

Aspectos anatômicos dos feixes vasculares foliares de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. (Arecaceae - Arecoideae - Iriarteae)

Tatiani Yuriiko Souza Kikuchi¹ e Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara²

1. Agrônomo e Mestre em Ciências Biológicas (Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil).

2. Farmacêutico-Bioquímico (Universidade Federal do Pará). Doutor em Ciências Biológicas (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil). Pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil.

*Autor para correspondência: typinheiro@yahoo.com.br

RESUMO. Devido à existência de lacunas ao conhecimento do sistema vascular de espécies da família Arecaceae, este estudo teve como objetivo abordar os tipos de feixes vasculares ao longo da folha de *Socratea exorrhiza*. Amostras de diferentes seções da folha foram coletadas na Ilha do Combu, Pará, Brasil. O laminário histológico foi obtido conforme as técnicas usuais em anatomia vegetal. A análise realizada nos feixes vasculares em diferentes seções revelou que: os feixes são distintos quanto ao calibre e número de vasos de metaxilema, protoxilema e floema. O arranjo das células fibrosas, bem como das células parenquimáticas ao redor dos elementos vasculares, mostrou-se de fundamental importância para a caracterização dos tipos de feixes vasculares. Na bainha, os feixes possuem as formas ovoide e elíptica, enquanto no pecíolo são circulares. A raque e as pinas foram às regiões com maior incidência de feixes vasculares, apresentando calibres variados. Assim, os feixes vasculares possuem um padrão de organização em cada região da folha, principalmente quanto ao arranjo das células fibrosas e parenquimáticas, que foram descritos pela primeira vez e poderão auxiliar doravante, à identificação da espécie.

Palavras-chave: Palmeira, sistema vascular, fibras, parênquima.

Anatomic leaf aspect of vascular bundles of *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. (Arecaceae - Arecoideae - Iriarteae)

ABSTRACT. Due to the existence of gaps on vascular system knowledge for Arecaceae family species. This study had by purpose to approach vascular bundles types along *S. exorrhiza* leaf. Samples of different leaf sections were collected on Combu Island, Pará State, Brazil. Histological blades were obtained according to standard techniques for plant anatomy. The analysis realized on vascular bundles of several sections revealed that the bundles are different caliber and by the number of metaxylema, protoxylema, phloema vases. The arrangement of fibrous cells, as well as parenchyma cells around vascular elements showed a fundamental importance to vascular bundles types characterization. In sheath, the bundles have ovoid and elliptic forms, while they are circular on the petiole. Rachis and pinnae form the regions where there was more vascular bundles showed an organization standard, on each leaf region, principally as to fibrous and parenchyma cells arrangement, these features provide support to species identification.

Keywords: Palm; vascular system; fibers; parenchyma.

1. Introdução

Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl. é uma palmeira neotropical, nativa da região amazônica, popularmente conhecida como "paxiúba" ou "árvore das pancadas" (VILHENA et al., 1984) que pertence a tribo Irianteinae. Este grupo é caracterizado por apresentar grandes raízes escoras e pinas premorsas (TOMLINSON, 1961). No Brasil, a espécie encontra-se distribuída nos estados do Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima; habitando próximo a áreas alagadas, igarapés, rios e, às vezes, em terra firme (ENDERSON, 1990; ENDERSON et al., 1995; LORENZI et al., 2004).

Atualmente, o seu potencial de aproveitamento não se restringe ao conhecimento das comunidades tradicionais, já que também vem sendo explorada por diversos segmentos. Os artesãos, por exemplo, se deslocam das cidades até a floresta em busca de partes do estipe e das sementes para a fabricação de móveis, utensílios domésticos, artesanatos e, mais recentemente, para a confecção de biojóias como colares, brincos e anéis (LE COINTE, 1947; ACERO DUARTE, 1979; CÔRREA, 1984; MACEDO, 1995; KIKUCHI et al., 2007). As folhas e suas longas raízes escoras, por sua vez, são empregadas no tratamento de afecções hepáticas e doenças venéreas; assim como rituais religiosos afro-brasileiros (VILHENA et al., 1984).

Em geral, estudos etnobotânicos confirmam que as partes

mais utilizadas das palmeiras, pelos ribeirinhos amazônicos, são as folhas e os estipes por apresentarem boa resistência mecânica (RIBEIRO et al., 1999). Várias pesquisas abordaram a anatomia desses órgãos nestas últimas décadas (STEBBINS; KRUSH, 1961; TOMLINSON, 1961; GLASSMAN, 1972; PAULA, 1975; GHOSE, 1979; PINHEIRO, 1986; UHL; DRANSFIELD, 1987; TOMLINSON, 1990; LEITE; SCATENA, 2001; PASSOS, 2004; HENDERSON, 2006; TOMLINSON, 2006). Porém, ao se tratar do sistema vascular percebe-se a escassez de publicações efetivamente válidas (CHEADLE, 1944; CHEADLE; UHL, 1948; CHEADLE; TUCKER, 1959; TOMLINSON et al., 2001; TOMLINSON; SPANGLER, 2002 e TOMLINSON; ZIMMERMANN, 2003) corroborando que o tema é pouco discutido em táxons da família Arecaceae.

Em linhas gerais, a organização estrutural dos tecidos vasculares apresenta uma importante fonte de características taxonômicas e sistemáticas, uma vez que tem sido utilizada para a diferenciação de grupos e espécies de palmeiras (KLOTZ, 1978; BHAT et al., 1993). Contudo, muito pouco é sabido sobre a disposição dos feixes vasculares e como estes estão conectados aos traços foliares.

Neste sentido, uma vez observada a carência de estudos sobre o aspecto do sistema vascular em Arecaceae e considerando a importância de sua abordagem para ampliar o conhecimento das espécies nativas da Amazônia

brasileira, o presente trabalho teve como objetivo, caracterizar os tipos anatômicos dos feixes vasculares em diferentes secções ao longo da folha de *Socratea exorrhiza*.

2. Material e Métodos

Folhas com as pinas completamente expandidas foram coletadas na periferia da coroa foliar de três espécimes adultos e sadios, nos pontos de coordenadas W8°29'34.44" / 48°24'18.27" e S1°28'14.88" / 01°31'13.27". Amostras botânicas foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG), com número de registro MG 169304 (amostras 1, 2 e 3).

As amostras analisadas foram provenientes da região periférica e medular, ambas da porção apical, mediana e basal do eixo foliar (bainha, pecíolo e raque), sendo que nas pinas foram observados os feixes da nervura primária, do mesófilo e da porção da margem, segundo a metodologia proposta por Cheadle e Uhl (1948). Estas foram fixadas em FAA₅₀ por 48h e, posteriormente, conservadas em álcool a 70% (JOHANSEN, 1940). A seguir foram realizadas secções à mão livre em plano transversal com auxílio de lâmina de barbear, clarificação em solução aquosa de hipoclorito de sódio na proporção de 2:1 (v/v), coloração segundo Gerlach (1977), desidratação em série alcoólica (JOHANSEN, 1940) e montagem entre lâmina e laminula com bálsamo do Canadá. Para cada espécime foram confeccionados cinco slides de cada secção foliar.

Testes histoquímicos foram realizados em material ainda fresco para a constatação de amido através da solução de Lugol (JOHANSEN, 1940); lignina por meio de safranina (RUZIN, 1999); e polissacarídeos ácidos utilizando azul de toluidina (O'BRIEN et al., 1965). Os registros fotomicrográficos foram realizados em várias magnitudes através do fotomicroscópio, modelo III - Carl Zeiss.

A terminologia adotada para a descrição anatômica dos feixes vasculares está de acordo com Cheadle (1944), Cheadle e Uhl (1948), Tomlinson (1990) e Tomlinson et al. (2011).

3. Resultados e Discussão

Os feixes vasculares de *Socratea exorrhiza* ao longo da bainha, pecíolo e raque são do tipo colateral, com placa de perfuração e parede escalariformes, os quais apresentam-se dispersos por entre as células parenquimáticas, em diferentes alturas dos cortes transversais, exibindo grande diversidade de formas e número de vasos de protoxilema, metaxilema e blocos de floema. Tais vasos estão envolvidos por fibras ou células parenquimáticas, os quais se apresentam dispostos em forma de calotas e, ou, bainhas (Figura 1A-J).

A participação das bainhas fibrosas como componente do feixe vascular é bastante questionada na literatura. Para Cheadle e Uhl (1948) os elementos vasculares podem variar sensivelmente nos órgãos vegetais das Liliopsidas, quanto à forma e ao tipo de feixe, porém os autores não consideram a participação das fibras, como um caráter de classificação. No entanto, Eames e MacDaniels (1925) consideram as frequentes distinções entre as bainhas fibrosas, quando associadas aos elementos vasculares, um importante auxílio na identificação de palmeiras. Nesse contexto, Weiner e Liese (1993) separaram 13 gêneros da subfamília Calamoideae (Arecaceae) com base na disposição das bainhas fibrosas. O

arranjo dos tecidos fibrosos e células parenquimáticas também discerniram as espécies de *Heliconia* (Heliconiaceae) analisadas por Simão e Scatena (2004). Em *Socratea exorrhiza*, as formas e os tipos dos feixes vasculares só puderam ser identificados levando em consideração a participação das fibras e das células parenquimáticas como componentes dos feixes vasculares, os quais permitem a modelagem dos mesmos.

As formas dos feixes vasculares localizados nas secções basais das bainhas foliares apresentam uma extensa calota fibrosa, com células de paredes espessas, lignificadas e lúmens grandes, que envolvem completamente o bloco floemático (Figura 1A).

Os feixes vasculares situados na região medular desta secção são constituídos por três metaxilemas de paredes espessas, justapostos a quatro protoxilemas em média; os blocos de vasos floemáticos possuem aspecto alongado, ligeiramente curvados nas laterais, envoltos apenas por células parenquimáticas, que se assemelham à silhueta de um oito (Figura 1B).

Testes histoquímicos com azul de toluidina confirmaram a presença de substâncias ácidas nas paredes celulares dos feixes desta secção, devido à reação de metacromasia. Enquanto, os feixes observados nas secções medianas da bainha foliar são semelhantes aos encontrados nas secções apicais, divergindo apenas quanto ao espessamento das calotas fibrosas, próximas a periferia do corte transversal e ao número reduzido de protoxilemas.

Em geral, foram constatados dois tipos de feixes nestas duas secções, respectivamente: o primeiro feixe vascular se refere à secção mediana, o qual apresenta em média 1-2 metaxilemas e de 5-8 vasos de protoxilemas, com um bloco de vasos floemáticos em apenas um dos polos, apresentando ao redor dos feixes, células parenquimáticas de paredes lignificadas, moldando a forma ovoide (Figura 1C). O segundo feixe vascular ocorre na secção apical e consta de 6-7 protoxilemas e apenas um vaso de metaxilema com um bloco de células floemáticas anexas a uma calota fibrosa com lúmens estreitos, sendo ocupado no lado oposto, por células parenquimáticas lignificadas, dando ao feixe vascular, o formato elíptico (Figura 1D). Contudo, o formato deste feixe não é exclusivo desta secção, o qual também pode ser observado na região periférica das secções basais e medianas.

Fibras esclerenficadas nos polos do floema são comuns em folhas de monocotiledôneas (ESAU, 1985), e geralmente estão relacionadas à xerofilia (RUNDALL, 1986), com função de reforço, resistência, rigidez e proteção às células parenquimáticas e aos elementos vasculares (MAUSETH, 1988). Porém, alguns autores propõem que as fibras estejam relacionadas exclusivamente a resistência mecânica em casos de desidratação (BONATES, 1993; OLIVEIRA; SAJO, 1999; STERN et al., 2004).

A disposição das calotas fibrosas ao nível do floema mostrou-se bastante variável em *S. exorrhiza*. Segundo Nascimento e Vilhena-Potiguara (1996) essa característica anatômica indicou o potencial fibroso de *Urena lobata* L. (Malvaceae), as quais são exploradas para fins comerciais. Em *Socratea exorrhiza* só será possível consolidar o potencial de suas fibras, após a realização de testes físico-mecânicos.

O pecíolo foi à região foliar que menos apresentou variação quanto à forma dos feixes, que é geralmente circular. Entretanto, nas secções basais e medianas pôde-se observar nos vasos metaxilemáticos um bloco de células floemáticas, disposto sob uma delgada camada fibrosa, com o lado oposto preenchido por células parenquimáticas (Figura 1E). Já as secções apicais apresentaram em média 1-7 metaxilemas e de 4-6 protoxilemas circundados por uma bainha contínua de fibras, de paredes espessas, lúmens grandes, repletos de grãos de amido (Figura 1F). Os feixes vasculares analisados nas diferentes secções da raque apresentaram aparentemente à mesma organização estrutural encontrada no pecíolo, se não fossem algumas características distintas, referente ao calibre e ao número de elementos de vaso.

Os feixes de pequeno calibre são constituídos por cerca de 1-7 metaxilemas (Figuras 1G e 1H). Os feixes de médio e grande calibre apresentam dois e três metaxilemas, respectivamente (Figuras 1I e 1J). Este último feixe é constituído ainda na secção mediana por 3-10 vasos de protoxilemas, além de uma discreta calota fibrosa, sobreposta em dois blocos floemáticos, os quais possuem extremidades arqueadas sobre os vasos metaxilemáticos, com o lado oposto preenchido por células parenquimáticas de paredes espessas e lignificadas. Segundo Tomlinson (1961) o eixo foliar (bainha, pecíolo e raque) das palmeiras, apresenta os feixes vasculares da região medular com poucas fibras, onde a bainha é raramente contínua com substituição parcial ou total de células parenquimáticas próximo ao metaxilema, assemelhando-se ao encontrado no pecíolo e raque de *S. exorrhiza*.

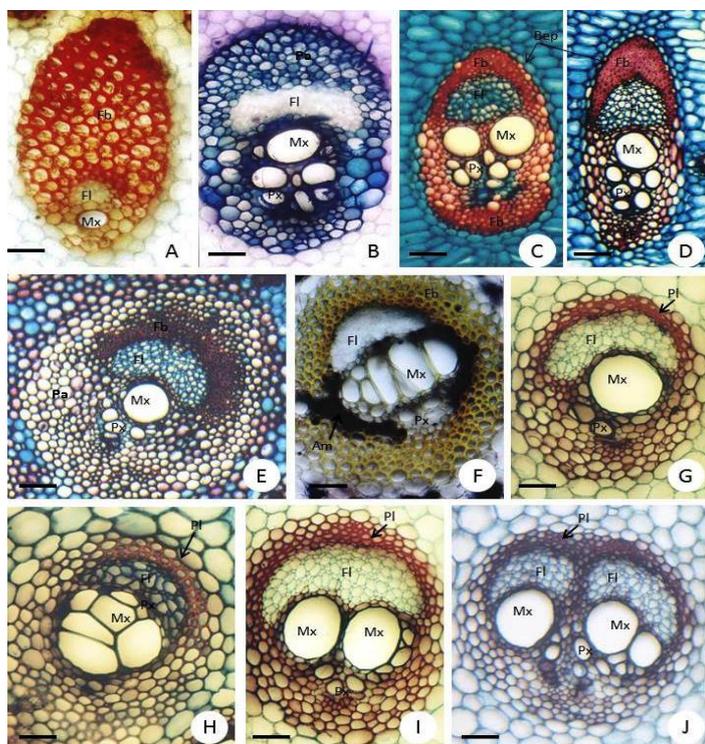


Figura 1. *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. Aspecto anatômico dos feixes vasculares em diferentes regiões da folha. A-B. Secção basal da bainha. C. Secção mediana da bainha. D. Secção apical da bainha. E. Secção basal e mediana do pecíolo. F. Secção apical do pecíolo. G-J. Secções medianas da raque. Am: Amido; Bep: Bainha externa parenquimática; Fb: Fibra; Fl: Floema; Pa: Parênquima; Pl: Parênquima lignificado; Mx: Metaxilema; Px: Protoxilema. Escalas: A-B=70 µm, C=100 µm, D e J=80 µm, F-I=50 µm, E=150 µm. / **Figure 1.** *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. Anatomical aspect of the vascular bundles in different regions of the sheet. A-B. Basal sheath section. C. Median section of the sheath. D. Apical section of the sheath. E. Basal section and median petiole. F. Apical section of the petiole. G-J. Sections middle of rachis. Am: Starch; Bep: external sheath parenchymal; Fb: Fiber; Fl: Phloem; Pa: Parenchyma; Pl: Parenchyma lignified; Mx: Metaxylem; Px: Protoxylem. Scales: A-B=70 µm, C=100 µm, D e J=80 µm, F-I=50 µm, E=150 µm.

Em relação à variação de calibre e número de elementos de vaso, Cheadle (1944) classificou os metaxilemas em três categorias: os que maturam primeiro (metaxilema antigo) menores em diâmetro; os que maturam por último (metaxilema tardio) composto por grandes elementos e os intermediários em idade de maturação e tamanho, os quais se posicionam entre os antigos e os tardios.

Do ponto de vista filogenético, a presença de mais de dois vasos de metaxilema indica um estado de caráter plesiomórfico às monocotiledôneas (CHEADLE; UHL, 1948). Sendo uma tarefa difícil, determinar um sistema que explique as mudanças estruturais em diferentes órgãos, como ocorreram ou, se estão ocorrendo (CHEADLE; TUCKER, 1959) e se são reversíveis ou não, tendo em vista que as espécies da ordem Arecales geralmente possuem elementos de vaso altamente especializado na raiz, menos especializados no estipe e primitivos nas folhas. Para Tomlinson (1990) é provável que estes tamanhos hierárquicos provavelmente estejam relacionados ao tempo que os vasos xilemáticos levam para concluir o processo de lignificação.

Outro aspecto relevante está relacionado ao floema, segundo Parthasarathy (1968), as células floemáticas, em secção transversal, fornecem um valioso caractere diagnóstico taxonômico para as Arecaceae, desde que correlacionado com outros critérios morfológicos ou anatômicos, visto que nesta família o grau de variação do tecido floemático é bastante limitado. Tomlinson (1961) observou que apenas os feixes de grande e médio calibre apresentaram o floema dividido, sendo frequente no grupo das Iriarteae (*Socratea*), até dois blocos separados por fibras. Quanto a abundância de grãos de amido próximo aos feixes vasculares, Rao e Rajput (2001) citam que a quantidade, tamanho e dispersão dos grãos de amido nos vasos xilemáticos e floemáticos aumentam concomitantemente com a maturação da folha, quando ocorre o declive na atividade cambial e, conseqüentemente, a desfolhação da planta, o número de grãos diminui. Estes autores relataram ainda que tanto *Tamarindus indica* L. (Fabaceae), quanto *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) apresentaram elevado acúmulo de amido no xilema maduro. A mesma situação foi verificada nas fibras xilemáticas axiais e no raio parenquimático de *Tectona grandis* L., Verbenaceae (RAJPUT; RAO, 1999). Logo, a presença de amido nos feixes vasculares de *S. exorrhiza* indica um estágio de maturação avançado devido a grande quantidade de grãos nos mesmos.

As pinas apresentaram feixes anfibasais, provavelmente resultantes da fusão de feixes colaterais, conforme já relatado para outras monocotiledôneas (OLIVEIRA; SAJO, 1999). Estes feixes possuem três tipos de calibres: primário, secundário e terciário. O calibre primário está distribuído paralelamente por toda a pina e sua proeminência está voltada para a superfície abaxial. Os elementos vasculares estão sitiados por um cordão esclerenficado constituído por fibras e células pétreas, ambos de lúmens estreitos. Nas secções basais, os elementos de vaso do metaxilema e protoxilema estão dispostos por toda a região periférica do cordão fibroso, enquanto nas secções medianas e apicais estão localizados na região medular (Figura 2A).

Os calibres secundários e terciários, respectivamente, estão localizados entre os feixes de calibre primário e se estendem até a margem da pina. Ao primeiro calibre confere em

média, dois metaxilemas e 3-4 protoxilemas, os quais estão rodeados por uma contínua bainha fibrosa e um reduzido número de células parenquimáticas nas laterais (Figura 2B). Já o segundo calibre está cercado por calotas fibrosas nas regiões polares e uma semi-bainha parenquimática nas laterais, com os elementos vasculares não diferenciados (Figura 2C). A mesma organização foi constatada por Tomlinson (1961) nos feixes de menor calibre dos gêneros de palmeiras (*Iriartea* e *Socratea*). Segundo Dickison (2000) os feixes de pequeno calibre têm função de captação dos compostos orgânicos sintetizados pela fotossíntese a partir das células do mesofilo, sendo provável que em *S. exorrhiza*, bem como em outras espécies de Arecaceae, desempenhem a mesma função.

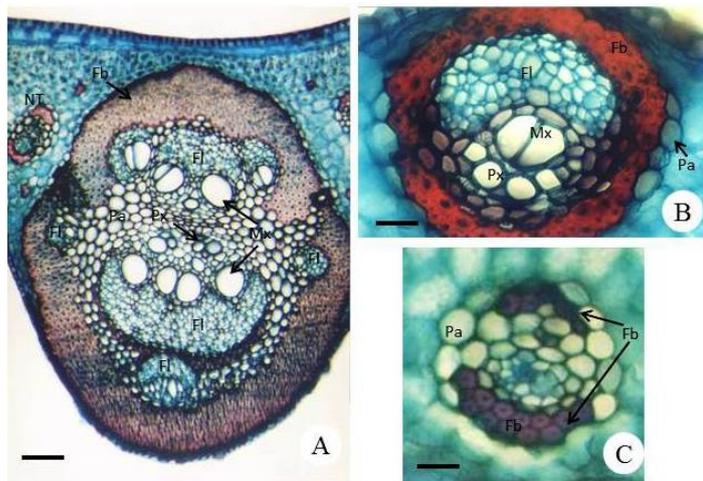


Figura 2. *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. Aspecto anatômico dos feixes vasculares ocorrentes na pina. A. Nervura primária, com os elementos vasculares reunidos na região central do cilindro fibroso. B. Nervura secundária ao longo do mesofilo. C. Nervura terciária presentes no mesofilo e margem, com os elementos vasculares indistintos. Fb: Fibra; Fl: Floema; Mx: Metaxilema; Pa: Parênquima; Px: Protoxilema. Escalas: A-C=50 µm. / **Figure 2.** *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. Anatomical aspect of vascular bundles resulting in pina. A. Primary rib with vascular elements gathered in central fibrous cylinder. B. Secondary rib along the mesophyll. C. tertiary rib present in the mesophyll and margin, with indistinct vascular elements. Fb: Fiber; Fl: Phloem; Mx: Metaxylem; Pa: Parenchyma; Px: Protoxylem. Scales: A-C=50 µm.

4. Conclusão

Os feixes vasculares apresentam um padrão de organização em cada região da folha de *Socratea exorrhiza*, principalmente quanto ao arranjo das células fibrosas e parenquimáticas. Esses arranjos foram descritos pela primeira vez e poderão auxiliar doravante, à identificação da espécie.

5. Agradecimentos

A CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado de T.Y.S. Kikuchi, ao técnico José Cosme dos Santos pelo apoio nas coletas de campo, ao Laboratório de Anatomia Vegetal do Museu Paraense Emílio Goeldi e aos revisores anônimos da Revista Biota Amazônia pelas valiosas sugestões ao manuscrito.

6. Referências Bibliográficas

ACERO DUARTE, L. E. **Principales plantas utiles de la Amazonia Colombiana.** Proyecto radargramétrico del Amazonas: Bogotá, 1979.
BHAT, K. M.; NASSER, K. M. M.; THULASIDAS, P. K. Anatomy and identification of south Indian rattans (*Calamus* species). **IAWA Journal**, v.14, n. 1, p. 63-76, 1993.

BONATES, L. C. M. Estudos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia. II- Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.23, n. 4, p. 315-348, 1993.
CHEADLE, V. L. Specialization of vessels within the xylem of each organ in the monocotyledoneae. **American Journal of Botany**, v. 31, p. 81-92, 1944.
CHEADLE, V. L.; UHL, N. W. Types of vascular bundles in the monocotyledoneae and their relation to the late metaxylem conducting elements. **American Journal of Botany**, v. 35, n. 3, p. 486-496, 1948.
CHEADLE, V. L.; TUCKER, J. M. Vessels and phylogeny of monocotyledoneae. Recent advances in botany. In: **IX international botanical congress.** Toronto: University of Toronto Press, 1959, p. 161-165.
CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** v. 2. Imprensa Nacional: Rio de Janeiro, 1984.
DICKISON, W. C. **Integrative Plant Anatomy.** Harcourt Academic Press: San Diego, 2000.
EAMES, A. J.; MACDANIELS, L. H. **An introduction to plant anatomy.** McGraw-Hill: New York, 1925.
ESAU, K. **Plant Anatomy.** Toppan Company: Japão, 1985.
GERLACH, D. **Botanische mikrotechnik.** Thieme Verlag: Stuttgart, 1977.
GHOSE, M. Ontogenetic study of stomata and trichomes in some palms. **Phytomorphology**, v. 29, n. 1, p. 26-33, 1979.
GLASSMAN, S. F. Systematic studies in the leaf anatomy of palm genus *Syagrus*. **American Journal of Botany**, v. 59, n. 8, p. 775-788, 1972.
HENDERSON, A. Arecaceae. Part I. Introduction and the Iriarteinae. **Flora Neotropica**, v. 53, p. 1-100, 1990.
HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field guide to the palms of the Americas.** Princeton University Press: Princeton, 1995.
HENDERSON, F. M. Morphology and anatomy of plant seedling. **The Botanical Review**, v. 72, n. 4, p. 273-329, 2006.
JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique.** MacGraw-Hill, New Delhi. 523pp.
KIKUCHI, T. Y. P.; VILHENA-POTIGUARA, R. C.; SANTOS, P. P. Caracterização histoquímica e ultra-estrutural do estipe de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. (Arecaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, v. 2, n. 2, p. 61-68, 2007.
KLOTZ, L. H. The number of wide vessels in petiolar vascular bundles of palms: an anatomical feature of systematic significance. **Príncipes**, v. 22, p. 64-69. 1978.
LE COINTE, P. **Amazônia brasileira III: árvores e plantas úteis** (indígenas e aclimatadas). Nacional: São Paulo, 1947.
LEITE, K. R. B.; SCATENA, V. L. Anatomia do segmento foliar de espécies de *Syagrus* Mart. (Arecaceae) da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. (Monografia). **Série Ciências Biológicas**, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2001.
LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas.** Instituto Plantarum de Estudos da Flora: São Paulo, 2004.
MACEDO, M. **Contribuição ao estudo de plantas econômicas no estado de Mato Grosso.** EdUFMT: Cuiabá, 1995.
MAUSETH, J. D. **Plant Anatomy.** Benjamin/Cummings: Menlo Park, 1988.
NASCIMENTO, M. E.; VILHENA-POTIGUARA, R. C. Estudo anatômico dos órgãos vegetativos de *Urena lobata* L. (Malvaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v. 12, n. 1, p. 89-102, 1996.
O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, v. 59, n. 2, p. 368-373, 1965.
OLIVEIRA, V. D. C.; SAJO, M. G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 365-374, 1999.
PARTHASARATHY, M. V. Observation on metaphloem in the vegetative parts of palms. **American Journal of Botany**, v. 55, n. 10, p. 1140-1168, 1968.

- PASSOS, M. A. B. **Anatomia dos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em três fases de desenvolvimento.** 2004. 66p. Dissertação (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 2004.
- PAULA, J. E. Anatomia de *Euterpe oleracea* Mart. (Palmae da Amazônia). **Acta Amazonica**, v. 5, n. 4, p. 265-278, 1975.
- PINHEIRO, C. U. B. Anatomia da folha de *Orbignya phalerata* Mart., *O. eichleri* Drude e *O. teixeirana* Bondar (Palmae). Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa**, v. 10, p. 7-31, 1986.
- RAJPUT, K. S.; RAO, K. S. Seasonal accumulation of starch in *Tectona grandis* L. f. and *Acacia nilotica* (L.) Del. growing in different forest of Gujarat state. **Phytomorphology**, v. 49, n. 2, p. 209-214, 1999.
- RAO, K. S.; RAJPUT, K. S. Seasonal accumulation of starch in *Tamarindus indica* L. and *Azadirachta indica* A. Juss. plants in forest of Gujarat state. **Phytomorphology**, v. 51, n. 1, p. 51-56, 2001.
- RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA: Manaus, 1999.
- RUNDALL, P. Taxonomic significance of leaf anatomy in Australasian Iridaceae. **World Journal of Botany**, v. 6, p. 277-289, 1986.
- RUZIN, E. S. **Plant microtechnique and microscopy**. Oxford University Press: New York, 1999.
- SIMÃO, D. G.; SCATENA, V. L. Morfologia das brácteas em *Heliconia* (Heliconiaceae) ocorrentes no estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 261-270, 2004.
- STEBBINS, G. L.; KRUSH, G. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny. **American Journal of Botany**, v. 48, n. 1, p. 51-59, 1961.
- STERN, W. L.; JUDD, W. S.; CARLSWARD, B. S. Systematic and comparative anatomy of Maxillarieae (Orchidaceae), sans Oncidiinae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 144, p. 251-274, 2004.
- TOMLINSON, P. B. **Anatomy of the monocotyledons - II. Palmae**. Oxford University Press: London, 1961.
- TOMLINSON, P. B. **The structural biology of palms**. Clarendon Press: Oxford, 1990.
- TOMLINSON, P. B.; FISHER, J. B.; SPANGLER, R. E.; RICHER, R. A. Stem vascular architecture in the rattan palm *Calamus* (Arecaceae-Calamoideae-Calaminae). **American Journal of Botany**, v. 88, n. 5, p. 797-809, 2001.
- TOMLINSON, P. B.; HORN, J. W.; FISHER, J. B. **The anatomy of palms: Arecaceae - Palmae**. University Press: Oxford, 2011.
- TOMLINSON, P. B.; SPANGLER, R. E. Developmental features of the discontinuous stem vascular system in the rattan palm *Calamus* (Arecaceae - Calamoideae - Calaminae). **American Journal of Botany**, v. 89, n. 7, p. 1128-1141, 2002.
- TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. Stem vascular architecture in the American climbing palm *Desmoncus* (Arecaceae-Arecoideae-Bactridinae). **Botanical Journal of Linnaean Society**, v. 142, p. 243-254, 2003.
- TOMLINSON, P.B. Stem anatomy of climbing palms in relation to long-distance water transport. **Aliso**, v. 22, p. 265-277, 2006.
- UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. **Genera Palmarum**: a classification of palms based on the work of Harold E. Moore, Jr. Allen Press: Kansas, 1987.
- VILHENA, R. C. Q.; LINS, A.; LUNA, M. S. Estudo anatômico, morfológico e o crescimento das raízes adventícias de *Iriarte exorrhiza* Mart. (Palmae), "Paxiúba". **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica**, v. 1, n. 1/2, p. 87-109, 1984.
- WEINER, G.; LIESE, W. Generic identification key to rattan palms based on stem anatomical characters. **IAWA Journal**, v. 14, n. 1, p. 55-61, 1993.