The objective of the present work is to make a study of leaf anatomy through optic microscopy and electronic microscopy of scanning in *Mentha spicata* L. and *Mentha spicata* X *suaveolens*, characterizing the leaf blade histology. Cross and paradermic sections of the leaf, showed the presence of uniseriate epidermal cells covered by a fine cuticle layer, presenting gland trichomes of multicellular type capitate and peltate and no gland trichomes, not ramified. The mesophyll of both species maintain with uniseriate palisade parenchyma only in high epidermal, prolonged cells, and rich in cytoplasmic inclusions. Lacunary parenchyma is formed by 3 to 4 layers of irregular cells. The capitate trichomes are classified as type I they presented with a basal, a peduncular and a great apical cell, whose format varies from circular to periform. Peltate trichomes consist of a basal cell, a short, wide and unicellular stalk cell, with cutinized external walls and one great multicellular head with 12 secretory cells distributed in two concentric circles. The trunk has 4 cells and the external one 8 cells, which accumulate the product of the secretion in a cavity between cuticle and the secretor cells, as the foot of glandular trichomes is inserted in 11 epidermal cells. There is a predominance of capitate trichomes in relation to peltate trichomes in both species of *Mentha*.

Key words: *Mentha*, trichomes, leaf anatomy.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 10 de julho de 2001 e aceito em 8 de outubro de 2002.

⁽²⁾ Departamento de Zoologia e Botânica, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Caixa Postal 136, 15054-000 São José do Rio Preto (SP). E-mail: bernadete@csv.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

As Lamiaceae compreendem uma família pertencente à Ordem Tubiflorae (Lamiales), abrangendo cerca de 200 gêneros e, aproximadamente, 3.200 espécies, distribuídas em todo o mundo. Menta é o nome comum de aproximadamente 25 espécies perenes do gênero *Mentha*, que se desenvolve melhor em regiões de clima temperado. O nome é mais bem usado para se referir a algum membro das Lamiaceae, freqüentemente chamada pela família das mentas pelo fato de as plantas dessa família serem caracterizadas por suas folhagens aromáticas. As mentas verdadeiras, entretanto, são restritas a pequenos grupos e por muitos híbridos. Propagam-se por sementes, porém os híbridos de menta são estéreis e podem se propagar por replante de estolhos (JOLY, 1983). São cultivadas como ervas, cujas folhas podem ser secas e usadas como flavorizantes e seu óleo essencial é usado como aromatizante pelas indústrias farmacêuticas em fragrâncias, na medicina e como condimento alimentar.

O gênero *Mentha* é taxonomicamente complexo, em relação à variação na plasticidade fenotípica e à variabilidade genética. Muitas espécies são capazes de hibridização com outras (HALLIDAY e BEADLE, 1972).

Óleos essenciais constituem um grupo importante dos produtos econômicos de origem vegetal. A produção de óleos essenciais nas plantas está geralmente associada à presença de estruturas secretoras especializadas, tais como tricomas glandulares, ductos de óleos ou resinas que contêm grande variedade de terpenos, considerados os sítios primários de acúmulos desse material (FAHN, 1979).

Poucas espécies da família Lamiaceae foram estudadas anatomicamente, e em *Mentha piperita* (AMELUNXEN, 1967); *M. rubescens* (BRUNI e MODENESI, 1983); *Salvia glutinosa* e *S. pratensis* (SCHNEPF, 1972); *Thymus capitatus* (DANILOVA e KASHINA, 1989; WERKER et al., 1985); *Thymus vulgaris* (BRUNI e MODENESI, 1983); *Calamintha menthifolia* (HANDILOU et al. 1991); *Origanum dictamnus* (BOSABALIDIS e TSEKOS, 1982); *O. vulgare* (WERKER et al., 1985); *O. basilicum* (WERKER et al., 1993); *Corythymus capitatus*, *Majorana syriaca*, *Melissa officinalis*, *Micromeria fruticosa*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *S. fruticosa*, *Satureja thymbra* (WERKER et al., 1985) foi observada a presença de secreção de óleo essencial nos tricomas glandulares.

Em variedades de *Mentha piperita* e *M. rubescens*, verificou-se a presença de dois tipos de tricomas glandulares: peltados e capitados. Somente os tricomas peltados apresentavam secreção de monoterpenos (BRUN et al., 1991).

Tricomas glandulares são estruturas secretoras freqüentemente presentes nas Lamiaceae que secretam óleos essenciais, variando o número de células secretoras, o comprimento da célula peduncular, a quantidade do óleo secretado, a densidade e seu arranjo na epiderme (METCALFE e CHALK, 1983).

WERKER et al. (1985) estudaram a estrutura anatômica dos tricomas secretores de algumas espécies de Lamiaceae e verificaram que os tricomas peltados e capitados diferem na morfologia, início e duração da atividade secretora, modo de secreção e tipo de material secretado. Nos vegetais, o termo secreção pode ser descrito como complexos processos de separação ou isolamento de determinadas substâncias do protoplasma celular, nos quais se inserem a síntese de substâncias, o acúmulo e o armazenamento em compartimentos internos da célula e, até a eliminação em espaços intercelulares (subcuticulares e entre células adjacentes), na superfície externa da planta (FAHN, 1979, 1988; SCHNEPF, 1972).

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da anatomia foliar por meio de microscopia óptica e de microscopia eletrônica de varredura em *Mentha spicata* L. e *M. spicata* X *suaveolens*, caracterizando histologicamente a lâmina foliar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes vegetais estudados foram cultivados na Área Experimental do Departamento de Botânica, IBILCE, UNESP, sendo as mudas provenientes do Horto de Plantas Mediciniais, da ESALQ-USP, Piracicaba (SP). As populações de *Mentha spicata* L. e *M. spicata* X *suaveolens* não receberam nenhum tratamento especial no seu cultivo.

Utilizaram-se folhas adultas, colhidas no estágio vegetativo da planta. O preparo do material, para obtenção do laminário histológico usado para microscopia óptica, constituiu-se basicamente de processos usuais utilizados em microtomia, que incluem: fixação em FAA 50% por 24 horas, desidratação na série alcoólica (etílica), infiltração em parafina, emblocamento, seccionamento, coloração e montagem das amostras (JOHANSEN, 1940). As peças incluídas em parafina foram seccionadas em micrótomos rotativos (Leitz Wetzlar, Germany), obtendo-se secções transversais da lâmina foliar com 10 a 15 µm de espessura. Paralelamente, efetuaram-se cortes paradérmicos à mão livre, com lâmina de aço, na superfície foliar para observação de estômatos, células epidérmicas, morfologia das estruturas secretoras e inserção nas células epidérmicas.

A fim de se obter uma análise preliminar dos compostos secundários produzidos em *Mentha spicata* L. e em *M. spicata X suaveolens*, optou-se por realizar testes microquímicos.

Para os testes microquímicos, as folhas adultas, frescas, foram seccionadas à mão livre com lâmina de aço, transversalmente na região mediana do mesofilo. Os cortes obtidos foram colocados em vidro de relógio contendo água destilada e, posteriormente, selecionados em microscópio estereoscópio (Carl Zeiss tipo Jena).

Finalizada a seleção, os cortes foram distribuídos em vidros de relógio contendo, respectivamente, vermelho de rutênio (Economou-Amilli citado por SOSSAE, 1995) a fim de detectar a presença de mucilagem e pectinas e de Safra/Blau, para análise de celulose e com azul de toluidina (O'BRIEN et al., 1964); coloração policromática para detectar RNA (púrpura); DNA (azul-esverdeado) e lignina e polifenóis (verde). Foram realizadas mensurações, em 20 campos da região mediana do limbo foliar, através de ocular de retículo micrométrico para avaliar a espessura total do limbo entre as espécies.

Paralelamente, prepararam-se amostras foliares para microscopia eletrônica de varredura. O material foi fixado em Karnovsky modificado (glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05 M, pH 7,2), pós-fixado com tetróxido de ósmio (OsO₄) e desidratados em soluções crescentes de acetona (30%, 50%, 70%, 90% e 100%).

Posteriormente, os espécimes foram levados à secagem ao ponto crítico com CO₂ líquido (Balzers CPD 030) e, em seguida, ao metalizador (MED 010 da Balzers) para cobertura da superfície com uma fina camada de ouro e examinados em microscópio eletrônico de varredura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aspecto morfológico característico de *Mentha spicata X suaveolens* é de uma planta herbácea, prostrada, aromática, que não forma semente, por se tratar de um híbrido, cujo nome popular é "hortelã", "hortelã-crespa" (Figura 1A). *Mentha spicata* L. diferencia-se pela folha mais estreita e pela essência fortemente aromática que exala de suas folhas. Apresenta flores arroxeadas com posterior formação de sementes, cujo nome popular é "hortelã-pimenta", "hortelã-de-folha-fina" (Figura 1B).

Secções transversais e paradérmicas da região mediana de folhas adultas de *M. spicata X suaveolens* e de *M. spicata* L. mostraram a presença de epiderme unisseriada, coberta por uma fina camada de cutícula

com tricomas glandulares do tipo capitado (Tipo I) e peltado em ambas as faces, e de tricomas não glandulares (tectores), unisseriados, multicelulares, não ramificados, predominantes na epideme abaxial (Figuras 2 a 4).

As células da epiderme abaxial de *Mentha spicata X suaveolens* são irregulares, sendo as células da face adaxial ligeiramente maiores (Figura 3A-C).

SOSSAE (1995), trabalhando com *Tetradenia riparia* (Lamiaceae) também observou que as células epidérmicas na face adaxial são maiores que as da face abaxial.

A epiderme na face abaxial de *M. spicata X suaveolens* mostra a presença de esferocristais ou massas cristalinas sendo eliminadas pelas células epidérmicas (Figura 5E). Os esferocristais aparecem nas células epidérmicas, nas faces abaxial e adaxial de ambas as espécies, porém em maior proporção em *M. spicata X suaveolens* (Figuras 5A, B, D e E).

O mesofilo de ambas as espécies de *Mentha* é dorsiventral; o parênquima paliçádico é unisseriado, com células alongadas, dispostas perpendicularmente à superfície do limbo. Há presença de inclusões citoplasmáticas em forma de drusas, distribuídas nas células epidérmicas e nas células do parênquima paliçádico. A análise comparada da espessura do mesofilo de *Mentha spicata* L. e de *Mentha spicata X suaveolens* mostrou menor espessura do limbo foliar de *M. spicata X suaveolens* em relação ao limbo de *M. spicata* (Figuras 5 B-E).

O mesofilo de *Mentha spicata X suaveolens* em comparação com o de *M. spicata* L. apresenta o parênquima paliçádico com células mais curtas e mais largas. As células da epiderme são maiores e mais irregulares e apresentam menor número de inclusões citoplasmáticas em forma de esferocristais ou massas cristalinas (Figuras 2 e 3). SOSSAE (1995), estudando anatomicamente as folhas de *Tetradenia riparia*, observou o mesofilo heterogêneo e assimétrico, o parênquima paliçádico bisseriado, com células de vários tamanhos, alongadas e ricas em inclusões citoplasmáticas em forma de drusas.

BONZANI e ESPINAR (1993) estudaram, anatomicamente, três espécies de Lamiaceae usadas na medicina popular: *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb; *Mentha citrata* Ehrh e *Marrubium vulgare* L., para verificar a presença de esferocristais ou massas cristalinas de diosmina; observaram a presença dos cristais em células epidérmicas e nos espaços intercelulares somente em *Minthostachys mollis*, sendo os cristais ausentes em *Mentha citrata* Ehrh e *Marrubium vulgare* L.



Figura 1. Aspecto geral de plantas adultas. A: *Mentha spicata* X *suaveolens*; B: *M. spicata* L.

O parênquima lacunoso consta de três a quatro camadas de células irregulares, com projeções estendendo de uma célula a outra, formando espaços entre si (Figuras 2 e 3).

Geralmente, os tricomas peltados e capitados diferem em morfologia, início e duração da atividade secretora, modo de secreção e tipo de material secretado. O tricoma capitado presente em *Mentha spicata* X *suaveolens* é classificado como do Tipo I e apresenta-se com uma ou duas células no pedúnculo e uma grande célula, cujo formato varia de circular a piriforme, constituindo a cabeça. Nesses tricomas, o material secretado é expelido para o exterior (Figura 3B e C), enquanto nos tricomas peltados, o material permanece no espaço subcuticular (Figura 3D).

Há predominância de tricomas capitados em relação aos tricomas peltados em *Mentha spicata* X *suaveolens* e em *M. spicata* (Figuras 8B, E; 9B, C). Resultados semelhantes foram obtidos por MAFFEI et al. (1986) em *Mentha viridis lavanduliodora*, em todos os períodos e estádios de desenvolvimento, em que o número total de tricomas decresce durante a floração e torna a aumentar após esse período.

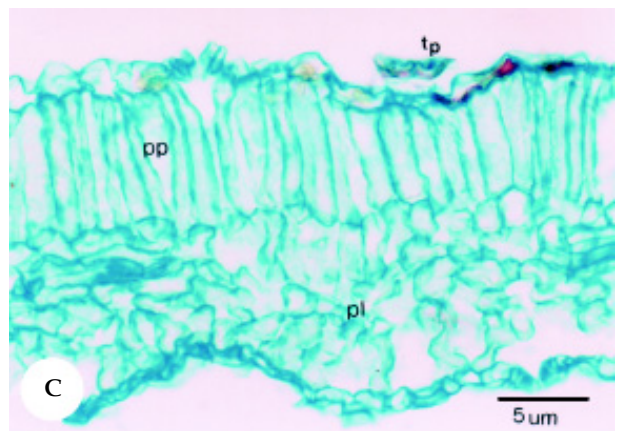
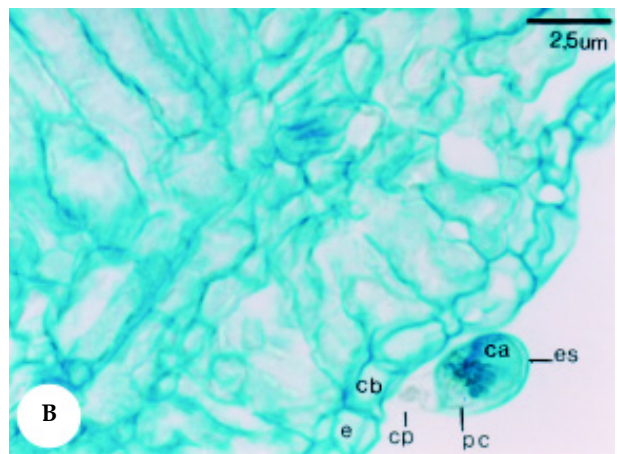
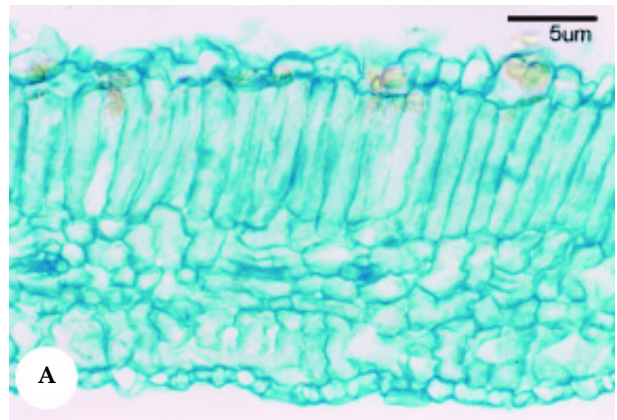


Figura 2. Secção transversal da lâmina foliar de *Mentha spicata* L. A: Corte transversal da lâmina foliar (200x); B: Detalhe de tricoma capitado do Tipo I (400x); C: Detalhe de tricoma peltado (200x). e = epiderme; pp = parênquima paliádico; pl = parênquima lacunoso; cb = célula basal; cp = célula peduncular; ca = célula apical; es = espaço subcuticular; tp = tricoma peltado; pc = parede celular.

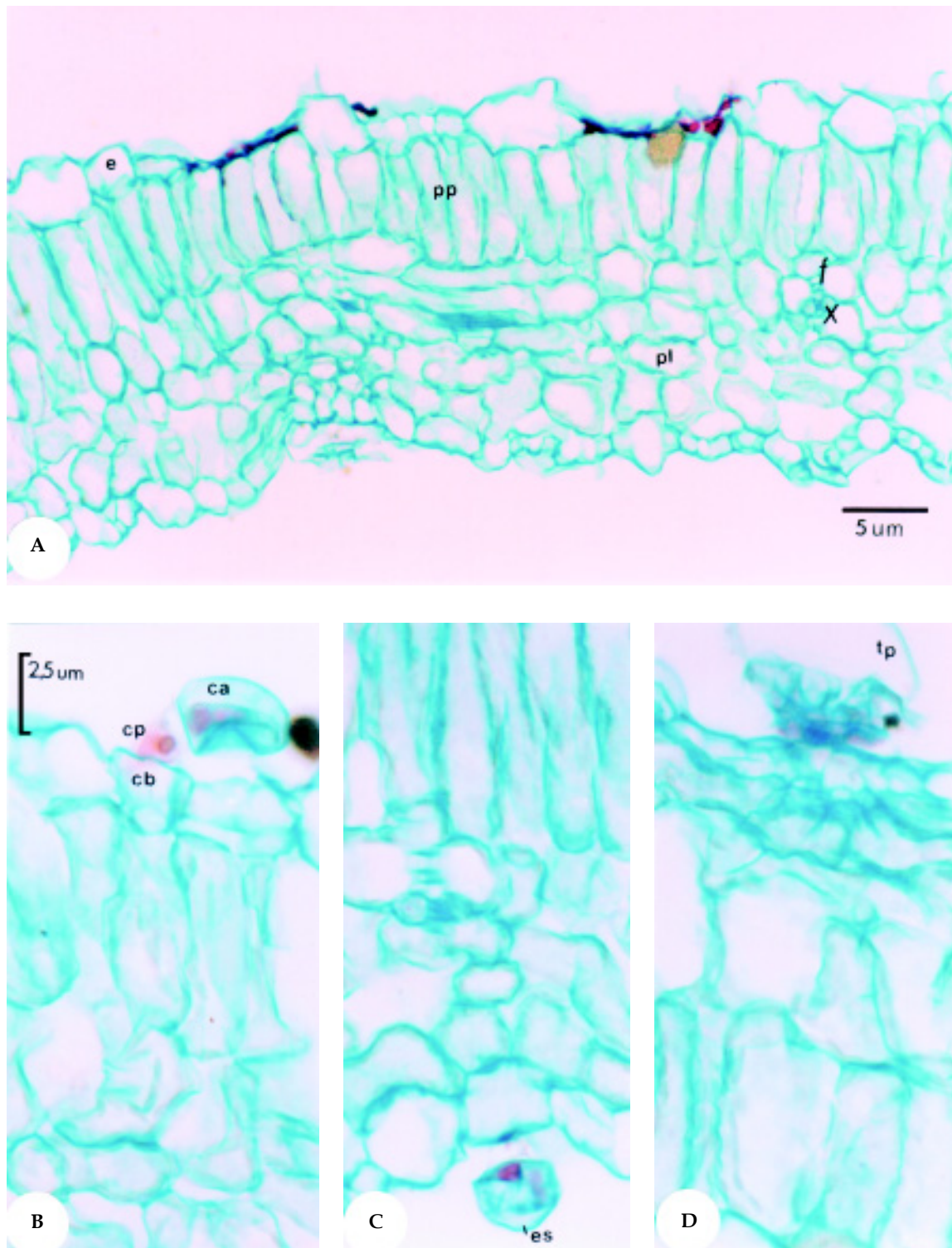


Figura 3. Secção transversal da lâmina foliar de *Mentha spicata* X *suaveolens*. **A:** Corte transversal do limbo foliar (200x); **B:** Detalhe de tricoma capitado na face adaxial da epiderme (400x); **C:** Detalhe de tricoma capitado na face abaxial da epiderme (400x); **D:** Detalhe do tricoma peltado (400x). e = epiderme; pp = parênquima paliçádico; pl = parênquima lacunoso; cb = célula basal; cp = célula peduncular; ca = célula apical; es = espaço subcuticular; tp = tricoma peltado, f = floema, x = xilema.

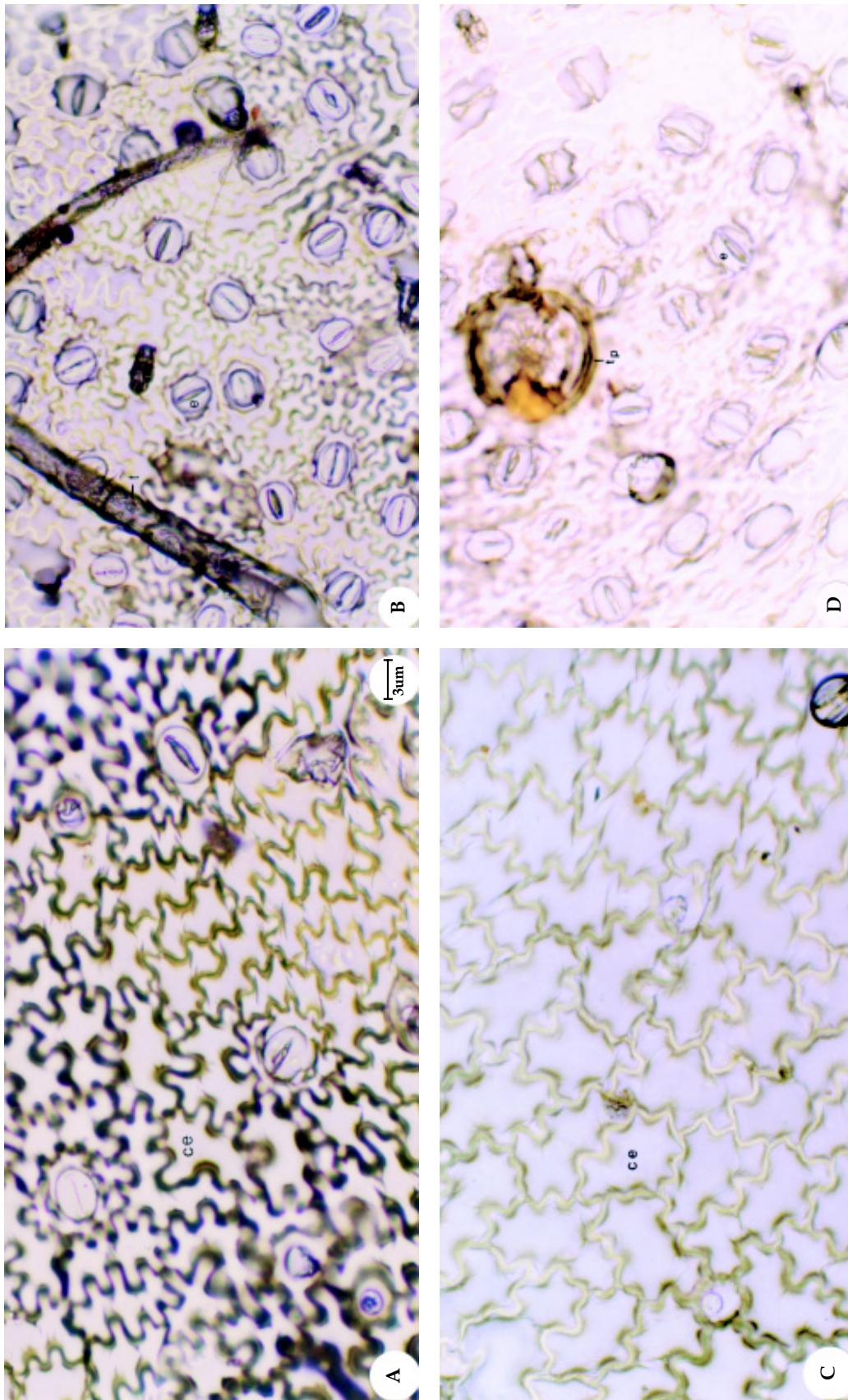


Figura 4. Secção paradérmica da lâmina foliar de *Mentha spicata* L. e de *Mentha spicata* X *suaveolens*. **A:** Epiderme adaxial de *M. spicata* (200x); **B:** Epiderme abaxial *M. spicata* (200x); **C:** Epiderme adaxial de *M. spicata* X *suaveolens* (200x); **D:** Epiderme abaxial *M. spicata* X *suaveolens* (200x). ce = célula epidérmica; e = estômato; tp = tricoma peltado.

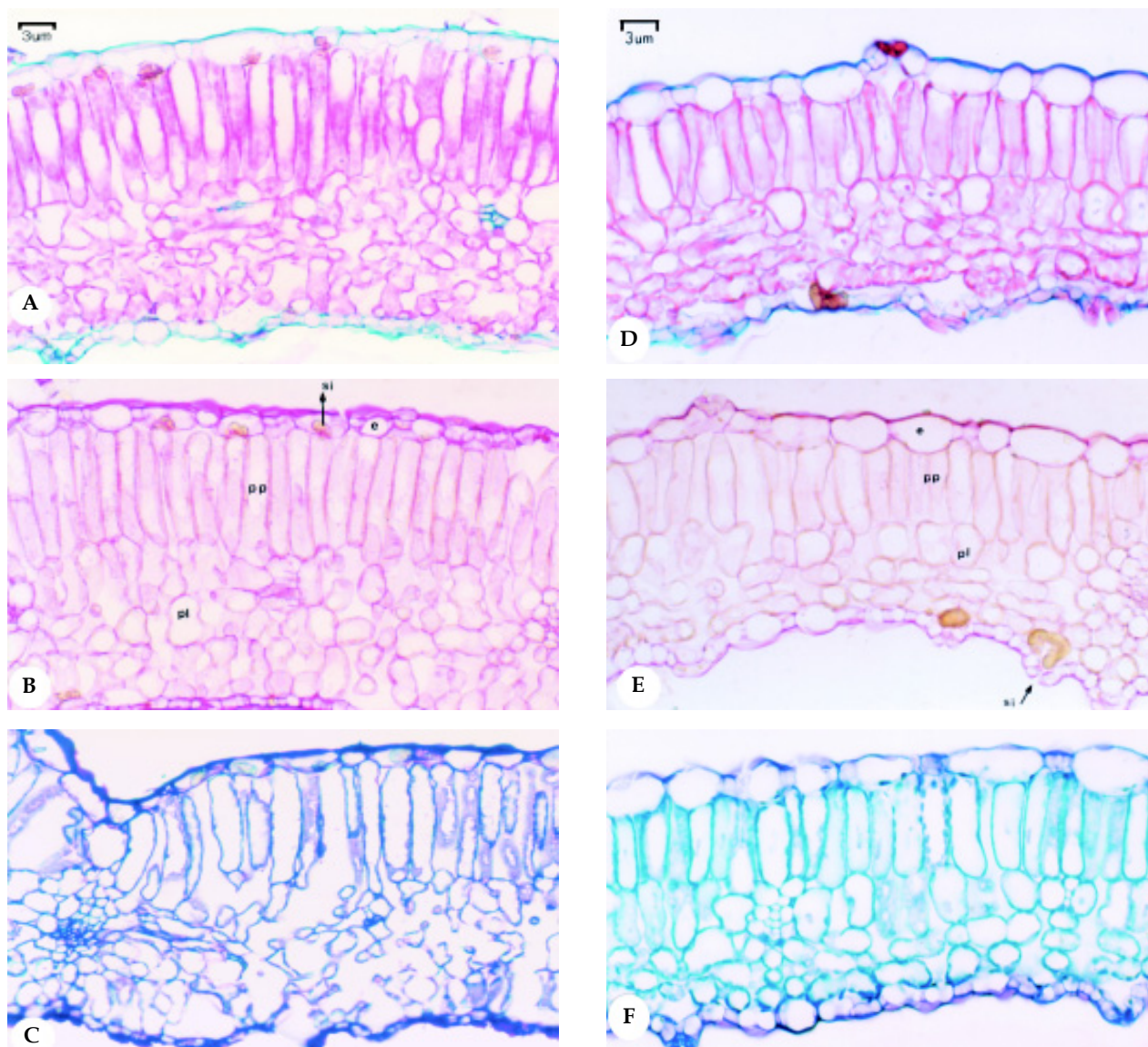


Figura 5. Secção transversal da lâmina foliar de *Mentha spicata* L. (A, B, C) e de *Mentha spicata X suaveolens* (D, E, F). Testes microquímicos. **A e D:** Coloração com Safranina/Astra-Blau (200x); **B e E:** Coloração com vermelho de rutênio (200x); **C e F:** Coloração com azul de toluidina (200x). e = epiderme; pp = parênquima paliçádico; pl = parênquima lacunoso; si = substância inorgânica.

Durante a floração, porém, os tricomas, embora em menor número, contêm mais óleo essencial que nos outros períodos.

Contrastando com muitas espécies de Lamiaceae, *Thymus vulgaris* apresenta apenas um único tipo de tricoma peltado produzindo substância lipofílica. O tricoma glandular peltado é constituído por oito células na cabeça, responsáveis pela produção de óleo essencial (BRUNI e MODENESE, 1983).

Os tricomas peltados (subséssil) de *Mentha spicata* e de *M. spicata X suaveolens*, consistem de uma célula basal, uma célula do pedúnculo curta, larga e

unicelular, com paredes externas cutinizadas e uma cabeça grande multicelular com 12 células secretoras, distribuídas radialmente, em dois círculos concêntricos: o central com quatro células e o mais externo com oito, inseridos em 11 células epidérmicas que envolvem a célula do pé do tricoma (Figuras 2C; 3D; 4D; 6C, E, F; 7B, C, E, F e 10A, B, C).

Estudos realizados em *Origanum dictamnus* L. (Lamiaceae) revelaram que o tricoma glandular "scale" é composto por 12 células na cabeça, uma no pescoço e outra na base (BOSABALIDIS e TSEKOS, 1982).

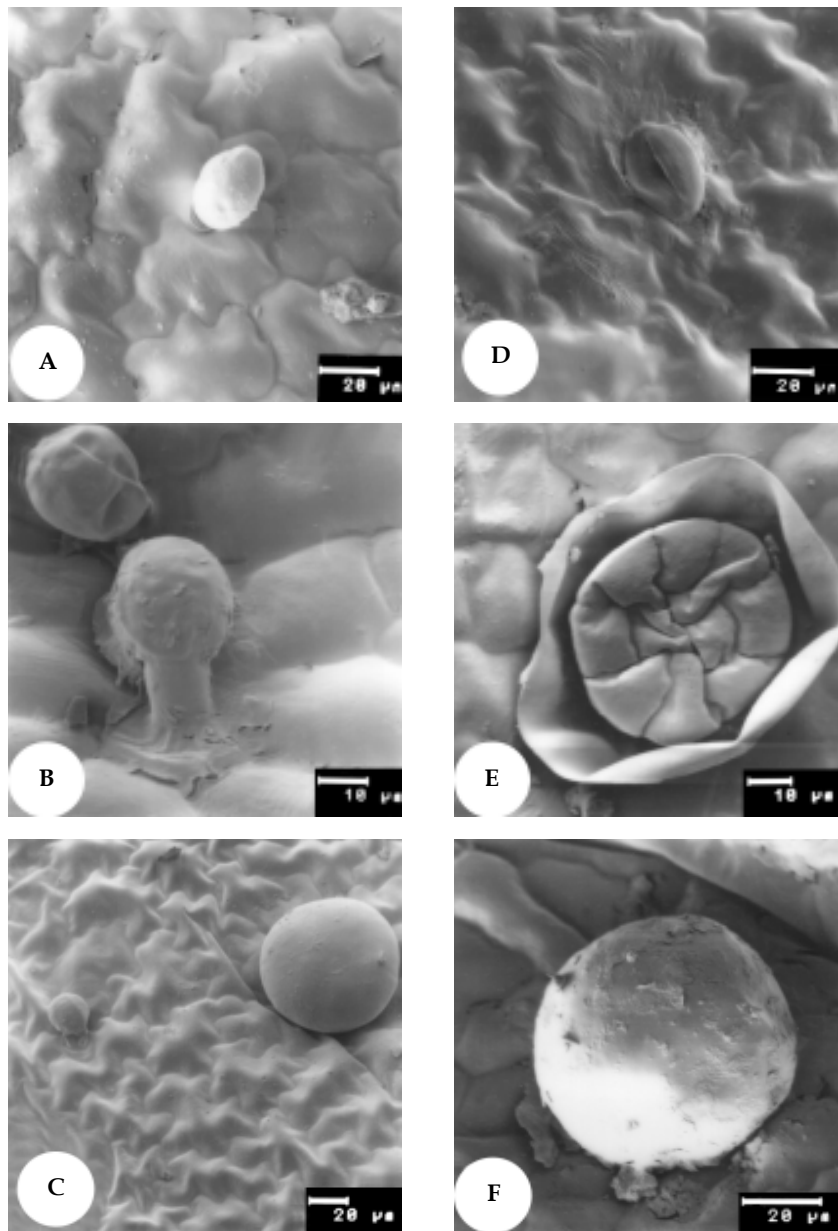


Figura 6. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da epiderme na face adaxial de *Mentha spicata* X *suaveolens*. **A:** Detalhe do tricoma capitado em vista frontal (700x); **B:** Detalhe do tricoma capitado em vista lateral (1.150x); **C:** Detalhe do tricoma peltado e capitado (450x); **D:** Estômato (750x); **E:** Tricoma peltado com 12 células secretoras arranjadas em dois círculos concêntricos (1.000x); **F:** Tricoma peltado (875x).

HEINRICH (1973); BOSABALIDIS e TSEKOS (1984) também observaram semelhanças em outras espécies de Lamiaceae no arranjo radial dos tricomas peltados, envolvidos por 13 a 15 células epidérmicas, o que difere em relação a este trabalho.

BOSABALIDIS (1990), estudando tricomas glandulares de *Satureja thymbra*, observou o arranjo radial de 13 células epidérmicas ao redor da célula do pé glandular.

Foram realizados testes microquímicos preliminares para constatar a presença de alguns compostos secundários em ambas as espécies. Obtiveram-se resultados positivos em conteúdos protoplasmáticos pelo teste com vermelho de Rutênio, para detectar a presença de mucilagem e pectinas (Figura 5B e E); com Safra-Blau, para análise de celulose (Figura 5A e D) e com azul de toluidina; coloração policromática para identificar RNA (púrpura) e DNA (azul-esverdeado) (Figura 5 C e F).

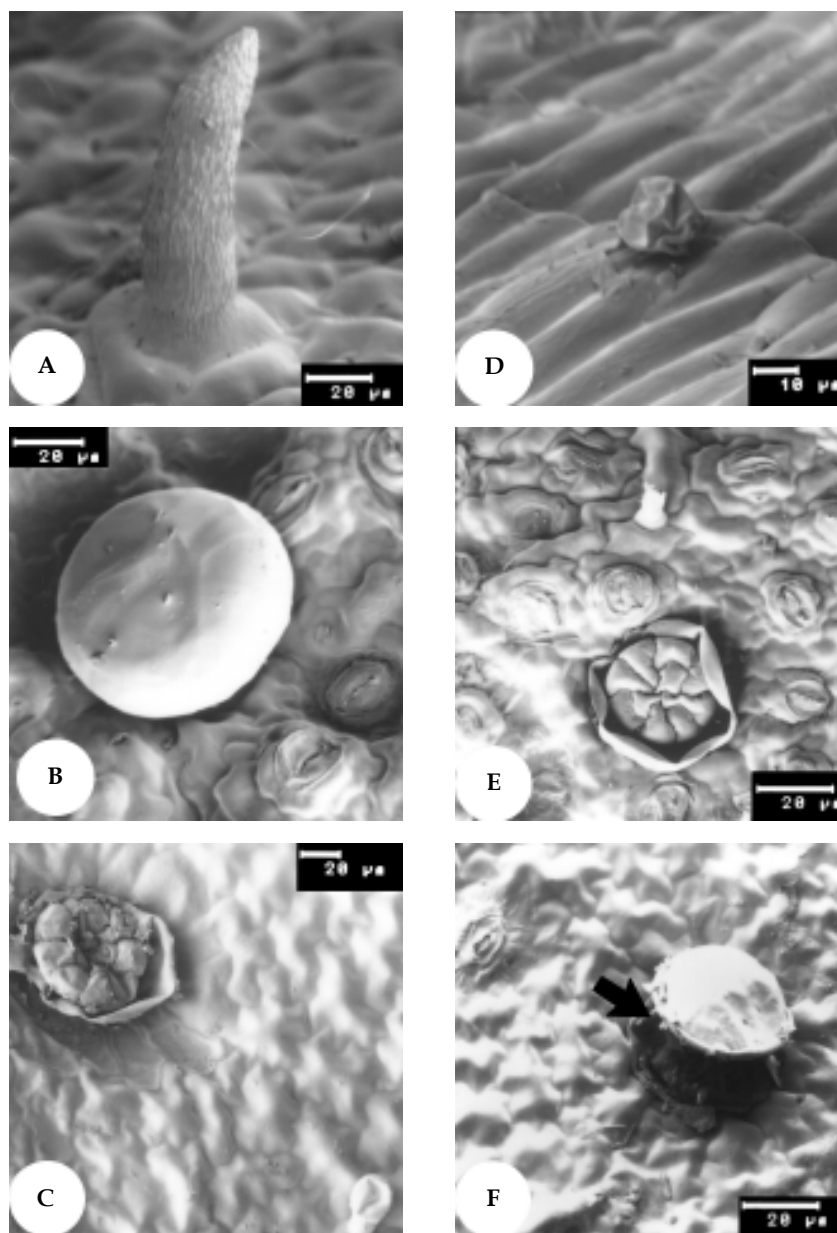


Figura 7. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da epiderme abaxial de *Mentha spicata* X *suaveolens*. **A:** Detalhe do tricoma não secretor, tector (750x); **B:** Detalhe do tricoma peltado e de estômato (775x); **C:** Detalhe do tricoma peltado, mostrando o produto da secreção granular (470x); **D:** Células da nervura principal com tricoma capitado senescente (1.000x); **E:** Detalhe do tricoma secretor peltado com 12 células secretoras arranjadas em dois círculos, estômato e tricoma capitado (500x); **F:** Detalhe de tricoma peltado com espaço subcuticular (seta) (490x).

SERRATO-VALENTI et al. (1997) estudaram a superfície foliar de plantas de *Salvia aurea* L. e observaram a presença de tricomas glandulares e tricomas não glandulares, incluindo dois tipos de tricomas glandulares, capitado e peltado, com diferenças na estrutura e processo de secreção. A cabeça do tricoma peltado é formada por seis a oito células secretoras, arranjadas em círculo simples, o que não é característica típica de Lamiaceae.

Em *Leonotis leonurus* há um arranjo similar (ASCENSÃO et al., 1995), mas em outras espécies da mesma família, tais como espécies de *Origanum* (BOSABALIDIS e TSEKOS, 1984), *Satureja thymbra* (Bosabalidis, 1990) e espécies diferentes examinadas por WERKER et al. (1985), um número alto de células da cabeça é arranjada em dois círculos concêntricos. Contrariamente, em outras

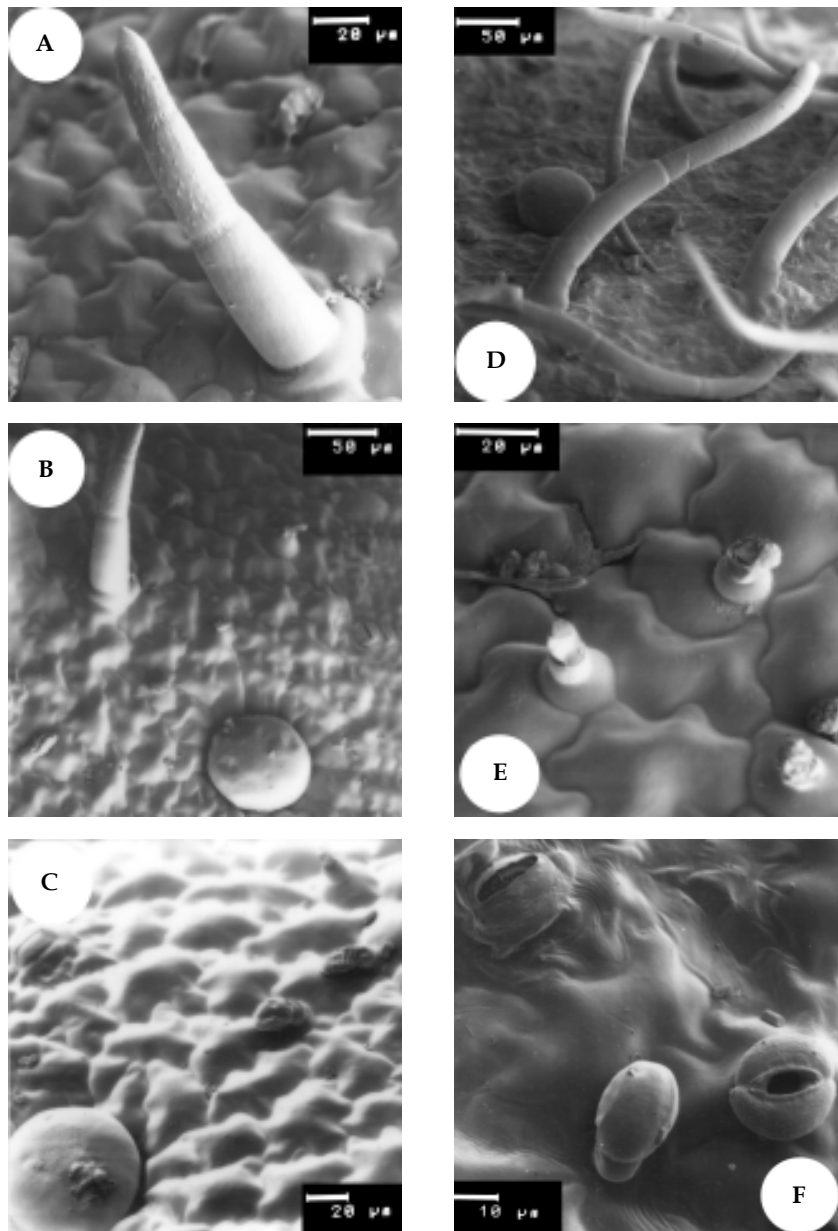


Figura 8. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da epiderme de *Mentha spicata* L. **A:** Detalhe do tricoma não secretor (tector) e de células epidérmicas na face adaxial com paredes sinuosas (650x); **B:** tricoma peltado e tricoma unisseriado multicelular na epiderme face adaxial (310x); **C:** Tricomas capitados e tricoma peltado na epiderme face adaxial (480x); **D:** Epiderme na face abaxial, com abundantes tricomas tectores multicelulares (280x); **E:** Epiderme na face adaxial com tricomas capitados (900x); **F:** Epiderme na face adaxial, mostrando a presença de estômatos e de tricoma capitado (1.050x).

espécies dessa família, tal como *Ocimum basilicum* (WERKER, 1993), a cabeça do tricoma peltado é formada por quatro células centrais únicas.

WATANABE (1993), em observações com microscopia eletrônica de varredura em diferentes formas de tricomas glandulares em grande número de plantas aromáticas, observou que para alfazema, hortelã-pimenta, alfavaca, orégano, sálvia e tomilho,

os tricomas peltados formam coroas circulares e cada uma possui de 4 a 12 células secretoras de óleo, o que está de acordo com este trabalho.

MRAZ (1998) estudou tricomas de *Teucrium montanum* (Lamiaceae), em microscopia de luz e de varredura, observando que os tricomas peltados são formados por uma célula basal, uma peduncular e por 4 a 8 células glandulares na cabeça.

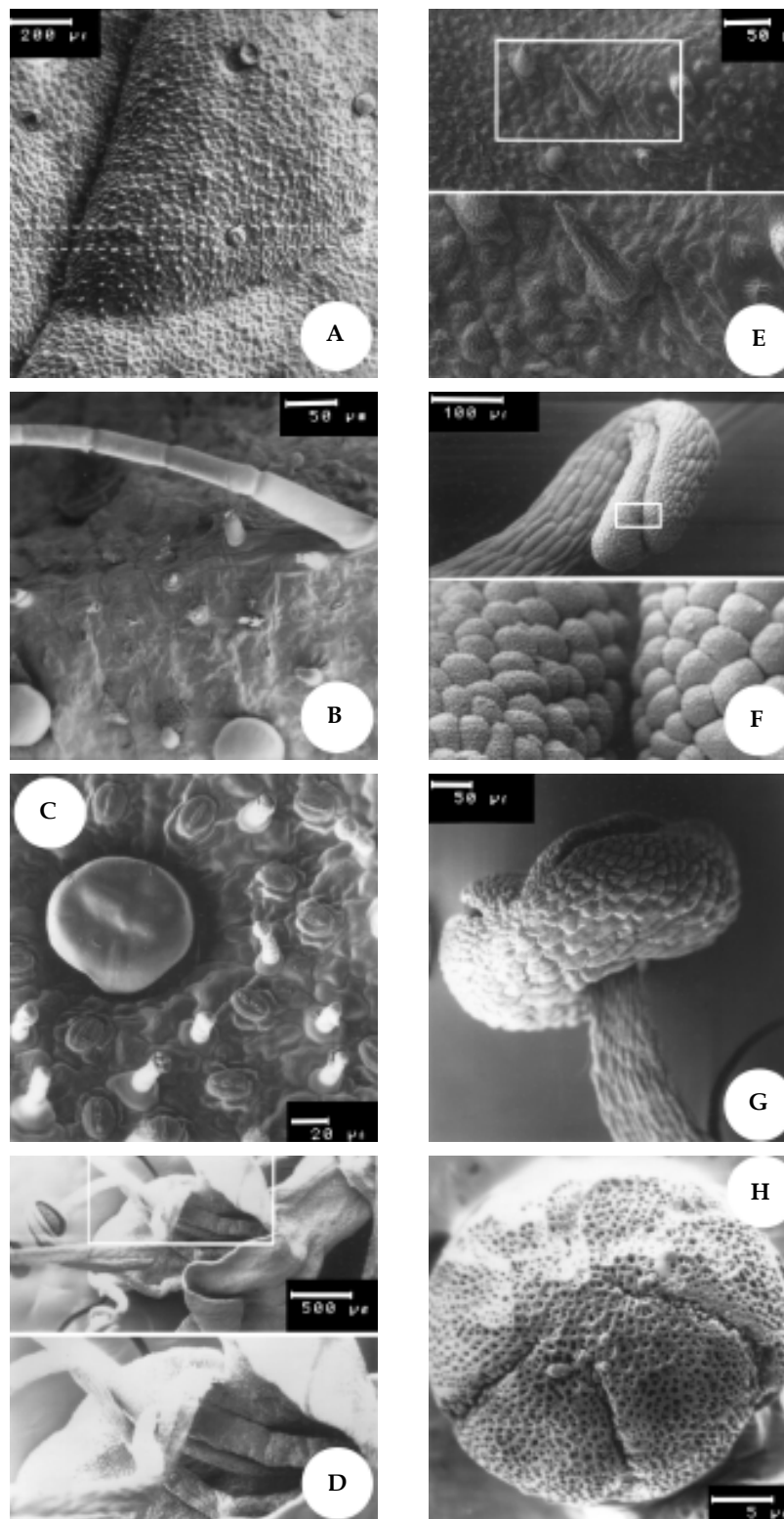


Figura 9. Micrografia eletrônica de varredura da superfície foliar de *Mentha spicata* L. **A:** Vista frontal da epiderme na face adaxial da folha (74x). Presença de tricomas peltados e capitados; **B:** Epiderme na face abaxial da folha. Detalhe de tricoma tector na nervura principal (250x); **C:** Epiderme na face abaxial da folha. Notar a grande quantidade de tricomas capitados em relação ao tricoma peltado (500x).

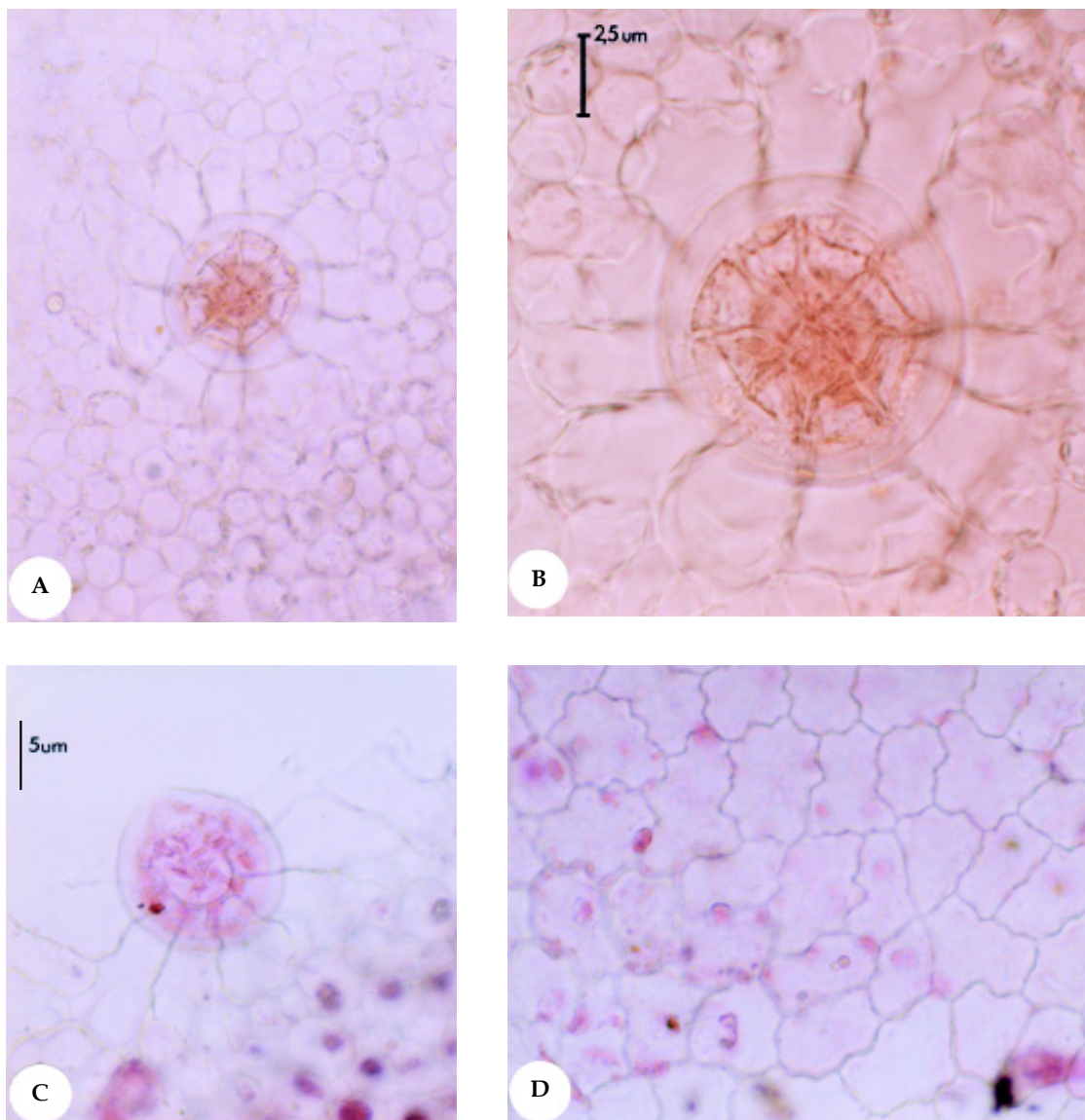


Figura 10. Secções paradérmicas da folha de *Mentha spicata* L. na face adaxial da epiderme. **A:** Tricoma peltado formado por 12 células secretoras, dispostas em dois círculos concêntricos. Detalhe das 11 células epidérmicas circundando a célula do pé unicelular do tricoma (200x); **B:** Idem em detalhe (400x); **C e D:** Secções paradérmicas da folha de *Mentha spicata* X *suaveolens* na face adaxial de epiderme (200x). Tricoma peltado formado por 12 células secretoras, dispostas em dois círculos concêntricos, quatro células constituindo a coroa central e oito células circundando a coroa.

A figura 9 mostra a superfície da folha de *Mentha spicata* L em MEV: (A) face adaxial da folha; (B) detalhe do tricoma tector inserido na nervura principal da folha na face abaxial e (C) face abaxial da folha.

Monoterpenos incluem o maior componente do óleo essencial das mentas, abrangendo *Mentha* X *piperita* e *M. spicata* (LAURENCE, 1981). A biossíntese e acumulação de monoterpenos em *Mentha* é especificamente localizada nos tricomas glandulares e originada no plastídeo (leucoplasto) das células

secretoras altamente especializadas, estrutura glandular não fotossintética (TURNER et al., 1999).

Notáveis transformações ultra-estruturais ocorrem na secreção das glândulas peltadas de *Mentha* X *piperita*, que correlacionam com o pico de produção de monoterpenos no desenvolvimento das folhas (TURNER et al., 1999, 2000; GERSHENZON et al., 2000; MCCONKEY et al., 2000) que sugerem possíveis funções dos leucoplastos e SER, na biossíntese e exportação de monoterpenos.

4. CONCLUSÕES

1. *Mentha spicata* (hortelã-de-folha-fina) se diferencia de *Mentha spicata X suaveolens* (hortelã-crespa) por apresentar folhas fortemente aromáticas e flores arroxeadas com posterior formação de frutos e sementes.

2. O mesofilo de ambas as espécies de *Mentha* é classificado como dorsiventral, com parênquima paliçádico uniestratificado, com células alongadas e ricas em inclusões citoplasmáticas em forma de esferocristais. Ocorrem tricomas glandulares do tipo capitado e peltado e tricomas não glandulares unisseriados, multicelulares não ramificados.

3. O limbo foliar de *Mentha spicata X suaveolens* apresenta menor espessura em relação ao limbo foliar de *Mentha spicata*.

4. *Mentha spicata X suaveolens* apresenta o parênquima paliçádico com células mais curtas e mais largas. Apresenta maior número de inclusões citoplasmáticas em forma de esferocristais em relação ao mesofilo de *M. spicata*.

5. Os tricomas capitados presentes em ambas as espécies são classificados como do tipo I e apresentam uma célula basal, uma peduncular e uma grande célula apical, cujo formato varia de circular a piriforme. Nesses tricomas, o material é expelido para o exterior, enquanto nos tricomas peltados, permanece no espaço subcuticular.

5. Os tricomas peltados de *Mentha spicata* L. e de *Mentha spicata X suaveolens* consistem de uma célula basal, uma peduncular curta e larga, com paredes externas cutinizadas. Apresenta célula apical multicelular, com 12 células secretoras distribuídas radialmente em dois círculos concêntricos. O círculo central possui quatro células secretoras e o externo, oito células secretoras; o acúmulo da secreção fica em uma cavidade formada entre a cutícula e as células secretoras e o tricoma é inserido sob 11 células epidérmicas.

7. Em relação à presença de compostos secundários, obtiveram-se resultados positivos em conteúdos protoplasmáticos por meio de testes microquímicos para presença de mucilagens e pectinas em ambas as espécies.

8. Há predominância de tricomas capitados em relação aos tricomas peltados nas duas espécies estudadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Elliot Kitajima, coordenador do NAP/MEPA (Núcleo de Apoio à Pesquisa/Microscopia Eletrônica em Pesquisa Agropecuária), ESALQ-USP, pela utilização do microscópio eletrônico de varredura PV (LEO 435VP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMELUNXEN, F. Einige Beobachtungen na den Blatzellen von *Mentha piperita* L. *Planta Medica*, Stuttgart, v.15, p.32-34, 1967.
- ASCENSÃO, L.; MARQUES, N.; PAIS, M.S. Glandular trichomes on vegetative and reproductive organs of *Leonotis leonurus* (Lamiaceae). *Annals of Botany*, London, v.75, p.619-626. 1995.
- BONZANI, N.; ESPINAR, A.L. Estudios anatomicos de tres espécies de Lamiaceae usada em medicina popular. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, Buenos Aires, v. 12, n.3, p.113-123, 1993.
- BOSABALIDIS, A.M. Glandular trichomes in *Satureja thymbra* leaves. *Annals of Botany*, London, v.65, p.71-78, 1990.
- BOSABALIDIS, A.M.; TSEKOS, I. Glandular hair formation in *Origanum* species. *Annals of Botany*, London, v.53, p.559-563, 1984.
- BOSABALIDIS, A.M.; TSEKOS, I. Glandular scale development and essential oil secretion in *Origanum dictamnus* L. *Planta*, Heidelberg, v.156, p.496-504, 1982.
- BRUN, N.; VOIRIN, B. Chemical and morphological studies of the effects of ageing on monoterpenes composition in *Mentha X piperita* leaves. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.69, p.2271-2278, 1991.
- BRUNI, A.; MODENESI, P. Development, oil storage and dehiscence of peltate trichomes in *Thymus vulgaris* (Lamiaceae). *Nordic Journal of Botany*, Copenhagen, v.3, p.245-251, 1983.
- DANILOVA, M.F.; KASHINA, T.K. Ultrastructure of glandular hairs in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible involment in photoperiodic induction of flowering. *Phytomorphology*, New Delhi, v.39, n.4, p.265-275, 1989.
- FAHN, A. *Secretory tissues in plants*. London: Academic Press, 1979. p.158-222.
- FAHN, A. Secretory tissue in vascular plant. *New Phytologist*, Cambridge, v.108, p.229-257, 1988.
- GERSHENZON, J.; McCONKEY M.; CROTEAU, R. Regulation of monoterpene accumulation in leaves of peppermint (*Mentha X piperita* L.). *Plant Physiology*, Sofia, v.122, p.205-213, 2000.
- HALLIDAY, G.; BEADLE, M. *Flora Europaea*. London: Cambridge, v.3, p.185-186, 1972.
- HANDILOU, S.; KOKINI, S.; BOSABALIDIS, M.; BESSIÈRE, M. Glandular trichomes and essential oil constituents of *Calamintha menthifolia* (Lamiaceae). *Plant Systematics and Evolution*, Vienna, v.177, p.17-26, 1991.

- HEINRICH, G. Entwicklung, Feinbau und ölgehalt der drüsenschuppen von *Monarda fistulosa*. *Planta Medica*, Stuttgart, v.23, p.154-166, 1973.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. London: McGraw Hill, 1940. 523p.
- JOLY, A.B. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. São Paulo: Nacional, 1983. p.583-586.
- LAWRENCE, B.M. Monoterpene interrelationships in the *Mentha* genus: a biosynthetic discussion. In: MOOKHERJEE, B.D.; MUSSINAN, C.J. (Eds.). *Essential Oils*. Wheaton, IL: Allured Publishing, 1981. p.1-81.
- MAFFEI, M.; GALLINO, M.; SACCO, T. Glandular trichomes and essential oils of developing leaves in *Mentha viridis* lavanduliodora. *Planta Medica*, Stuttgart, v.52, p.187-193, 1986.
- McCONKEY, M.; GERSHENZON, J.; CROTEAU, R. Developmental regulation of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of peppermint (*Mentha X piperita* L.). *Plant Physiology*, Sofia, v.122, p.215-223, 2000.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons*. 2.ed. Oxford: Clarendon Press, 1983.
- MRAZ, P. The structure and development of the glandular trichomes of *Teucrium montanum* (Lamiaceae). *Biologia*, v.53, n.8, p.65-72, 1998.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma*, Vienna, v.59, p.368-373, 1964.
- SCHNEPF, E. Tubulares endoplasmatisches Reticulum in Drüsen mit lipophilen Ausscheidung von *Ficus*, *Ledum* und *Salvia*. *Biochemie Physiologie Pflanzen*, Jena, v.163, p.113-125, 1972.
- SERRATO-VALENTI, G.; BISIO, A.; CORNARA, L.; CIARALLO, G. Structural and histochemical investigation of the glandular Trichomes of *Salvia aurea* L. leaves and chemical analysis of the essential oil. *Annals of Botany*, London, v.79, p.329-336, 1997.
- SOSSAE, F.C. *Anatomia e Fitoquímica Foliar de Tetradenia riparia* (Hochstetter) Codd. 1995. 85f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Biociências - UNESP, Botucatu.
- TURNER, G.W.; GERSHENZON, J.; CROTEAU, R.B. Distribution of peltate glandular trichomes on developing leaves of peppermint. *Plant Physiology*, Sofia, v.24, p.655-663, 2000.
- TURNER, G.W.; GERSHENZON, J.; NIELSON, E.E.; FROELICH, J.E.; CROTEAU, R.B. Limonene synthase, the enzyme responsible for monoterpene biosynthesis in peppermint, is localized to leucoplasts of oil gland secretory cells. *Plant Physiology*, Sofia, v.120, p.879-886, 1999.
- WATANABE, S. Morphological observations on the gland hairs or oil gland of leaf surface in some aromatic plants. *Journal Yamagata Agriculture and Forestry Society*, Tsuruoka, v.50, p.73-76, 1993.
- WERKER, E. Function of essential oil secreting glandular hairs in aromatic plants of the Lamiaceae: a review. *Flavour and Fragrance Journal*, v.8, p.249-255, 1993.
- WERKER, E.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U. Glandular hairs and essential oil developing leaves of *Origanum basilicum* (Lamiaceae). *Annals of Botany*, London, v.71, p.43-50, 1993.
- WERKER, E.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Annals of Botany*, London, v.55, p.793-801, 1985.