

---

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

---

**FERNANDA MARTINS GONZAGA DE  
OLIVEIRA**

**ANATOMIA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E  
ESCAPO DE *Rondonanthus*  
(ERIOCAULACEAE – POALES)**



Rio Claro  
2016

FERNANDA MARTINS GONZAGA DE OLIVEIRA

ANATOMIA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E ESCAPO DE *Rondonanthus*  
(ERIOCAULACEAE – POALES)

Orientadora: Dra. Aline Oriani

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas.

Rio Claro  
2016

581.4  
O48a      Oliveira, Fernanda Martins Gonzaga de  
             Anatomia de órgãos vegetativos e escapo de Rondonanthus  
             (Eriocaulaceae - Poales) / Fernanda Martins Gonzaga de  
             Oliveira. - Rio Claro, 2016  
             26 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado  
- Ciências biológicas) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientadora: Aline Oriani

1. Anatomia vegetal. 2. Raiz. 3. Caule. 4. Folha. 5. Escapo.  
I. Título.

**Dedico este trabalho à minha família, especialmente aos meus pais e minha irmã.**

## AGRADECIMENTOS

Obrigada, mãe, pai e Nah, por seu apoio. Sem vocês não estaria aqui hoje.

Aline, obrigada por me ensinar tantas coisas além da pesquisa. Vera, obrigada por ter me apresentado a botânica. Sinto um carinho enorme por vocês. Agradeço também ao pessoal do Laboratório de Anatomia Vegetal, por me ajudarem sempre e ao Departamento de Botânica.

Agradeço à minha segunda família, Rep Quebra-Cadeira, por me aguentarem todos esses anos e por encherem meu dia com risadas e companheirismo. A gente chora junto, mas se levanta e continua. Amo todos que já moraram comigo e que acabaram se agregando ao longo do tempo! Obrigada, lindos. Uma vez quebra-cadeira, sempre quebra-cadeira!

Xolotes, obrigada por me acompanharem nessa graduação de altos e baixos. M', Déa, Ju, Giu e Nath, com vocês a semana era melhor. Obrigada por tudo, biólogues lindas!

Renan, parceiro pra levar pra vida. Obrigada por todas as nossas conversas infinitas no café. Te quero sempre bem!

Heitor, fico feliz que você tenha aparecido na minha vida e que aquele primeiro dia tenha resultado em muitos outros.

Agradeço a todos do Projeto Tomba Latas por compartilharem a mesma crença de que podemos mudar o mundo em passinhos de formiga. Mesmo que um dia a gente não esteja mais junto, acredito que cada um vai continuar ajudando os animais que estiverem ao seu alcance. E boa sorte pra nós!

Obrigada à Companhia Éxciton por ter me dado oportunidade de voltar à dança. Ela me fez tanta falta que nem eu sabia. Cada aula é um aprendizado pra vida e ganhei muito com cada um de vocês!

À FAPESP (2013/00383-7) pelo apoio financeiro, sem o qual a pesquisa não seria possível.

Agradeço a todos que não citei, mas que fizeram parte da minha vida de alguma forma.

## RESUMO

Eriocaulaceae é uma família pantropical e compreende dez gêneros. *Rondonanthus* é endêmico da região norte da América do Sul e inclui seis espécies. Foi estudada a anatomia de raízes, caules, folhas e escapos de quatro espécies, buscando-se identificar características com valor taxonômico. As seguintes características são diagnósticas de *Rondonanthus*: raízes – córtex heterogêneo com aerênquima sustentado por células braciiformes e cilindro vascular com um único elemento de vaso de metaxilema ocupando posição central; caules – idioblastos com drusas no córtex e na medula; folhas – tricomas malpighianos, hipoderme na face adaxial, clorênquima com células braciiformes, idioblastos com drusas no mesófilo e extensões de bainha de feixe vascular com células arredondadas; escapos – tricomas malpighianos e parênquima clorofiliano com células braciiformes. *Rondonanthus capillaceus* se diferencia das demais espécies estudadas por apresentar raízes com córtex homogêneo com células de paredes finas; folhas filiformes sem estômatos e tricomas, com epiderme clorofiliana, mesófilo parenquimático, e apenas um feixe vascular central sem extensões de bainha. Tais diferenças podem estar relacionadas com o habitat, já que esta espécie cresce nas margens de rios e necessita de órgãos hidrodinâmicos. O número de feixes vasculares nas folhas é uma característica útil para diferenciar as espécies de *Rondonanthus*.

**Palavras-chave:** *Rondonanthus*. Raiz. Caule. Folha. Escapo.

## ABSTRACT

Eriocaulaceae is a pantropical family and comprises ten genera. *Rondonanthus* is endemic to the north region of South America and comprises six species. The anatomy of roots, stem, leaves and scapes were studied in four species to characterize the genus and to identify characteristics with taxonomic value. The following characteristics are diagnostic of *Rondonanthus*: roots - heterogeneous cortex with an aerenchyma supported by arm cells and vascular cylinder with a central metaxylem vessel element; stems - idioblasts with druses in the cortex and in the pith; leaves - Malpighian hairs, hypodermis in the adaxial surface, chlorenchyma with arm cells, druse idioblasts in the mesophyll, and vascular bundle sheath extensions with rounded cells; scapes - Malpighian hairs and chlorenchyma with arm cells. *Rondonanthus capillaceus* differed from the remaining species studied by presenting roots with a homogeneous cortex with thin-walled cells; filiform leaves without stomata and trichomes but with a chlorophyllous epidermis and a parenchymatous mesophyll and only one central vascular bundle without sheath extensions. Such differences may be related to the habitat, since this species grows on rivers' margins and requires hydrodynamic organs. The number of vascular bundles in the leaves is a useful characteristic to differentiate among the species.

**Key-words:** *Rondonanthus*. Root. Stem. Leaf. Scape.

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                     |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                              | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                                                     | <b>8</b>  |
| <b>3</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                                                                                             | <b>9</b>  |
| 3.1      | Raiz .....                                                                                                          | 9         |
| 3.2      | Caule .....                                                                                                         | 9         |
| 3.3      | Folha .....                                                                                                         | 10        |
| 3.4      | Escapo .....                                                                                                        | 11        |
| <b>4</b> | <b>DISCUSSÃO .....</b>                                                                                              | <b>14</b> |
| <b>5</b> | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                             | <b>19</b> |
| <b>6</b> | <b>APÊNDICES .....</b>                                                                                              | <b>23</b> |
| 6.1      | Apêndice A. Secções transversais das raízes de <i>Rondonanthus</i> (Eriocaulaceae).....                             | 23        |
| 6.2      | Apêndice B. Secções transversais de caules de <i>Rondonanthus</i> (Eriocaulaceae).....                              | 24        |
| 6.3      | Apêndice C. Secções transversais, paradérmica e longitudinal de folhas de <i>Rondonanthus</i> (Eriocaulaceae) ..... | 25        |
| 6.4      | Apêndice D. Secções transversais e longitudinal de escapos de <i>Rondonanthus</i> (Eriocaulaceae) .....             | 26        |



## ANATOMIA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E ESCAPO DE *Rondonanthus* (ERIOCAULACEAE - POALES)

### 1 INTRODUÇÃO

Poales é uma dentre as doze ordens de monocotiledôneas conhecidas e está incluída no clado das comelinídeas, junto com Commelinales, Zingiberales, Arecales e Dasypogonales (APG III, 2009; GIVNISH et al., 2010). Em Poales está incluída Eriocaulaceae, família que compõe o clado xyrídeo, juntamente com Xyridaceae (BOUCHENAK-KHELLADI; MUASYA; LINDER, 2014; GIVNISH et al., 2010; LINDER; RUDALL, 2005). Este clado é o menos consolidado filogeneticamente (GIVNISH et al., 2010), exigindo, portanto, mais pesquisas, buscando esclarecer as relações inter e infrafamiliares.

Eriocaulaceae compreende 1400 espécies agrupadas em 10 gêneros e duas subfamílias (GIULIETTI et al., 2012). Paepalanthoideae é constituída por *Rondonanthus*, *Paepalanthus*, *Syngonanthus*, *Comanthera*, *Leiothrix*, *Lachnocaulon*, *Tonina* e *Actinocephalus*, e caracteriza-se por apresentar flores estaminadas isostêmones e flores pistiladas com apêndices secretores no estilete (ANDRADE et al., 2011; GIULIETTI et al., 2012; HERZOG, 1931; PARRA et al., 2010; RUHLAND, 1903; SANO, 2004). Já Eriocauloideae inclui *Eriocaulon* e *Mesanthemum* e apresenta flores estaminadas diplostêmones e flores estaminadas e pistiladas com pétalas glandulares (ANDRADE et al., 2011; GIULIETTI et al., 2012; HERZOG, 1931; PARRA et al., 2010; RUHLAND, 1903; SANO, 2004). Apesar de já ter sido confirmado o monofiletismo de ambas as subfamílias, as relações intergenéricas precisam ser esclarecidas (ANDRADE et al., 2010).

As espécies de Eriocaulaceae podem ser distinguidas das demais monocotiledôneas devido à presença de folhas em rosetas, caule curto, inflorescências capituliformes sustentadas por longos eixos (escapos), além de características reprodutivas, como flores unissexuais, com ovário bi ou trilocular com um óvulo por lóculo e grãos de pólen espiroaperturados (GIULIETTI et al., 2000). *Rondonanthus* diferencia-se dos demais gêneros da família por apresentar estaminódios longos e lineares nas flores pistiladas, enquanto que nos outros gêneros os estaminódios são escamiformes, microscópicos (HENSOLD; GIULIETTI, 1991).

*Rondonanthus* inclui seis espécies que ocorrem exclusivamente na América do Sul, principalmente no Planalto das Guianas, crescendo em locais de altitude elevada, extremamente úmidos e com solos rochosos (HENSOLD; GIULIETTI, 1991). É um gênero monofilético (GIULIETTI et al., 2012) e apresenta características morfológicas intermediárias entre

Paepalanthoideae e Eriocauloideae (HENSOLD; GIULIETTI, 1991; STÜTZEL, 1998). Em Paepalanthoideae, compartilha características com gêneros considerados basais, como *Paepalanthus* e *Syngonanthus*, principalmente no que diz respeito à morfologia floral (HENSOLD; GIULIETTI, 1991). As características morfológicas de *Rondonanthus* indicam que este gênero derivou de *Syngonanthus*, estando próximo da base da família (HENSOLD; GIULIETTI, 1991; STÜTZEL, 1998). Dessa forma, sua caracterização anatômica contribuirá para o esclarecimento das relações infrafamiliares e para o entendimento da evolução do grupo.

No estudo sobre anatomia de raízes de Eriocaulaceae, Stützel (1988) relata que a raiz de *R. roraimae* apresenta aerênquima. Além dessa informação, pouco se sabe sobre a anatomia de órgãos vegetativos de espécies de *Rondonanthus* e acredita-se que o motivo deste desconhecimento seja a dificuldade de coleta.

De acordo com os estudos já realizados sobre anatomia de raízes, caules, folhas e escapos de Eriocaulaceae (p. ex. ALVES; SCATENA; TROVÓ, 2013; CASTRO; MENEZES, 1995; COAN; SCATENA; GIULIETTI, 2002; MALMANCHE, 1919; MONTEIRO; GIULIETTI; CASTRO, 1984; MONTEIRO; CASTRO; GIULIETTI, 1985; ORIANI; SCATENA; SANO, 2005; ORIANI; SCATENA; SANO, 2008; SCATENA; MENEZES, 1995, 1996a,b; SCATENA; MORAES, 1996; SCATENA; CARDOSO; GIULIETTI, 1999; SCATENA; GIULIETTI; CARDOSO, 1999; SCATENA; VICH; PARRA, 2004; SCATENA; ORIANI; SANO, 2005; SCATENA; ROSA, 2001; SCATENA et al., 2005; STÜTZEL, 1988; TOMLINSON, 1969), ocorrem na família dois tipos de raízes: raízes esbranquiçadas de aspecto esponjoso, com córtex heterogêneo apresentando aerênquima, e raízes marrons, com córtex homogêneo constituído de parênquima. Os caules podem apresentar espessamento primário, espessamento secundário ou não apresentar espessamento. Já as folhas caracterizam-se por apresentar estômatos restritos à face abaxial, feixes vasculares colaterais distribuídos em fileira única e com extensões de bainha. Os escapos geralmente apresentam costelas, que são constituídas por clorênquima alternado com parênquima ou tecido de sustentação.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatomicamente raízes, caules, folhas e escapos de espécies de *Rondonanthus* para levantar caracteres que diferenciam o gênero, relacionando-os à filogenia de Eriocaulaceae. Somando-se a isso, buscou-se relacionar as características anatômicas com as condições do ambiente em que as espécies estudadas ocorrem.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas as espécies: *Rondonanthus acopanensis* (Mold.) Hensold & Giulietti (SPF 160826), *R. capillaceus* (Klotzsch ex Koern.) Hensold & Giulietti (SPF 111269), *R. duidae* (Gleason) Hensold & Giulietti (SPF 111240) e *R. roraimae* (Oliver) Herzog (Scatena et al. 473, 479). Os exemplares de *Rondonanthus roraimae* foram coletados no Parque Nacional do Monte Roraima, extremo norte do Brasil. Vouchers foram depositados no Herbarium Rioclarense, do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Rio Claro (HRCB). Amostras das demais espécies foram obtidas de material herborizado, de exsicatas do herbário da Universidade de São Paulo (SPF).

Para o estudo anatômico, o material coletado foi fixado em FAA 50 (álcool etílico 50%, formaldeído e ácido acético glacial; 18:1:1 v/v) e armazenado em álcool etílico 70% (JOHANSEN, 1940). Já o material obtido em herbário foi fervido em água destilada com gotas de glicerina e detergente para expansão dos tecidos e, posteriormente, estocado em álcool etílico 70% (JOHANSEN, 1940). Foram realizadas secções transversais à mão livre, com lâminas de barbear, na região mediana de raízes, caules, folhas e escapos (eixos da inflorescência) de, pelo menos, três indivíduos de cada espécie, exceto para *Rondonanthus acopanensis*, porque não foi possível obter amostras de caule para o estudo anatômico. As secções foram coradas com fucsina básica e azul de astra (ROESER, 1972) e montadas em lâminas semipermanentes, com gelatina glicerinada.

Caules de *Rondonanthus capillaceus*, *R. duidae* e *R. roraimae*, escapos das quatro espécies estudadas e folhas de *R. capillaceus* foram desidratados em série n-butílica, transferidos para uma mistura de n-butanol e resina líquida (1:1) e incluídos em historresina (Leica Historesin Embedding Kit) (GERRITS; SMID, 1983). As secções transversais foram realizadas com micrótomo rotativo (8µm de espessura), coradas com ácido periódico, reativo de Schiff (PAS) e azul de toluidina (FEDER; O'BRIEN, 1968; O'BRIEN; FEDER; MCCULLY, 1964) e montadas em lâminas permanentes com Entellan (Merck). Foram obtidas fotomicrografias com um capturador de imagens (Leica DFC295) acoplado ao microscópio (Leica DM LB), utilizando-se o software LAS (Leica Application Suite Versão 4.0).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Raiz

Em todas as espécies estudadas as raízes apresentam, em secção transversal, epiderme uniestratificada com células de paredes finas (Figs. 1-2, 5-6) e com pelos radiculares (Fig. 5). Em *Rondonanthus acopanensis*, *R. duidae* e *R. roraimae* o córtex é heterogêneo (Figs. 1-2, 5-6). Nestas espécies, o córtex externo (exoderme) é formado por uma camada de células de paredes finas, o córtex mediano constitui-se de aerênquima, com células cujas paredes periclinais se rompem, e o córtex interno apresenta três a cinco camadas de células, sendo as mais internas de paredes lignificadas, espessadas em “U” (Figs. 1-2, 4-6). No córtex mediano células parenquimáticas brachiformes dão sustentação ao aerênquima (Figs. 2, 6- setas). Em *R. capillaceus* o córtex é homogêneo, constituído por células de paredes finas e, mais internamente, duas a três camadas de células de paredes parcialmente espessadas (Fig. 3). Em todas as espécies estudadas a endoderme é uniestratificada e formada por células de paredes espessadas (Figs. 2, 4, 6). O periciclo, também uniestratificado, é constituído por células de paredes finas (Figs. 2, 4, 6). No cilindro vascular observa-se um elemento de vaso de metaxilema com grande lume ocupando posição central (Figs. 1-6). Em *R. duidae* e *R. roraimae*, além do elemento de vaso central, observam-se outros dois ou três elementos de vaso menores (Figs. 5-6).

#### 3.2 Caule

Os caules de *Rondonanthus capillaceus*, *R. duidae* e *R. roraimae* apresentam epiderme com células de paredes finas e tricomas (Fig. 10- seta); córtex com células parenquimáticas isodiamétricas (Figs. 7-8, 10, 12), no qual podem ser observados traços foliares (Figs. 10, 12) e raízes adventícias (Figs. 7, 11). As células da endoderme não se diferenciam das demais células corticais (Figs. 7-8, 10, 12). O cilindro vascular é delimitado pelo periciclo, que é uniestratificado e apresenta células de paredes espessadas (Figs. 8, 10, 12). Os feixes vasculares são anfigvasais (Fig. 10) e a medula é parenquimática (Figs. 7-8, 10). Idioblastos com drusas (Fig. 9) estão presentes no córtex e na medula dos caules de todas as espécies estudadas (Figs. 7-8, 11-12-cabeças de seta).

### 3.3 Folha

Na maioria das espécies as folhas são lineares, dorsiventrais e hipoestomáticas (Figs. 13, 18-19, 21), com exceção de *Rondonanthus capillaceus* cujas folhas são filiformes, cilíndricas, isobilaterais e não apresentam estômatos (Fig. 17). Os estômatos são paracíticos (Fig. 22), sem câmara subestomática especializada (Figs. 23-24) e localizam-se acima das demais células epidérmicas (Figs. 14-seta, 24). A epiderme é uniestratificada e apresenta células com paredes totalmente espessadas, de lume reduzido em *R. acopanensis* (Figs. 13-14), células com paredes finas em *R. capillaceus* (Fig. 17) e células com parede periclinal externa mais espessada que a interna em *R. duidae* (Figs. 18-19) e *R. roraimae* (Fig. 21). A epiderme é clorofiliana em *R. capillaceus* (Fig. 17). Tricomas estão presentes em ambas as faces da lâmina foliar em *R. acopanensis* (Figs. 13-14-cabeças de seta) e apenas na face abaxial em *R. duidae* (Fig. 18-cabeça de seta).

Na maioria das espécies o mesofilo apresenta hipoderme voltada à face adaxial, sendo esta uniestratificada e constituída por células com paredes espessadas em *R. acopanensis* (Fig. 13), e multiestratificada, constituída por células com paredes finas ou pouco espessadas em *R. duidae* (Figs. 18-19) e *R. roraimae* (Fig. 21). Em *R. capillaceus* a hipoderme é cilíndrica, uniestratificada e constituída por células de paredes finas, com lume menor em relação às demais células do mesofilo, que são parenquimáticas, isodiamétricas (Fig. 17). Nas demais espécies, o mesofilo apresenta parênquima clorofiliano constituído por células braciiformes (Figs. 13-14, 18-21). Em *R. capillaceus* e *R. roraimae* o mesofilo apresenta também idioblastos contendo drusas (Figs. 15-16). Os feixes vasculares são colaterais (Figs. 13-14, 17-21) e distribuídos em fileira única (Figs. 13, 19, 21). São envoltos por duas bainhas, sendo a externa constituída por células com paredes finas celulósicas e a interna por células com paredes espessadas lignificadas (Figs. 14, 20). Com exceção de *R. capillaceus* (Fig. 17), os feixes vasculares apresentam extensão de bainha, que é voltada a ambas as faces da epiderme no feixe central e apenas à face adaxial nos demais feixes em *R. duidae* (Figs. 18-19) e a ambas as faces ou a apenas uma delas em *R. acopanensis* (Fig. 13) e *R. roraimae* (Fig. 21). A extensão de bainha do feixe vascular apresenta células arredondadas de paredes lignificadas, espessadas em *R. acopanensis* (Figs. 13-14) e de paredes finas ou pouco espessadas em *R. duidae* (Figs. 18-19) e *R. roraimae* (Fig. 21). O número de feixes vasculares é igual a um em *R. capillaceus* (Fig. 17) e varia de três a cinco em *R. duidae* (Figs. 18-19), de seis a quinze em *R. roraimae* (Fig. 21) e de dezesseis a vinte e três em *R. acopanensis* (Fig. 13).

### 3.4 Escapo

Nos escapos a epiderme é constituída por células com paredes totalmente espessadas em *Rondonanthus acopanensis* (Figs. 25, 28), células com paredes parcialmente espessadas em *R. capillaceus* (Fig. 26) e células com parede periclinal externa mais espessada que a interna em *R. duidae* (Fig. 27) e *R. roraimae* (Figs. 30-31). Tricomas do tipo malpighiano (ou em forma de T) (Fig. 29) estão presentes em *R. acopanensis* e *R. roraimae* (Figs. 30-31-cabeças de seta). Os estômatos localizam-se acima das demais células epidérmicas (Figs. 25, 28, 31-setas), não apresentam câmara subestomática especializada e, em vista frontal, são paracíticos. Em *R. capillaceus* não há estômatos nos escapos. O córtex é constituído por esclerênquima periférico e colênquima logo abaixo em *R. acopanensis* (Figs. 25, 28), *R. duidae* (Fig. 27) e *R. roraimae* (Figs. 30-31) e por células parenquimáticas em *R. capillaceus* (Figs. 26). A hipoderme é contínua em *R. capillaceus* (Fig. 26) e descontínua nas demais espécies (Figs. 28, 31). O parênquima clorofiliano é frouxo e, juntamente com o tecido de sustentação, forma costelas (Figs. 25-28, 30-31). Os escapos de *R. capillaceus* apresentam três costelas (Fig. 26), os de *R. acopanensis*, cinco costelas (Fig. 25), os de *R. duidae*, seis costelas (Fig. 27) e os de *R. roraimae*, de cinco a sete costelas (Fig. 30) em todos os indivíduos estudados. A endoderme apresenta células com paredes finas e é descontínua, formando calotas nos feixes vasculares menores em *R. acopanensis* (Figs. 25, 28) e *R. duidae* (Fig. 27), e contínua em *R. capillaceus* (Fig. 26) e *R. roraimae* (Figs. 30-31). O cilindro vascular é delimitado por periciclo contínuo e estrelado, constituído por células de paredes parcialmente espessadas, que envolve os feixes menores completamente e os feixes maiores parcialmente (Figs. 28, 31). Os feixes vasculares são colaterais e a medula é parenquimática, constituída por células de paredes finas ou parcialmente espessadas (Figs. 25, 26, 27, 30). Em *R. acopanensis* e *R. duidae* os feixes vasculares são simples e distribuem-se formando um único anel, sendo que os feixes maiores, voltados ao tecido de sustentação, alternam-se com os feixes menores, voltados ao parênquima clorofiliano (Figs. 25, 27). Já em *R. capillaceus* (Fig. 26) observam-se dois anéis de feixes vasculares, sendo o anel mais externo formado por feixes menores simples, com três deles imersos no parênquima clorofiliano, e o anel mais interno formado por feixes maiores, compostos. *Rondonanthus roraimae* (Fig. 30) também apresenta dois anéis de feixes vasculares, ambos formados por feixes de tamanhos semelhantes, simples ou compostos.

As características anatômicas de raiz, folha e escapo que variaram entre as espécies estudadas são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Comparação anatômica de raiz, folha e escapo de espécies de *Rondonanthus* (Eriocaulaceae).  
1: *Rondonanthus acopanensis*, 2: *R. capillaceus*, 3: *R. duidae*, 4: *R. roraimae*

| <b>Características</b>                                                                                                                           | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Raiz</b>                                                                                                                                      |          |          |          |          |
| Córtex heterogêneo com aerênquima                                                                                                                | X        |          | X        | X        |
| Córtex homogêneo com parênquima                                                                                                                  |          | X        |          |          |
| Um elemento de vaso de metaxilema central                                                                                                        | X        | X        |          |          |
| Um elemento de vaso de metaxilema central e 2-3 elementos menores                                                                                |          |          | X        | X        |
| <b>Folha</b>                                                                                                                                     |          |          |          |          |
| Epiderme com células de paredes finas                                                                                                            |          | X        |          |          |
| Epiderme com células de parede periclinal externa mais espessada que a interna                                                                   |          |          | X        | X        |
| Epiderme com células de paredes totalmente espessadas                                                                                            | X        |          |          |          |
| Células epidérmicas com cloroplastos                                                                                                             |          | X        |          |          |
| Estômatos restritos à face abaxial da lâmina foliar                                                                                              | X        |          | X        | X        |
| Estômatos ausentes                                                                                                                               |          | X        |          |          |
| Tricomas em ambas as faces da lâmina foliar                                                                                                      | X        |          |          |          |
| Tricomas na face abaxial da lâmina foliar                                                                                                        |          |          | X        |          |
| Hipoderme restrita à face adaxial                                                                                                                | X        |          | X        | X        |
| Hipoderme cilíndrica                                                                                                                             |          | X        |          |          |
| Hipoderme uniestratificada                                                                                                                       | X        | X        |          |          |
| Hipoderme multiestratificada                                                                                                                     |          |          | X        | X        |
| Hipoderme com células de paredes finas ou pouco espessadas                                                                                       |          | X        | X        | X        |
| Hipoderme com células de paredes espessadas                                                                                                      | X        |          |          |          |
| Mesofilo com parênquima clorofiliano braciforme                                                                                                  | X        |          | X        | X        |
| Mesofilo com células parenquimáticas isodiamétricas                                                                                              |          | X        |          |          |
| Idioblastos contendo drusas no mesofilo                                                                                                          |          | X        |          | X        |
| Extensões de bainha do feixe vascular voltada a ambas as faces da epiderme no feixe central e apenas à face adaxial nos demais feixes vasculares |          |          | X        |          |
| Extensões de bainha do feixe vascular voltadas a ambas ou apenas a uma das faces da epiderme                                                     | X        |          |          | X        |
| Extensões de bainha do feixe vascular com células de paredes finas ou pouco espessadas                                                           |          |          | X        | X        |
| Extensões de bainha do feixe vascular com células de paredes espessadas                                                                          | X        |          |          |          |
| Número de feixes vasculares igual a 1                                                                                                            |          | X        |          |          |
| Número de feixes vasculares variando de 3 a 5                                                                                                    |          |          | X        |          |
| Número de feixes vasculares variando de 6 a 15                                                                                                   |          |          |          | X        |
| Número de feixes vasculares maior que 15                                                                                                         | X        |          |          |          |
| <b>Escapo</b>                                                                                                                                    |          |          |          |          |
| Epiderme com células de paredes parcialmente espessadas                                                                                          |          | X        |          |          |
| Epiderme com células de paredes totalmente espessadas                                                                                            | X        |          |          |          |
| Epiderme com células de parede periclinal externa mais espessada que a interna                                                                   |          |          | X        | X        |
| Presença de tricomas                                                                                                                             | X        |          |          | X        |
| Presença de estômatos                                                                                                                            | X        |          | X        | X        |
| Córtex com parênquima alternado ao clorênquima                                                                                                   |          | X        |          |          |
| Córtex com esclerênquima e colênquima alternados ao clorênquima                                                                                  | X        |          | X        | X        |

| <b>Características</b>                                          | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |
|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Hipoderme contínua                                              |          | X        |          |          |
| Hipoderme descontínua                                           | X        |          | X        | X        |
| Endoderme contínua                                              |          | X        |          | X        |
| Endoderme descontínua                                           | X        |          | X        |          |
| Número de costelas igual a 3                                    |          | X        |          |          |
| Número de costelas igual a 5                                    | X        |          |          |          |
| Número de costelas igual a 6                                    |          |          | X        |          |
| Número de costelas variando de 5-7                              |          |          |          | X        |
| Presença de um anel de feixes vasculares no cilindro central    | X        |          | X        |          |
| Presença de dois anéis de feixes vasculares no cilindro central |          | X        |          | X        |
| Feixes vasculares simples                                       | X        |          | X        |          |
| Feixes vasculares simples e compostos                           |          | X        |          | X        |

Fonte: Elaborado pela autora



#### 4 DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, comparados com os dados disponíveis na literatura para outros gêneros de Eriocaulaceae (p. ex. ALVES; SCATENA; TROVÓ, 2013; CASTRO; MENEZES, 1995; COAN; SCATENA; MALMANCHE, 1919; MONTEIRO; GIULIETTI; CASTRO, 1984; MONTEIRO; CASTRO; GIULIETTI, 1985; ORIANI; SCATENA; SANO, 2005; ORIANI; SCATENA; SCATENA, 1990; SCATENA; MENEZES, 1995, 1996a,b; SCATENA; CARDOSO; GIULIETTI, 1999; SCATENA; GIULIETTI; CARDOSO, 1999; SCATENA; VICH; PARRA, 2004; SCATENA; ORIANI; SANO, 2005; SCATENA et al., 2005; SCATENA; ROSA, 2001; TOMLINSON, 1969) são características de *Rondonanthus*: raízes com um único elemento de vaso de metaxilema ocupando posição central no cilindro vascular; nos caules, drusas nas células corticais e medulares; nas folhas, epiderme, hipoderme e extensão de bainha dos feixes vasculares constituídas por células arredondadas em secção transversal, tricomas malpighianos, parênquima clorofiliano constituído por células braciiformes; e nos escapos, tricomas malpighianos e parênquima clorofiliano com células braciiformes. A presença de idioblastos com drusas no mesofilo e de dois anéis de feixes vasculares no cilindro central do escapo são caracteres exclusivos de *R. capillaceus* e *R. roraimae*, sendo aqui relatados pela primeira vez na família. Com relação às raízes, foram encontrados em *Rondonanthus* dois padrões anatômicos básicos, assim como ocorre nas demais espécies de Eriocaulaceae (SCATENA; ORIANI; SANO, 2005; STÜTZEL, 1988; TOMLINSON, 1969). No entanto, em *Rondonanthus*, as raízes com córtex heterogêneo, com aerênquima, não são esbranquiçadas e esponjosas, ou seja, não diferem morfologicamente das raízes com córtex homogêneo, geralmente mais finas e marrons, como observado para o restante da família.

Segundo Scatena, Oriani e Sano (2005), o padrão anatômico das raízes em Eriocaulaceae está relacionado com o ambiente em que as espécies ocorrem e não com o grupo ao qual pertencem. Raízes com córtex heterogêneo, com aerênquima, estão presentes nas espécies aquáticas, enquanto que naquelas espécies que crescem em solos méxicos ou xéricos, as raízes apresentam córtex homogêneo. Nas espécies anfíbias, os dois tipos de raízes podem ocorrer no mesmo indivíduo e acredita-se que exerçam funções distintas: as raízes com córtex heterogêneo com aerênquima apresentam função de absorção, enquanto que aquelas com córtex homogêneo têm função de fixação (COAN; SCATENA; GIULIETTI, 2002; SCATENA; ORIANI; SANO, 2005). Acredita-se que nas espécies que apresentam raízes com aerênquima a presença de água no solo provoca acúmulo de hidrocarbonetos na planta, dentre eles o etileno.

Este composto estimula a produção de celulase, que degrada as paredes celulares levando à formação do aerênquima (SMITH; RUSSEL, 1966).

Os indivíduos de *Rondonanthus* estão presentes geralmente em locais extremamente úmidos, de altitude elevada, entre 1600 e 2800 metros (HENSOLD; GIULIETTI, 1991; STÜTZEL, 1998). O solo em geral é rochoso, plano ou com depressões, possibilitando focos de alagamento. Assim, a presença de raízes com aerênquima pode ser interpretada como característica adaptativa, facilitando as trocas gasosas. *Rondonanthus capillaceus* é uma exceção, pois apresenta hábito aquático e suas raízes não possuem aerênquima. Isto pode ser explicado pelo fato desta espécie crescer fixada a rochas na margem de rios com água fluindo rapidamente, necessitando de raízes que forneçam aderência à rocha.

Vale ressaltar que, em *Rondonanthus*, células braciiformes presentes no córtex da raiz auxiliam na sustentação do aerênquima, diferentemente do que foi observado em outras espécies da família com raízes nas quais a sustentação do aerênquima se dá pela presença de diafragmas no córtex (STÜTZEL, 1988). Esses diafragmas correspondem a conjuntos de células braciiformes que atravessam transversalmente as lacunas de ar, com a função de manter a integridade do espaço físico no qual o ar fica acumulado, facilitando as trocas gasosas (STÜTZEL, 1988).

As Eriocaulaceae geralmente apresentam caules constituídos por epiderme com células de paredes finas, córtex parenquimático mais estreito que o cilindro vascular, endoderme e periciclo evidentes, com células de paredes espessadas, feixes vasculares colaterais na periferia do cilindro central e medula parenquimática (COAN; SCATENA; GIULIETTI, 2002; MALMANCHE, 1919; SCATENA, 1990; SCATENA; CARDOSO; GIULIETTI, 1999; SCATENA; ORIANI; SANO, 2005; SCATENA; ROCHA, 1995; SCATENA; ROSA, 2001; TOMLINSON, 1969).

O espessamento primário descrito para os caules de Eriocaulaceae é promovido por divisões do periciclo, que é denominado Meristema de Espessamento Primário ou MEP (COAN; ORIANI; SCATENA; SANO, 2008; SCATENA; GIULIETTI, 2002; SCATENA; ROCHA, 1995; SCATENA; ROSA, 2001). No caso do espessamento primário, observa-se a formação de feixes anfigasais localizados na periferia do cilindro vascular (MENEZES et al., 2005). Já no caso do espessamento secundário, como ocorre em espécies de *Actinocephalus*, por exemplo, o Meristema de Espessamento Secundário, também originado do periciclo, resulta em um padrão radiado de distribuição de feixes vasculares anfigasais (MENEZES et al., 2005; ORIANI; SCATENA; SANO, 2008). Os caules de *Rondonanthus* apresentam padrão anatômico semelhante ao observado nos caules de Eriocaulaceae com espessamento primário,

com feixes vasculares anfigasais na periferia do cilindro central. Assim, o periciclo corresponde ao MEP e forma parênquima e feixes vasculares para o interior do cilindro central, como observado em outras espécies da família (ORIANI et al., 2008). Segundo Giulietti (1978) e Scatena, Oriani e Sano (2005), assim como observado nas raízes, os padrões anatômicos e morfológicos do caule estão mais relacionados ao ambiente e, portanto, não refletem relações filogenéticas.

Nos caules a principal característica que diferencia *Rondonanthus* é a presença de idioblastos com drusas nas células corticais e medulares. Apesar de Tomlinson (1969) descrever que oxalato de cálcio pode ser encontrado em tecidos não especializados das espécies de Eriocaulaceae, na forma de cristais aciculares ou drusas, esta característica havia sido relatada até o momento apenas para caules jovens de *Syngonanthus*, possivelmente representando proteção contra herbivoria na região meristemática (SCATENA, 1990). Em *Rondonanthus* as drusas de oxalato de cálcio estão presentes nos caules de indivíduos adultos. Estas drusas também foram observadas no mesofilo das folhas de *Rondonanthus capillaceus* e *R. roraimae* e interpretadas como uma adaptação ao ambiente. Além de proteção contra herbivoria (MOLANO-FLORES, 2001), as drusas podem apresentar função fisiológica, auxiliando na redução do excesso de cálcio na planta, que é acumulado em cristais de oxalato de cálcio dentro dos idioblastos (KEATES et al., 2000). Estudos futuros são necessários para esclarecer a função desses cristais nestas espécies.

Folhas e escapos de *Rondonanthus*, por apresentarem maior variação anatômica, fornecem mais caracteres de valor taxonômico. São características anatômicas das folhas e escapos que diferenciam as espécies: *Rondonanthus acopanensis*- nas folhas, epiderme, hipoderme e extensões de bainha dos feixes vasculares constituídas por células com paredes espessadas, tricomas em ambas as faces da lâmina foliar, hipoderme uniestratificada, e feixes vasculares com número maior que quinze; nos escapos, células epidérmicas com paredes totalmente espessadas, presença de tricomas, hipoderme e endoderme descontínuas, número de costelas igual a cinco e presença de um único anel de feixes vasculares simples.

Para *Rondonanthus capillaceus*- folhas filiformes, cilíndricas, com células epidérmicas clorofiladas de paredes finas, estômatos ausentes, hipoderme uniestratificada e cilíndrica, mesofilo com células parenquimáticas isodiamétricas e com idioblastos com drusas e um único feixe vascular; escapos com córtex constituído por parênquima alternado ao clorênquima, hipoderme e endoderme contínuas, número de costelas igual a três, presença de dois anéis de feixes vasculares simples e compostos, sendo três feixes vasculares imersos no parênquima clorofiliano.

Para *Rondonanthus duidae*- nas folhas, tricomas apenas na face abaxial da lâmina foliar, hipoderme multiestratificada e três a cinco feixes vasculares com extensões de bainha voltadas à face adaxial em todos os feixes vasculares e às duas faces no feixe vascular central; nos escapos, hipoderme e endoderme descontínuas, número de costelas igual a seis e presença de apenas um anel de feixes vasculares simples.

Para *Rondonanthus roraimae*- nas folhas, hipoderme multiestratificada, presença de idioblastos com drusas no mesofilo e número de feixes vasculares variando de seis a quinze; nos escapos, hipoderme descontínua, endoderme contínua, número de costelas variando de cinco a sete e dois anéis de feixes vasculares simples e compostos.

Destaca-se que o número de feixes vasculares nas folhas é uma das características mais importantes para diferenciar as espécies de *Rondonanthus*.

A presença de hipoderme e de células com paredes parcial ou totalmente espessadas nas folhas e nos escapos da maioria das espécies pode estar relacionada com o ambiente, já que estas ocorrem em locais de altitude elevada, sob influência de alta intensidade luminosa e de ventos constantes. Tais características, além de fornecerem resistência mecânica às folhas e aos escapos, evitando danos devido aos ventos fortes (SCATENA; SCREMIN-DIAS, 2012), evitam a entrada de luz solar em excesso, o que também poderia ser prejudicial (TERASHIMA; MIYAZAWA; HANBA, 2001). Outra estrutura que pode exercer função de proteção contra a alta luminosidade são os tricomas malpighianos presentes nas folhas de *Rondonanthus acopanensis* e *R. duidae* e nos escapos de *R. acopanensis* e *R. roraimae*. De acordo com Tomlinson (1969), tricomas malpighianos estão presentes nas folhas de *Paepalanthus*, *Syngonanthus* e *Leiothrix*. No entanto, a maioria dos trabalhos com órgãos vegetativos de Eriocaulaceae não descreve o tipo de tricoma presente nas folhas e nos escapos, apesar de seu potencial valor para a taxonomia da família, como já demonstrado em relação aos órgãos reprodutivos (MONTEIRO et al., 1979).

A presença de hipoderme nas folhas de *Rondonanthus* é característica compartilhada com *Paepalanthus*, *Syngonanthus*, *Comanthera* e algumas espécies de *Leiothrix*, gêneros estes incluídos em Paepalanthoideae (CASTRO; MENEZES, 1995; SCATENA; MENEZES, 1996a; SCATENA; MORAES, 1996; SCATENA; ROCHA, 1995). A presença de extensões de bainha dos feixes vasculares constituídas por células arredondadas em secção transversal é compartilhada com *Syngonanthus*, *Leiothrix* (Paepalanthoideae) e *Eriocaulon* (Eriocauloideae) MONTEIRO; CASTRO; GIULIETTI, 1985; SCATENA; MENEZES, 1996a; SCATENA; GIULIETTI; CARDOSO, 1999). Já a presença de parênquima clorofiliano formado por células braciiformes no mesofilo é compartilhada com *Paepalanthus* (Paepalanthoideae) e *Eriocaulon*

(Eriocauloideae) (CASTRO; MENEZES, 1995; SCATENA; GIULIETTI; CARDOSO, 1999), indicando que, de fato, *Rondonanthus* apresenta características intermediárias entre as duas subfamílias de Eriocaulaceae, como já observado em relação às características morfológicas florais (HENSOLD; GIULIETTI, 1991).

Vale destacar que dentre as espécies estudadas, *Rondonanthus capillaceus* apresentou maior número de características distintivas, o que pode ser explicado pelo seu habitat, como já considerado anteriormente. Visto que a espécie ocorre em altitudes mais baixas, entre 1000 e 1600 metros, aderida a rochas na margem de rios alagáveis, as características anatômicas de seus órgãos vegetativos fazem com que os mesmos tenham melhor hidrodinâmica, permitindo movimentos e minimizando a resistência da água.

É importante ressaltar que as espécies de *Rondonanthus* apresentam grande similaridade anatômica com outras espécies aquáticas de Eriocaulaceae de diferentes gêneros, como por exemplo *Syngonanthus caulescens*, *S. cuyabensis* (= *Philodice hoffmannseggii*), *Tonina fluviatilis*, *Paepalanthus obtusifolius*, *Leiothrix fluitans* e *Eriocaulon elichrysoides* (COAN; SCATENA; GIULIETTI, 2002). Dentre as características compartilhadas pode-se citar ausência de tecido de sustentação nas folhas e ausência de câmara estomática especializada nas folhas e nos escapos. Tais semelhanças provavelmente estão relacionadas ao ambiente e, portanto, correspondem a homoplasias.

As análises filogenéticas realizadas com Eriocaulaceae utilizaram dados moleculares e morfológicos de *Rondonanthus capillaceus* e não encontraram alto suporte para a posição filogenética do gênero (ANDRADE et al., 2010; GIULIETTI et al., 2012). Os resultados da análise molecular de genes plastidiais indicam que *Rondonanthus* divergiu da base de Paepalanthoideae (ANDRADE et al., 2010), enquanto que a análise molecular de genes nucleares aponta *Rondonanthus* como grupo-irmão de *Leiothrix* (GIULIETTI et al., 2012). Considerando os dados aqui obtidos, ressalta-se que *R. capillaceus* não deve ser utilizado como modelo para caracterização do gênero e que sua semelhança com espécies de *Leiothrix* pode ser resultado de convergência adaptativa, já que várias espécies de *Leiothrix* são aquáticas.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALVES, P.G.M.; SCATENA, V.L.; TROVÓ, M. 2013. Anatomy of scapes, bracts, and leaves of *Paepalanthus* sect. *Diphyomene* (Eriocaulaceae, Poales) and its taxonomic implications. **Brittonia**, n. 65, p. 262-272.
- ANDRADE, M. J. G.; GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; QUEIROZ, L. P.; CONCEIÇÃO, A. S.; ALMEIDA, P. R. M.; VAN DEN BERG, C. 2010. A comprehensive phylogenetic analysis of Eriocaulaceae: evidence from nuclear (ITS) and plastid (*psbA-trnH* and *trnL-F*) DNA sequences. **Taxon**, n. 59, p. 379-388.
- ANDRADE, M. J. G.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; VAN DEN BERG, C. 2011. *Blastocaulon* (Eriocaulaceae), a synonym of *Paepalanthus*: morphological and molecular evidence. **Taxon**, n. 60, p. 178-184.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 161, p. 105-121.
- BOUCHENAK-KHELLADI, Y.; MUASYA, A. M.; LINDER, H. P. 2014. A revised evolutionary history of Poales: origins and diversification. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 175, p. 4-16.
- CASTRO, N. M.; MENEZES, N. L. 1995. Aspectos da anatomia foliar de algumas espécies de *Paepalanthus* Kunth, Eriocaulaceae, da Serra do Cipó (Minas Gerais). **Acta Botanica Brasilica**, n. 9, p. 213-229.
- COAN, A. I.; SCATENA, V. L.; GIULIETTI, A. M. 2002. Anatomia de algumas espécies aquáticas de Eriocaulaceae brasileiras. **Acta Botanica Brasilica**, n. 16, p. 371-384.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, n. 55, p. 123-142.
- GERRITS, P. O.; SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerization system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. **Journal of Microscopy**, n. 132, p. 81-85.
- GIULIETTI, A. M. 1978. Os gêneros *Eriocaulon* e *Leiothrix* Ruhl. na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GIULIETTI, A. M.; SCATENA, V. L.; SANO, P. T.; PARRA, L. R.; QUEIROZ, L. P.; HARLEY, R. M.; MENEZES, N. L.; YSEPON, A. M. B.; SALATINO, A.; SALATINO, M. L.; VILEGAS, W.; SANTOS, L. C.; RICCI, C. V.; BONFIM, M. C. P.; MIRANDA, E. B. Multidisciplinary studies on Neotropical Eriocaulaceae. In: WILSON, K. L.; MORRISON, D. A. (Eds.). **Monocots: Systematics and Evolution**. Melbourne: CSIRO, 2000. p. 580-589.
- GIULIETTI, A. M.; ANDRADE, M. J. G.; SCATENA, V. L.; TROVÓ, M.; COAN, A. I.; SANO, P. T.; SANTOS, F. A. R.; BORGES, R. L. B.; VAN DEN BERG, C. 2012. Molecular phylogeny, morphology and their implications for the taxonomy of Eriocaulaceae. **Rodriguésia**, n. 63, p. 1-19.

GIVNISH, T. J.; AMES, M.; MCNEAL, J. R.; MCKAIN, M. R.; STEELE, P. R.; DEPAMPHILIS, C. W.; GRAHAM, S. W.; PIRES, J. C.; STEVENSON, D. W.; ZOMLEFER, W. B.; BRIGGS, B. G.; DUVAL, M. R.; MOORE, M. J.; HEANEY, J. M.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S.; THIELE, K.; LEEBENS-MACK, J. H. 2010. Assembling the tree of the monocotyledons: plastome sequence phylogeny and evolution of Poales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 97, p. 584-616.

HENSOLD, N. C.; GIULIETTI, A. M. 1991. Revision and redefinition of the genus *Rondonanthus* Herzog (Eriocaulaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 78, p. 441-459.

HERZOG, T. 1931. Neue und weniger bekannte Eriocaulonaceae aus Nordbrasilien und dem angrenzenden Venezuela. **Feddes Repertorium**, n. 29, p. 202-213.

JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant Microtechnique**. New York: Mc- Graw-Hill Book Company.

KEATES, S. E.; TARLYN, N. M.; LOEWUS, F. A.; FRANCESCHI, V. R. 2000. L-ascorbic acid and L-galactose are sources of oxalic acid and calcium oxalate in *Pistia stratiotes*. **Phytochemistry**, n. 53, p. 433-440.

LINDER, H. P.; RUDALL, P. J. 2005. Evolutionary history of Poales. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, n. 36, p. 107-124.

MALMANCHE, L. A. 1919. Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulonacées et des familles voisines: Restiacées, Centrolépidadées, Xyridacées, Philydracées, Mayacacées. Thesis, St. Cloud, Paris.

MENEZES, N. L.; SILVA, D. C.; ARRUDA, R. C. O.; MELO-DE-PINNA, G. F.; CARDOSO, V. A.; CASTRO, N. M.; SCATENA, V. L.; SCREMIN-DIAS, E. 2005. Meristematic activity of the endodermis and the pericycle in the primary thickening in monocotyledons: considerations on the "PTM". **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 77, p. 259-274.

MOLANO-FLORES, B. 2001. Herbivory and calcium concentrations affect calcium oxalate crystal formation in leaves of *Sida* (Malvaceae). **Annals of Botany**, n. 88, p. 387-391.

MONTEIRO, W. R.; GIULIETTI, A. M.; MAZZONI, S. C.; CASTRO, M. M. 1979. Hairs on reproductive organs of some Eriocaulaceae and their taxonomic significance. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, n. 7, p. 43-59.

MONTEIRO, W. R.; GIULIETTI, A. M.; CASTRO, M. M. 1984. Aspects of leaf structure of some species of *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). **Revista Brasileira de Botânica**, n. 7, p. 137-147.

MONTEIRO, W. R.; CASTRO, M. M.; GIULIETTI, A. M. 1985. Aspects of leaf structure of some species of *Leiothrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) from the Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). **Revista Brasileira de Botânica**, n. 8, p. 109-125.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, n. 59, p. 368-373.

ORIANI, A.; SCATENA, V. L.; SANO, P. T. 2005. Anatomia das folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, n. 28, p. 229-240.

ORIANI, A.; SCATENA, V. L.; SANO, P. T. 2008. Morphological architecture of *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae). **Flora**, n. 203, p. 341-349.

PARRA, L. R.; GIULIETTI, A. M.; ANDRADE, M. J. G.; VAN DER BERG, C. 2010. Reestablishment and a new circumscription of *Comanthera* (Eriocaulaceae). **Taxon**, n. 59, p. 1135-1146.

ROESER, K. R. 1972. Die Nadel der Schwarzkiefer - Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. **Mikrokosmos**, n. 61, p. 33-36.

RUHLAND, W. Eriocaulaceae. In: ENGLER, A. (Ed.). **Das Pflanzenreich IV**. Engelmann: Leipzig, 1902. p. 301-294.

SANO, P. T. 2004. *Actinocephalus* (Körn.) Sano (*Paepalanthus* sect. *Actinocephalus*), a new genus of Eriocaulaceae, and other taxonomic and nomenclatural changes involving *Paepalanthus* Mart. **Taxon**, n.53, p. 99-107.

SCATENA, V. L. 1990. Morfoanatomia de espécies de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) dos campos rupestres do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil.

SCATENA V. L.; MENEZES, N. L. 1995. Aspectos morfológicos e anatômicos do caule em espécies de *Syngonanthus* Ruhl. Eriocaulaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, n. 14, p. 91-107.

SCATENA, V. L.; ROCHA, C. L. M. 1995. Anatomia dos órgãos vegetativos e do escapo floral de *Leiothrix crassifolia* (Bong.) Ruhl., Eriocaulaceae, da Serra do Cipó - MG. **Acta Botanica Brasilica**, n. 9, p. 195-211.

SCATENA, V. L.; MENEZES, N. L. 1996a. Anatomia de escapos e folhas de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) de Campos Rupestres. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 56, p. 317-332.

SCATENA, V. L.; MENEZES, N. L. 1996b. Anatomia de raízes de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, n. 56, p. 333-343.

SCATENA, V. L.; MORAES, A. R. S. 1996. Anatomia de raízes, folhas e escapos de espécies de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae). **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, n. 39, p. 1021-1035.

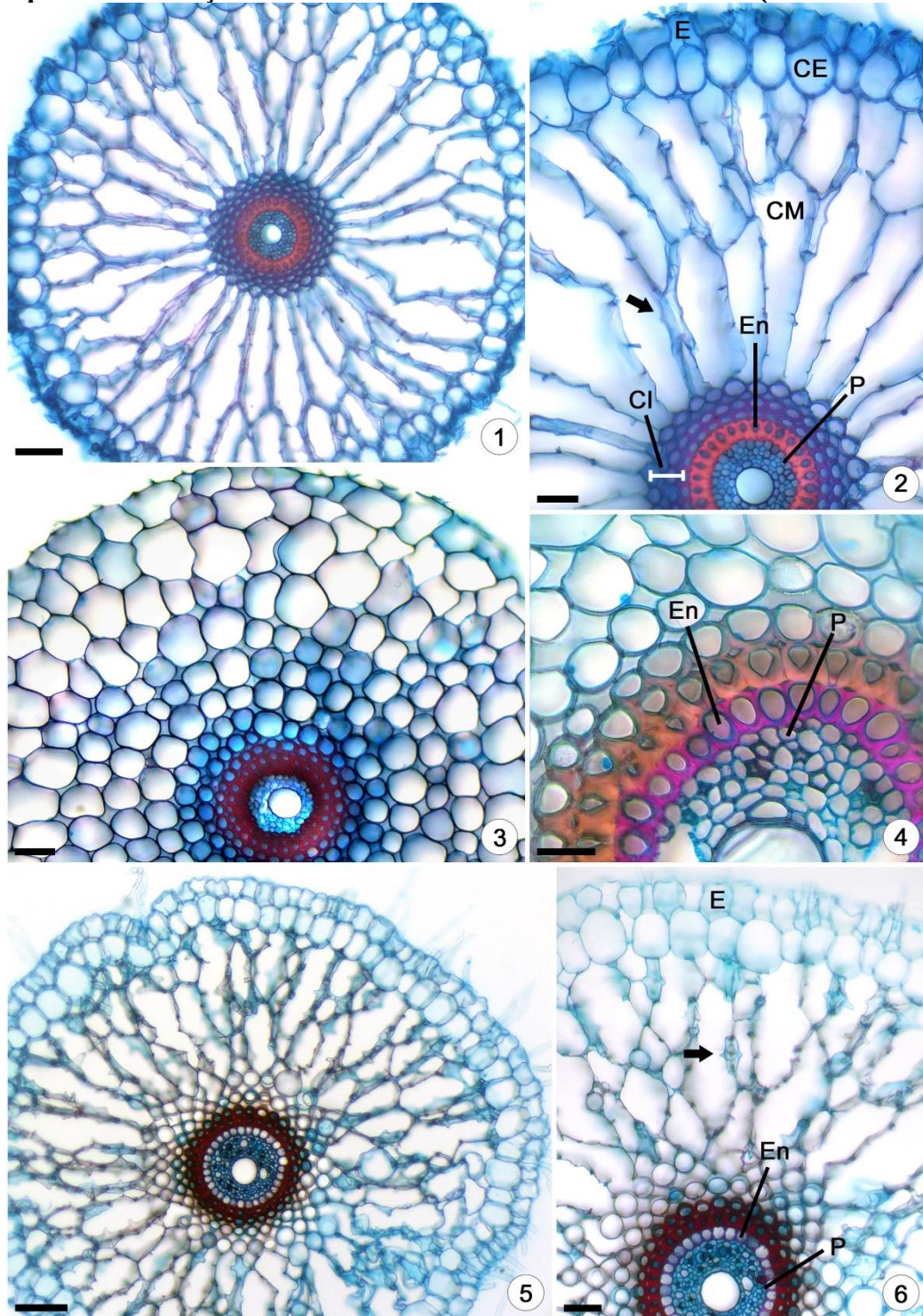
SCATENA, V. L.; ROSA, M. M. 2001. Morphology and anatomy of the vegetative organs and scapes from *Aphorocaulon* (*Paepalanthus*, Eriocaulaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, n. 44, p. 49-58.



- SCATENA, V. L.; SCREMIN-DIAS, E. 2012. Parênquima, colênquima e esclerênquima, pp. 109-128. In B. Appezzato-da-Glória e S.M. Carmello-Guerreiro [eds.], **Anatomia Vegetal**. 3<sup>a</sup> ed. Editora UFV, Viçosa.
- SCATENA, V. L.; CARDOSO, V. A.; GIULIETTI, A. M. 1999. Morfoanatomia de espécies de *Blastocaulon* Ruhland (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica**, n. 13, p. 29-41.
- SCATENA, V. L.; GIULIETTI, A. M.; CARDOSO, V. A. 1999. Anatomia de raízes, escapos e folhas de espécies de *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, n. 18, p. 11-20.
- SCATENA, V. L.; VICH, D. V.; PARRA, L. R. 2004. Anatomia de escapos, folhas e brácteas de *Syngonanthus* sect. *Eulepis* (bong ex. Koern.) Ruhland (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica**, n. 18, p. 825-837.
- SCATENA, V. L.; ORIANI, A.; SANO, P. T. 2005b. Anatomia de raízes de *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica**, n. 19, p. 835-841.
- SCATENA, V. L.; GIULIETTI, A. M.; BORBA, E. L.; VAN DEN BERG, C. 2005. Anatomy of Brazilian Eriocaulaceae: correlation with taxonomy and habitat using multivariate analyses. **Plant Systematics and Evolution**, n. 253, p. 1-22.
- SMITH, K. A.; RUSSEL, R. S. 1966. Occurrence of ethylene, and its significance, in anaerobic soil. **Nature**, n. 222, p. 769-771.
- STÜTZEL, T. 1988. Untersuchungen zur Wurzelanatomie der Eriocaulaceen. **Flora**, n. 180, p. 223-239.
- STÜTZEL, T. Eriocaulaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.). **The Families and Genera of Vascular Plants - IV Monocotyledons**. Berlin: Springer Verlag, 1998. p. 197-207.
- TERASHIMA, I.; MIYAZAWA, S-I.; HANBA, Y. T. 2001. Why are sun leaves thicker than shade leaves? - Consideration based on analyses of CO<sub>2</sub> diffusion in the leaf. **Journal of Plant Research**, n. 114, p. 93-105.
- TOMLINSON, P. B. 1969. Eriocaulaceae, pp. 146-192. In C.R. Metcalfe [ed.], **Anatomy of the Monocotyledons III: Commelinales - Zingiberales**. Clarendon Press, Oxford.

## 6 APÊNDICES

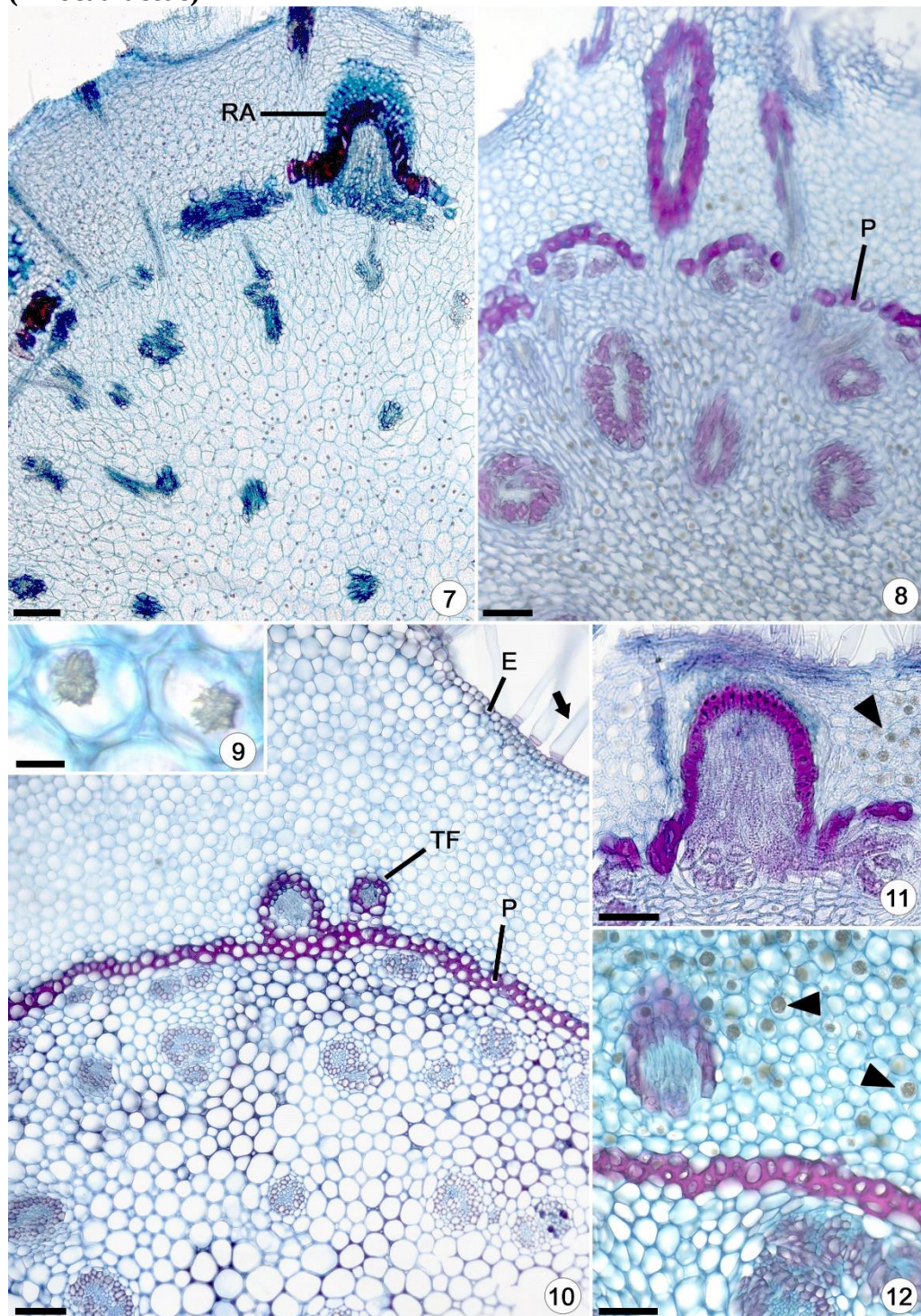
### 6.1 Apêndice A. Secções transversais das raízes de *Rondonanthus* (Eriocaulaceae)



**Figs. 1-2.** Aspecto geral da raiz de *R. acopanensis* (Fig. 1) e detalhe mostrando epiderme, córtex heterogêneo e cilindro vascular (Fig. 2). **Fig. 3.** Aspecto geral da raiz de *R. capillaceus*. **Fig. 4.** Detalhe da raiz de *R. duida* mostrando córtex interno, endoderme e periciclo. **Figs. 5-6.** Aspecto geral da raiz de *R. roraimae* (Fig. 5) e detalhe mostrando epiderme, córtex heterogêneo e cilindro vascular (Fig. 6). CE = córtex externo; CI = córtex interno; CM = córtex mediano; E = epiderme; En = endoderme; P = periciclo; setas = células braciiformes. Barras = 100  $\mu$ m (Figs. 1, 5); 50  $\mu$ m (Figs. 2-3, 6); 25  $\mu$ m (Fig. 4) (Elaborado pela autora).



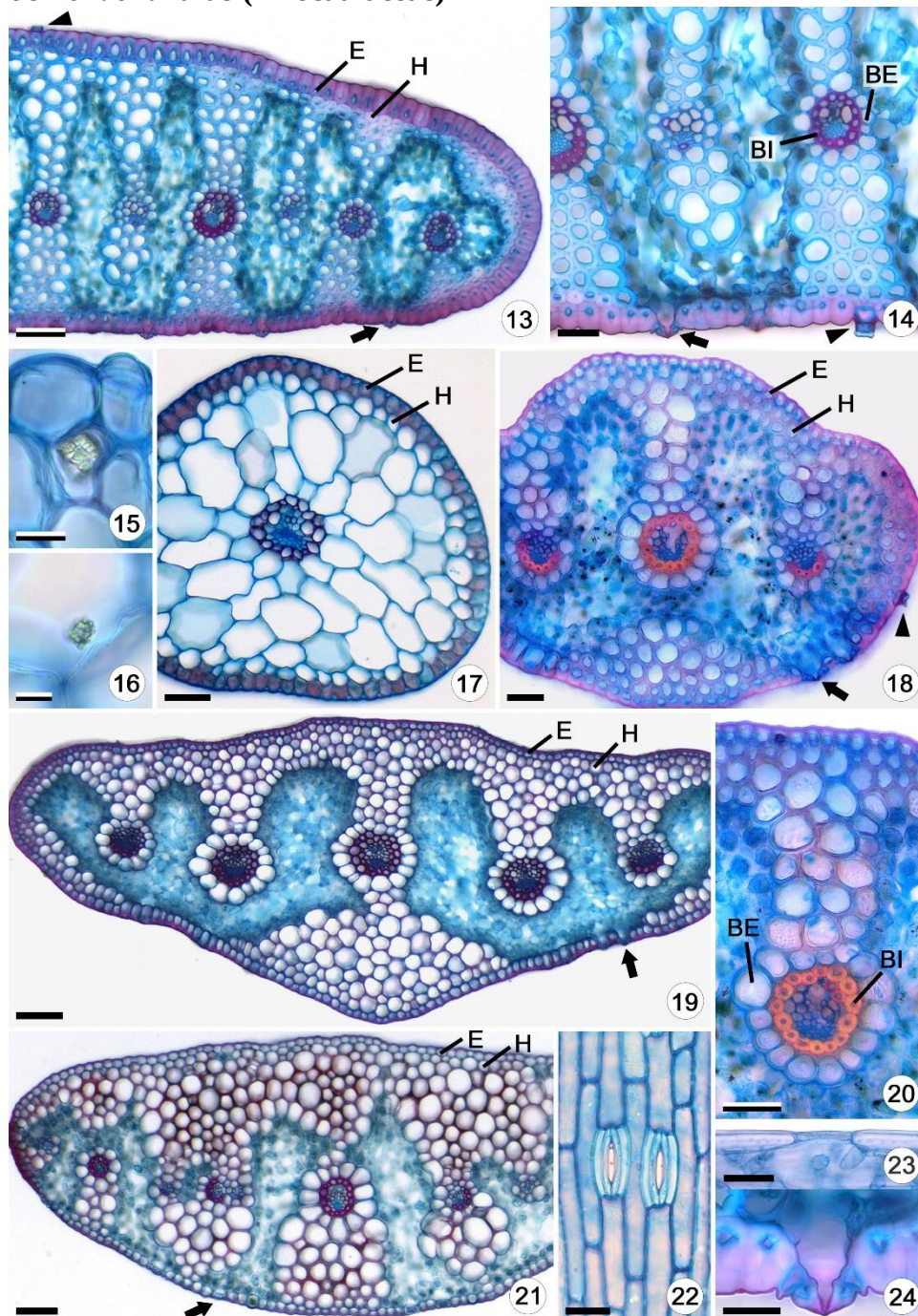
## 6.2 Apêndice B. Secções transversais de caules de espécies de *Rondonanthus* (Eriocaulaceae)



**Figs. 7-8.** Aspecto geral do caule de *R. capillaceus* (Fig. 7) e de *R. duidae* (Fig. 8). **Figs. 9-10.** Caule de *R. roraimae*, mostrando detalhe de idioblastos com drusas (Fig. 9) e aspecto geral (Fig. 10); note a presença de traços foliares no córtex divergindo do cilindro vascular. **Fig. 11.** Detalhe do córtex e cilindro vascular do caule de *R. duidae*, mostrando saída de raiz adventícia. **Fig. 12.** Detalhe do córtex e cilindro vascular do caule de *R. roraimae*, mostrando idioblastos com drusas no córtex (cabeças de seta). E = epiderme; P = periciclo; RA = raiz adventícia; TF = traço foliar; cabeças de seta = drusas; seta = tricomas. Barras = 150  $\mu$ m (Fig. 7); 100  $\mu$ m (Figs. 8, 10-11); 75  $\mu$ m (Fig. 12); 15  $\mu$ m (Fig. 9) (Elaborado pela autora).



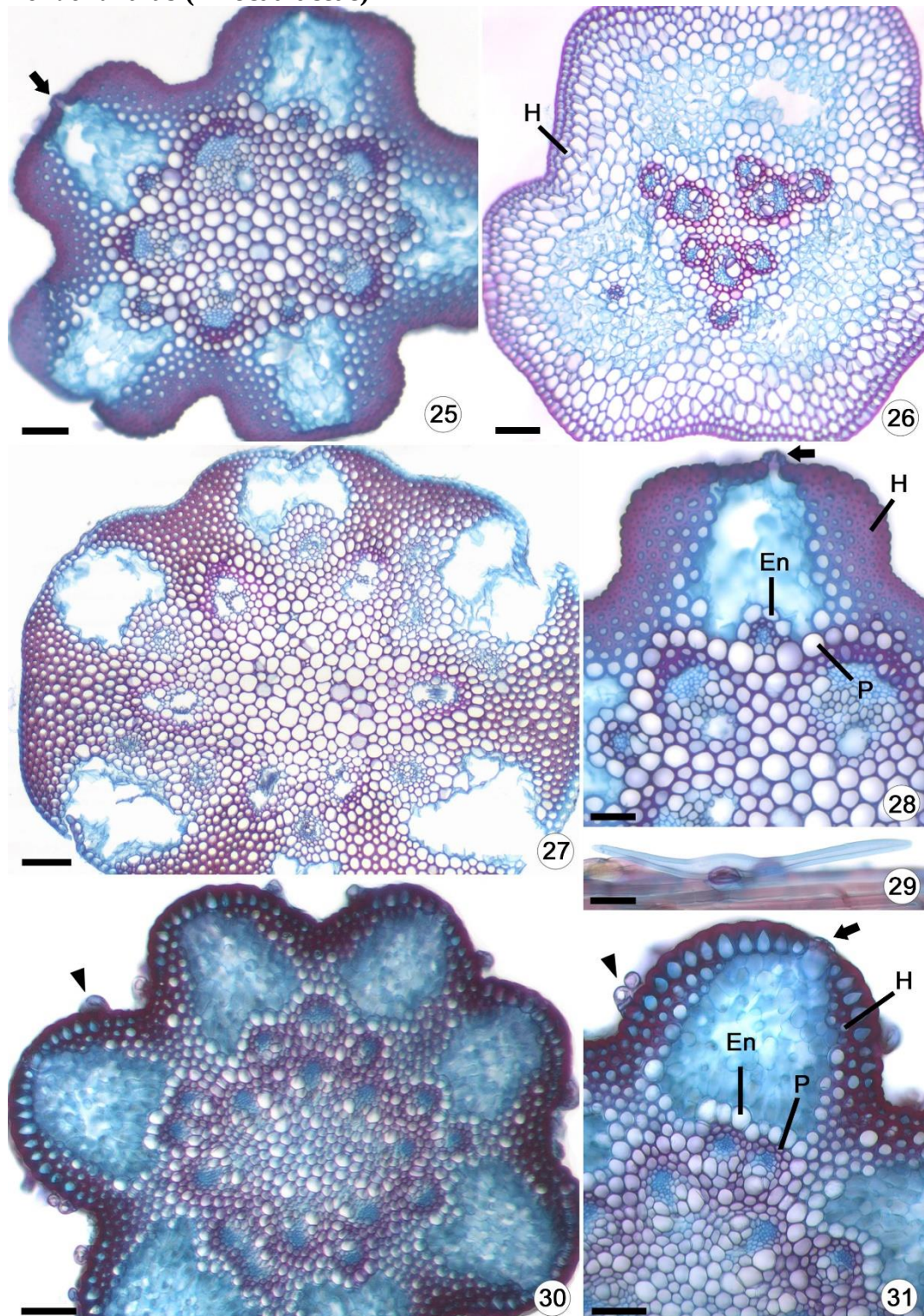
### 6.3 Apêndice C. Secções transversais, paradérmica e longitudinal de folhas de espécies de *Rondonanthus* (Eriocaulaceae)



**Figs. 13-14.** Aspecto geral da folha de *R. acopanensis* (Fig. 13) e detalhe mostrando epiderme com estômatos e tricomas, parênquima clorofiliano com células braciiformes e feixes vasculares envoltos por bainha dupla (Fig. 14). **Figs. 15-16.** Detalhe de drusas presentes no mesofilo de *R. roraimae* (Fig. 15) e de *R. capillaceus* (Fig. 16). **Figs. 17-19.** Aspecto geral da folha de *R. capillaceus* (Fig. 17) e de *R. duidae* (Figs. 18-19). **Fig. 20.** Detalhe da folha de *R. duidae*, mostrando epiderme e feixe vascular. **Fig. 21.** Aspecto geral da folha de *R. roraimae*. **Figs. 22-24.** Detalhe do estômato da folha de *R. acopanensis* em vista frontal (Fig. 22), de *R. roraimae* em secção longitudinal (Fig. 23) e de *R. acopanensis* em secção transversal (Fig. 24). BE = bainha externa; BI = bainha interna; E = epiderme; H = hipoderme; setas = estômatos; cabeças de seta = tricomas. Barras = 100  $\mu$ m (Figs. 13, 19, 21); 75  $\mu$ m (Fig. 23); 50  $\mu$ m (Figs. 14-16, 20, 22); 25  $\mu$ m (Figs. 17, 24); 12,5  $\mu$ m (Fig. 18) (Elaborado pela autora).



#### 6.4 Apêndice D. Secções transversais e longitudinal de escapos de espécies de *Rondonanthus* (Eriocaulaceae)



**Figs. 25-27.** Aspecto geral do escapo de *R. acopanensis* (Fig. 25), *R. capillaceus* (Fig. 26) e *R. duidae* (Fig. 27). **Fig. 28.** Detalhe do escapo de *R. acopanensis*, mostrando epiderme, córtex e cilindro vascular. **Fig. 29.** Detalhe do tricoma malpighiano do escapo de *R. rorimae* em corte longitudinal. **Figs. 30-31.** Aspecto geral (Fig. 30) e detalhe do escapo de *R. rorimae*, mostrando epiderme, córtex e cilindro vascular (Fig. 31). En = endoderme; H = hipoderme; P = periciclo; setas = estômatos; cabeças de seta = tricomas. Barras = 125  $\mu\text{m}$  (Fig. 27); 100  $\mu\text{m}$  (Figs. 26, 30); 75  $\mu\text{m}$  (Fig. 25, 31); 50  $\mu\text{m}$  (Fig. 28, 29) (Elaborado pela autora).

ANATOMIA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E ESCAPO DE *Rondonanthus*  
(ERIOCAULACEAE – POALES)

---

Aluna: Fernanda Martins Gonzaga de Oliveira

---

Orientadora: Dra. Aline Oriani

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas.

Rio Claro  
2016