



Nota Científica / Short Communication: Ontogênese do pericarpo de *Temnadenia violacea* (Apocynaceae s.l.)

Ontogenesis of the pericarp of Temnadenia violacea (Apocynaceae s.l.)

Fabiano Machado Martins^{1,2} & Jamile Fernandes Lima¹

Resumo

Este trabalho teve como objetivo descrever a ontogenia do pericarpo de *Temnadenia violacea* (Vell.) Miers. O ovário é glabro, súpero, bicarpelar e de placentação sutural. Cada carpelo apresenta um único lóculo onde se dispõem vários óvulos inseridos em um tecido placentário bem desenvolvido. A parede do ovário é composta de epiderme externa, mesofilo ovariano e epiderme interna. O fruto é um foliário constituído de dois frutículos geminados, cilíndricos, alongados e lenhosos. Nesse estudo foram consideradas duas fases distintas de desenvolvimento: fruto jovem e fruto maduro. No fruto jovem, o epicarpo é unisseriado e o mesocarpo pode ser dividido em duas regiões distintas. O endocarpo é formado por células alongadas em seção transversal. No fruto maduro o epicarpo é recoberto por uma cutícula espessa e papilosa, no mesocarpo a última camada de células próximas ao endocarpo torna-se esclerificada e juntamente com as células do endocarpo formam o endocarpo funcional. No mesocarpo do fruto maduro foram observados laticíferos não articulados e ramificados, fibras lignificadas e fibras não lignificadas.

Palavras-chave: foliário, fruto, desenvolvimento, epicarpo, laticíferos.

Abstract

This work describes the ontogeny of the pericarp of *Temnadenia violacea* (Vell.) Miers. The ovary is glabrous, superior, with bicarpelar sutural placentation. Each carpel has a single locule with several eggs attached to a well-developed placenta. The ovary wall is composed of outer epidermis, mesophyll and inner epidermis. The fruit is a follicarium composed of two geminate aggregate fruits that are cylindrical, elongated, and woody. In this study two distinct phases of development were considered: young fruit and ripe fruit. The epicarp of the young fruit is uniseriate and the mesocarp can be divided into two distinct regions. The endocarp is formed by cells that are elongated in transverse section. The epicarp of the mature fruit is covered by a thick cuticle having papillae, while the layer of mesocarp cells nearest the endocarp become sclerotized – and together with the cells of the endocarp form the functional endocarp. Non-articulated and ramified laticifers, and lignified and non-lignified fibers were observed in the mesocarp of the mature fruit.

Key words: follicarium, fruit, development, epicarp, laticifers.

Apocynaceae *sensu lato* é uma das maiores famílias de Angiospermas, com cerca de 355 gêneros e 3700 espécies (Judd *et al.* 2008), que possuem os mais diversos hábitos, como árvores, arbustos, lianas e poucas ervas. Essa família é caracterizada por apresentar frutos múltiplos ou simples. Os frutos simples são cápsulas loculicidas, drupoides ou bacoídes, que em geral apresentam

muitas sementes. Os bacoídes são latescentes, carnosos, globosos, elipsoides ou alongados, com epicarpo esverdeado ou amarelo-esverdeado, de espessura fina, ou atroviláceo, com cavidade cheia de polpa sucoso-gelatinosa, de origem placentar, de sabor adocicado, sendo que imersas nessa polpa estão de uma a numerosas sementes (Barroso *et al.* 1999).

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, R. Rui Barbosa 710, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil.

² Autor para correspondências: fmartins@ufirb.edu.br

Apesar da grande importância na taxonomia da família Apocynaceae, poucos trabalhos sobre anatomia do fruto são encontrados na literatura. Para Apocynaceae podem-se citar os trabalhos de Thomas & Dave (1991) com frutos foliculares de *Nerium indicum* Mill, Thomas & Dave (1994) com frutos foliculares de diferentes espécies de Apocynaceae e Aguiar *et al.* (2009) que descreveram a ontogenia do pericarpo de *Prestonia riedelii* (Müll.Arg.) Markg. Além destes destaca-se um trabalho com enfoque ecológico e evolutivo realizado por Gomes (2008) a partir de quatro gêneros de Apocynaceae.

Estudos morfológicos, anatômicos e ontogenéticos dos frutos e sementes de Apocynaceae são de grande relevância para o conhecimento da família no Brasil. Além do valor sistemático, a identificação botânica das sementes e frutos é necessária para trabalhos que envolvem manejo e conservação da fauna e flora silvestre, em estudos ecológicos, arqueológicos, paleobotânicos e investigações sobre sucessão e regeneração (Bravato 1974).

Esse trabalho teve como objetivo estudar a ontogenia do fruto de *Temnadenia violacea* (Vell.) Miers (Apocynaceae *s.l.*) visando caracterizar o pericarpo, no intuito de auxiliar os estudos taxonômicos na família.

O material de estudo foi coletado em três áreas de cerrado do estado de São Paulo: Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estação Ecológica e Experimental de Itirapina e Horto Botânico de Bauru. Material testemunho proveniente de cinco indivíduos foi incorporado ao Herbário UEC: UEC 147871, 147872, 147873, 147874, 147875.

Botões florais e frutos de *Temnadenia violacea* em diferentes estádios de desenvolvimento foram coletados e fixados em FAA 50 (Johansen 1940). Os botões florais foram desidratados em série butílica e incluídos em parafina histológica (Histosec/Merck). Secções seriadas transversais e longitudinais com espessura de aproximadamente 10 µm foram obtidas com uso micrótomo rotativo, coradas com safranina alcoólica a 1,5% e azul de astra aquoso a 1% (Gerlarch 1969) e montadas em resina sintética (Permout/Fisher). Amostras dos frutos foram desidratadas em série etílica e incluídas em glicol-metacrilato (Meira & Martins 2003). As secções transversais e longitudinais foram realizadas em micrótomo rotativo com espessura entre 12 e 20 µm e coradas com azul de toluidina a 0,05% pH 4.7 (O'Brien *et al.* 1964). Todas as lâminas

foram montadas em resina sintética. A presença de lignina na parede celular das fibras foi evidenciada com floroglucinol acidificado (Johansen 1940).

As imagens digitais foram obtidas em microscópio Olympus BX51 com sistema fotográfico digital Olympus E330. A nomenclatura utilizada para descrever as formas dos frutos e sementes está de acordo com Spjut (1994).

O ovário de *Temnadenia violacea* é glabro, súpero, bicarpelar e de placentação sutural. Cada carpelo apresenta um único lóculo onde se dispõem vários óvulos inseridos em um tecido placentário (Fig. 1a). A parede do ovário é composta de epiderme externa, mesofilo ovariano e epiderme interna (Fig. 1b). A epiderme externa é formada por uma camada de células isodiamétricas, revestida por fina cutícula. O mesofilo ovariano é formado por até 28 camadas de células parenquimáticas poliédricas, laticíferos e cordões de procâmbio.

O fruto é um folicário constituído de dois frutículos geminados, cilíndricos, alongados e lenhosos. Os frutículos são glabros, de cor verde escuro quando jovem e castanho-escuro na maturidade, que se abrem por uma fenda longitudinal ventral quando maduros.

No estágio jovem, o fruto é constituído por um epicarpo unisseriado com estômatos e recoberto por cutícula fina (Fig. 2a-b). O mesocarpo pode ser dividido em duas regiões distintas, uma voltada para o exterior composta por células pequenas e outra para o interior formada por células grandes. Entre as duas regiões são observados feixes vasculares de maior calibre; entretanto, feixes vasculares menores são observados dispersos por todo o mesocarpo (Fig. 2a). A última camada do mesocarpo, próxima à epiderme interna, é composta por células alongadas (Fig. 2a). Os laticíferos ocorrem por todo o mesocarpo. O endocarpo (*sensu stricto*) (Fig. 2c-d) é formado por células alongadas em seção longitudinal (Fig. 2d), com citoplasma denso e núcleo evidente.

O fruto maduro é formado por um epicarpo recoberto por uma cutícula espessa quando comparado ao estágio jovem (Fig. 3a). No mesocarpo, alterações marcantes podem ser percebidas. Ocorre a formação de fibras lignificadas e não lignificadas e a esclerificação da última camada do mesocarpo (Fig. 3b-d, 4c-d). As fibras estão distribuídas por todo mesocarpo podendo inclusive estar associadas aos feixes vasculares. Os laticíferos estão distribuídos por

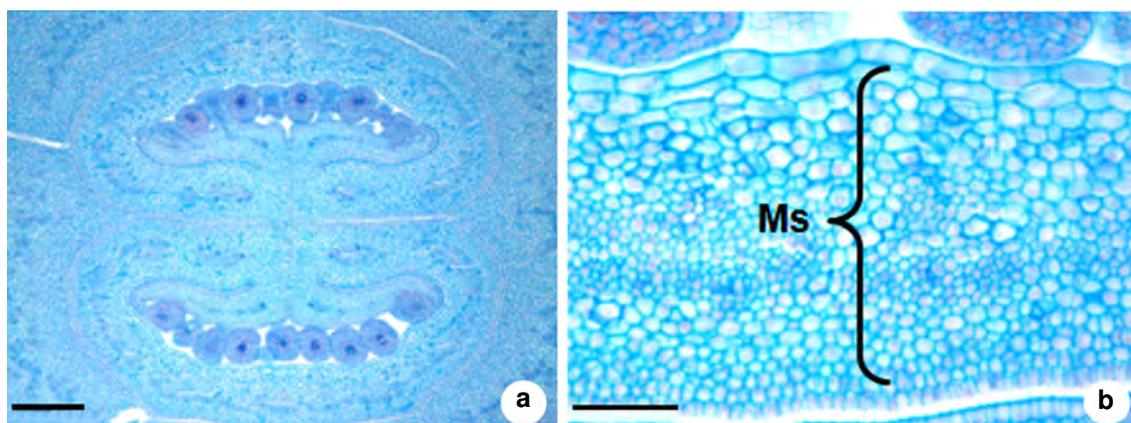


Figura 1 – Ovário de *Temnadenia violacea* em seção transversal – a. vista geral dos carpelos e óvulos; b. detalhe da parede do ovário. Ms – mesofilo. Escalas: (a) 50 μ m; (b) 20 μ m.

Figure 1 – Ovary of *Temnadenia violacea* in cross section – a. overview of carpels and ovules; b. detail of ovary wall. Ms - mesophyll. Bar: (a) 50 μ m; (b) 20 μ m.

todo o mesocarpo; são alongados dispostos paralelamente ao eixo longitudinal do fruto; são do tipo não articulados e ramificados, com parede celular espessa (Fig. 4a-b). A camada mais interna do mesocarpo esclerificado juntamente com o endocarpo formam, no fruto adulto o endocarpo funcional (*sensu lato*). As duas camadas de células esclerificadas que formam o endocarpo funcional possuem orientação distinta das demais células do pericarpo; são alongadas em seção transversal (Fig. 3c-d).

As divergências encontradas entre as diversas classificações dos frutos é um problema gerado pelas inúmeras descrições morfológicas de diferentes autores, que consideram em seus trabalhos os mais variados caracteres, inclusive aspectos ecológicos.

O fruto de *Temnadenia violacea* foi classificado, neste estudo, de acordo com a proposta de Spjut (1994). Segundo esse autor, o termo *folicarium* refere-se ao fruto derivado de gineceu esquizocárpico, no qual os carpelos são distintamente separados um do outro, onde cada um possui deiscência ao longo de uma única sutura ventral. Esse fruto foi descrito pela primeira vez por Dumortier 1829 (*apud* Spjut 1994) e possui vários sinônimos, como *conceptaculum* (Lindley 1832), *foliculi* (Gaertner 1778), *bifolliculus* (Desvaux 1813) e *follicula* (Machado & Rodrigues 2004).

Em Apocynaceae, o fruto esquizocárpico possui ovários unidos pela região dos estiletos e estigmas (Spjut 1994). Em *Temnadenia violacea*, a ligação entre os frutículos ocorre pela região do

estilete e estigma. Barroso *et al.* (1999) consideram os frutos dessa família como múltiplos quando originado por apocarpia secundária e simples quando de gineceu sincárpico.

Muitas da falta de clareza quando se descreve a morfologia de um fruto ocorre pela falta de estudos anatômicos. Segundo Strohschen (1986) para uma classificação ser bem sucedida é necessário a realização de estudos anatômicos ontogenéticos que consideram a constituição do pericarpo (epicarpo, mesocarpo e endocarpo).

Uma variação muito grande ocorre na definição de epicarpo, mesocarpo e endocarpo. Segundo Roth (1977), a maioria dos autores refere-se ao epicarpo e mesocarpo em um sentido amplo, o qual inclui na sua formação, além da epiderme, também as células do tecido subepidérmico do mesocarpo. Em Apocynaceae o epicarpo pode ser unisseriado, como aqui descrito para *Temnadenia violacea* é unisseriado, assim como em *Catharanthus pusillus* (Murray) G. Don, *Catharanthus roseus* (L) G. Don, *Alstonia scholaris* (L) R.Br., *Ichnocarpus frutescens* (L) WTaiton e *Parsonia spiralis* Wall. ex G. Don (Thomas & Dave, 1994); ou multisseriado, como em *Aganosma caryphyllata* G. Don, *Holarrhena antidysenteria* (L.) Wall. ex A. DC., *Vallis solanacea* (Roth) Kuntze, *Wrightia tomentosa* (Roxb.) Roem. & Schult. *Wrightia tinctoria* R.Br. e *Strophantus wallichii* A. DC. (Thomas & Dave 1994).

As fibras não lignificadas presentes no mesocarpo do fruto foram evidenciadas em *Aganosma*

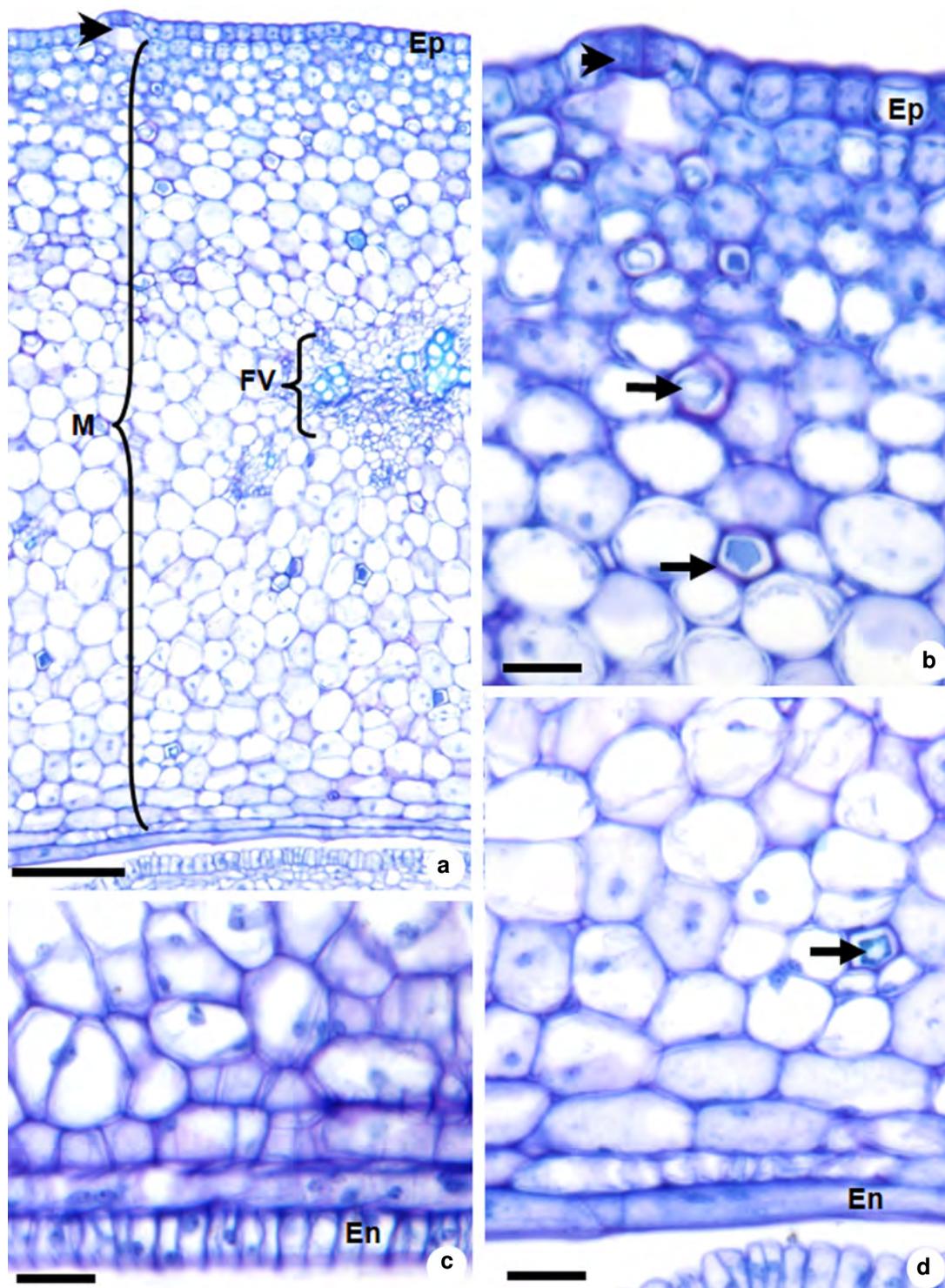


Figura 2 – Fruto jovem de *Temnadenia violacea* em secção transversal (a, b, c) e longitudinal (d) – a. vista geral do pericarpo; b. epicarpo com cutícula fina e laticíferos distribuídos pelo mesocarpo; c. endocarpo e porção interna do mesocarpo; d. detalhe do endocarpo. Ep – epicarpo; M – mesocarpo, FV – feixe vascular; En – endocarpo; seta – laticífero; cabeça de seta – estômato. Escalas: (a) 100 μm ; (b, d) 50 μm .

Figure 2 – Young fruit of *Temnadenia violacea* in transverse (a, b, c) and longitudinal (d) section – a. overview of the pericarp; b. epicarp with thin cuticle and laticifers distributed over the mesocarp; c. endocarp and inner portion of the mesocarp; d. detail of the endocarp. Ep – epicarp; M – mesocarp, FV – vascular bundle; En – core; arrow – laticifer; arrowhead – stomata. Bar: (a) 100 μm ; (b, c, d) 50 μm .

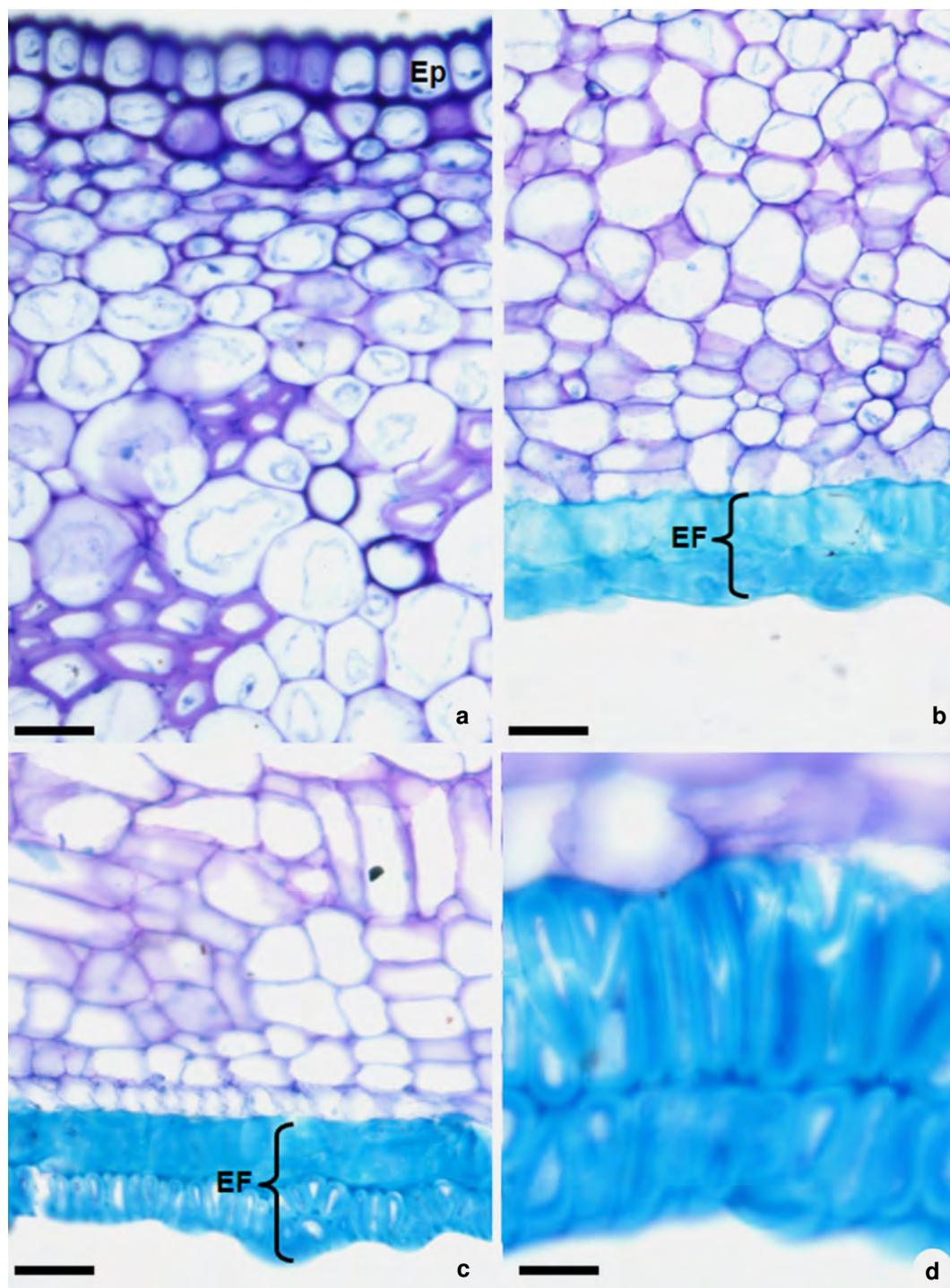


Figura 3 – Fruto maduro de *Temnadenia violacea* em secção transversal (a, b, d) e longitudinal (c) – a. epicarpo com cutícula espessa, mesocarpo e laticíferos; b. endocarpo funcional e porção interna do mesocarpo; c. detalhe do endocarpo funcional e porção interna do mesocarpo; d. endocarpo funcional evidenciando as duas camadas de células esclerificadas. Ep – epicarpo; EF – endocarpo funcional. Escalas: (a, b, c) 50 μm ; (d) 20 μm .

Figure 3 – Mature fruit of *Temnadenia violacea* in transverse (a, b, d) and longitudinal (c) section – a. epicarp with thick cuticle, mesocarp and laticifers; b. functional endocarp and inner portion of the mesocarp; c. detail of functional endocarp and inner portion of the mesocarp; d. endocarp showing the two functional layers of sclerified cells. Ep – epicarp; arrow – laticifer. Bar: (a, b, c) 50 μm ; (d) 20 μm .

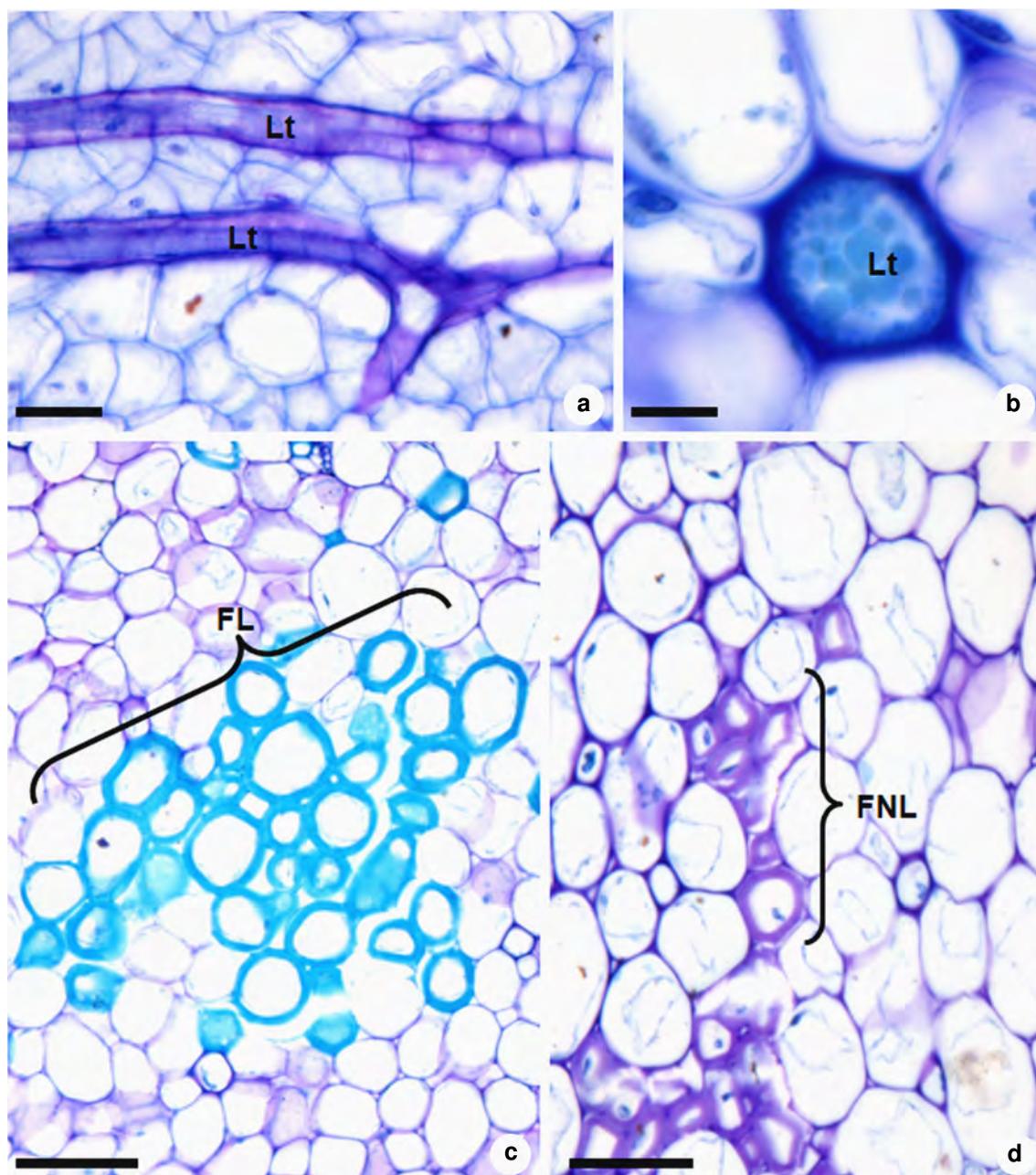


Figura 4 – Fruto maduro de *Temnadenia violacea* em secção transversal (b, c, d) e longitudinal (a) – a. laticífero ramificado; b. laticífero evidenciando secreção com aspecto granuloso; c. fibras lignificadas no fruto maduro; d. fibras não lignificadas no fruto maduro. Lt – laticífero; FL – fibras lignificadas; FNL – fibras não lignificadas. Escalas: (a) 30 μ m; (b) 15 μ m; (c, d) 50 μ m.

Figure 4 – Mature fruit of *Temnadenia violacea* in transverse (d, c, d) and longitudinal (a) section – a. branched laticifer; b. laticifer showing secretion with a granular aspect; c. lignified fibers in the ripe fruit; d. non lignified fibers in mature fruits. Lt – laticifer; FL – lignified fibers; FNL – non lignified fibers. Bar: (a) 30 μ m; (b) 15 μ m; (c, d) 50 μ m.

caryphyllata, *Holarrhena antidysenteria*, *Ichnocarpus frutescens*, *Parsonia spiralis*, *Strophantus wallichii*, *Vallaris solanacea*, *W. tomentosa* e *W. tinctoria* (Thomas & Dave 1994), *Mesechites mansoana* (A.DC.) Woodson e *Pretonia coalita* (Vell.) Woodson (Gomes 2008). A ausência de lignina nessas fibras pode estar relacionada com a grande flexibilidade que o fruto possui e para facilitar a sua deiscência (Aguiar *et al.* 2009). A presença de fibras não lignificadas foi apontada por Gomes (2008) como tendo função de reserva, comparando com a função de reserva descrita por Machado & Rodrigues (2004) para fibras septadas não lignificadas. Fibras esclerenquimáticas no mesocarpo e associadas aos feixes vasculares estão relacionadas com a função de sustentação e proteção. Segundo Roth (1977), a função do esclerênquima é servir como tecido de sustentação e para proteger as sementes de injúrias.

Os laticíferos ocorrem em 22 famílias de angiospermas entre elas Apocynaceae (Metcalfe & Chalk 1983), sendo uma estrutura constante na família e presente em órgãos vegetativos e reprodutivos (Wilson & Mahlberg 1978, Thomas & Davi 1994, Rio *et al.* 2005, Valente & Costa 2005). Muitas dessas famílias não apresentam relações taxonômicas, o que sugere que a capacidade de produzir látex surgiu mais de uma vez ao longo da evolução desses grupos (Fahn 1979).

Existe grande divergência quanto ao tipo e desenvolvimento dos laticíferos. Demarco *et al.* (2006), após análise cuidadosa, afirmaram que os laticíferos de *Aspidosperma australe* Müll.Arg. e *Blepharodon bicuspidatum* E. Fourn. são articulados. Segundo eles, esse tipo de laticífero tem rápida dissolução da parede terminal, o que pode levar a conclusões equivocadas. Um exemplo desse problema ocorre na divergência entre Mahlberg (1961) e Milanez (1977) em relação ao laticíferos de *Nerium oleander* L. O primeiro autor afirma que eles são do tipo articulados, o segundo afirma ser do tipo não-articulado. Há casos onde laticíferos articulados e não-articulados podem ocorrer na mesma espécie, tal como em *Stapelia bella* L. (Wilson & Maxam 1987). O estudo dos laticíferos em órgãos adultos não possibilita determinar sua origem e por isso é necessário que esse tipo de investigação seja realizado em regiões meristemáticas.

A anatomia do fruto de *Temnadenia violacea* demonstrou possuir características comuns a outras espécies de Apocynaceae. A ontogenia do endocarpo funcional evidenciou a ocorrência de

duas camadas de células, assim como ocorre em outros frutos do tipo folicário nessa família. A presença de fibras lignificadas e não lignificadas pode indicar a forma de abertura do fruto, principalmente se for levado em consideração sua orientação no mesocarpo.

Apesar de um número relativamente grande de espécies de Apocynaceae já ter sido estudado anatomicamente, os trabalhos que descrevem a anatomia do fruto ainda são reduzidos. É necessário que novos trabalhos sejam realizados, principalmente para verificar se as novas proposições taxonômicas podem ser sustentadas por caracteres. Além disso, o estudo anatômico poderá contribuir para o esclarecimento de espécie com posicionamento incerto.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. André Olmos Simões da Universidade de São Paulo, a determinação do material botânico.

Referências

- Aguiar, S.; Carmello-Guerreiro S.M. & Kinoshita L.S. 2009. Ontogenia e estrutura do pericarpo de *Prestonia riedelii* (Müll.Arg.) Markgr. (Apocynaceae). *Acta Botanica Brasílica* 23: 729-737.
- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Imprensa Universitária, Viçosa. 443p.
- Bravato, M. 1974. Estudio morfológico de frutos e semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. *Acta Botanica Venezuelana* 9: 317-361.
- Desvaux N.A. 1813. Essai sur less differens genres de fruts des plants phanerogames. *Journal Botanic Agriculture* 2: 161-183.
- Demarco, D.; Kinoshita, L.S. & Castro, M.M. 2006. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 133-144.
- Fahn A. 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press Inc., London. 302p.
- Gaertner J. 1778. De fructibus et seminibus plantarum. Typis Academiae Carolinae, Stuttgart. 380p.
- Gerlarch D. 1969. Botanische mikrotechnik: eine einfühung. Georg Thieme, Stuttgart. 311p.
- Gomes, S.M. 2008. Morfo-anatomia de frutos em espécies de Apocynaceae: significado ecológico e evolutivo. *Acta Botanica Brasílica* 22: 521-534.
- Johansen D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book, New York. 523p.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A. & Stevens, P.F. 2008. Plant systematics: a phylogenetic

- approach. Sinuaer Associetes Inc. Publishers, Sunderland. 465p.
- Lindley, J. 1832. An introduction to botany. Longman, Brouwn, Green & Longman, London. 467p.
- Machado, S.R. & Rodrigues, T.M. 2004. Anatomy and ultrastructure the primary pulvinus of *Pterodon pubescens* Benth. (Fabaceae-Faboideae). Revista Brasileira de Botânica 27: 135-147.
- Mahlberg, P. G. 1961. Embryology and histogenesis in *Nerium oleander* L. II – Origin and development of the non-articulated laticifers. American Journal of Botany 48: 90-99.
- Meira, R.M.S.A. & Martins, F.M. 2003. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. Revista Árvore 27: 109-112.
- Metcalf, C.R & Chalk, L. 1983. Anatomy of dicotyledons: wood structure a conclusion of the general introduction. 2 ed. Vol. 2. Oxford University Press, London. 297p.
- Milanez, F.R. 1977. Ontogênese dos laticíferos contínuos de *Nerium oleander*. Sociedade Botânica do Brasil, XXVI Congresso Nacional de Botânica, Anais. Rio de Janeiro, Pp. 343-379.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. Protoplasma 59: 368-373.
- Rio, M.C.S.; Kinoshita, L.S. & Castro, M.M. 2005. Anatomia foliar como subsídio para taxonomia das espécies de *Forsteronia* G.Mey. (Apocynaceae) dos cerrados paulistas. Revista Brasileira de Botânica 28: 713-726.
- Roth, I. 1977. Fruits of angiosperms: encyclopedia of plant anatomy. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 675p.
- Spjut, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. Memorial New York Botanical Garden 70: 1-82.
- Strohschein, B. 1986. Contributions to the biology of useful plants. 4. Anatomical studies of fruit development and fruit classification of the macadamia nut (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche). Angew Botanical 60: 239-247.
- Thomas, V. & Dave, Y. 1991. Structure and development of follicles of *Nerium indicum* Mill. (Apocynaceae). Feddes Repertorium 102: 399-407.
- Thomas, V. & Dave, Y. 1994. Significance of follicle anatomy of Apocynaceae. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 63: 9-20.
- Valente, M.C. & Costa, C.G. 2005. Estudo anatômico da flor de *Marsdenia loniceroidees* E. Fournier (Asclepiadoideae – Apocynaceae). Rodriguésia 56: 51-66.
- Wilson, K.J. & Mahlberg, G. 1978. Ultrastructure of non-articulated laticifers in mature embryos and seedlings of *Asclepias syriaca* L. (Asclepiadaceae). American Journal of Botany 65: 98-109.
- Wilson, K.J. & Maxam, T.E. 1987. Ultrastructure of articulated laticifers in *Stapelia bella* (Asclepiadaceae). American Journal of Botany 74: 628-638.