

Anatomia foliar de Rubiaceae ocorrentes em fragmento florestal urbano de Mata Atlântica, PR, Brasil¹

Annielly da Silva Zini^{2,3}, Shirley Martins², Marlene Livia Toderke² e Livia Godinho Temponi²

Recebido: 27.07.2015; aceito: 25.02.2016

ABSTRACT - (Foliar anatomy of Rubiaceae occurring in an urban forest fragment of Atlantic Forest, Paraná State, Brazil). Rubiaceae in Brazil occurs mainly in the Atlantic Forest biome that in the southern region is represented by two main vegetation types: Seasonal Semi-deciduous Forest and Araucaria Forest. Both occur in the Ecological Park Paul Gorski (PEPG), an urban forest fragment. Given the relevance of Rubiaceae in the Atlantic Forest and the importance of ecological anatomy studies to understand colonization and survival processes, this study aimed to anatomically characterize leaves of Rubiaceae found in the PEPG. We studied 14 species belonging to nine genera of Rubiaceae that present unistratified epidermis, trichomes, paracytic and paralelocytic stomata, dorsiventral mesophyll, and collateral vascular bundles as common characters to the family. Among the anatomical characters observed, considered common in mesophytes-heliophytes plants, stand papillae, trichomes, and compact mesophyll out. Therefore, these features are in accordance with the environmental conditions recorded in the area of edges and clearings of the Atlantic Forest and in disturbed areas.

Keywords: Araucaria Forest, Atlantic Forest, ecological aspects, semi-deciduous forest

RESUMO - (Anatomia foliar de Rubiaceae ocorrentes em fragmento de floresta urbana da Mata Atlântica, PR, Brasil). Rubiaceae no Brasil ocorre principalmente no Bioma Mata Atlântica que na região sul é representado por dois tipos principais de fitofisionomias: Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista. Ambas ocorrem no Parque Ecológico Paulo Gorski (PEPG), fragmento florestal urbano. Diante da relevância de Rubiaceae na Mata Atlântica e da importância de estudos de anatomia ecológica para entender processos de colonização e sobrevivência este estudo teve como objetivo caracterizar anatomicamente as folhas de Rubiaceae encontradas no PEPG. Foram estudadas 14 espécies pertencentes a nove gêneros de Rubiaceae que apresentam como caracteres comuns à família: epiderme uniestratificada, tricomas, estômatos paracíticos e paralelocíticos, mesófilo dorsiventral e feixes vasculares colaterais. Dentre os caracteres anatômicos observados, considerados comuns em plantas mesófitas-heliófitas, destacam-se papilas, tricomas e mesófilo compacto. Portanto, essas características estão de acordo com as condições ambientais constatadas nas áreas de bordas e clareiras da Mata Atlântica e também em áreas antropizadas.

Palavras-chave: Aspectos ecológicos, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista, Mata Atlântica, semidecidual

Introdução

Rubiaceae possui cerca de 620 gêneros e 13.100 espécies (Govaerts *et al.* 2006). Dentre esses 122 gêneros e 1.394 espécies ocorrem no Brasil (Barbosa *et al.* 2013). A família apresenta distribuição cosmopolita, porém com maior diversidade nos trópicos (Souza & Lorenzi, 2012), em particular na Mata Atlântica (Stehmann *et al.* 2009).

A Mata Atlântica destaca-se entre os biomas brasileiros pelo seu complexo de ecossistemas que

compreende toda a costa brasileira, além de porções da Argentina e Paraguai (Tabarelli *et al.* 2005, Bernacci *et al.* 2006). Está incluída entre os 25 biomas de maior riqueza biológica (Myers *et al.* 2000), embora intensamente ameaçada (Campanili & Schaffer 2010).

Dentre as fitofisionomias que compõem o bioma Mata Atlântica destacam-se nas regiões sul e sudeste do Brasil a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Ombrófila Mista (Di Bitetti *et al.* 2003, Viani *et al.* 2011). Devido à grande expansão de perímetros urbanos, aumento de práticas agrícolas e industriais,

1. Parte de Trabalho de Conclusão de Curso da primeira Autora

2. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Manejo de Recursos Naturais, Rua Universitária, 1265, Jardim Universitário, Cascavel, PR, Brasil

3. Autor para correspondência: anniellyz@yahoo.com

atualmente esse bioma se restringe a pequenos remanescentes florestais que possuem grande importância ecológica, pois auxiliam na manutenção da diversidade biológica do local, além de contribuir para o bem estar da sociedade humana (Rylands & Pinto 1998, Bentes 2006).

O Parque Ecológico Paulo Gorski (PEPG) é um fragmento urbano de Mata Atlântica, localizado no município de Cascavel - Paraná, que corresponde a uma área de transição entre os dois tipos vegetacionais: Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (Veloso *et al.* 1991, IBGE 2012). É considerado o maior fragmento de floresta urbana dentro do domínio de Mata Atlântica da região Oeste do Paraná (Cascavel 2013).

Estudos de anatomia ecológica são importantes para entender os processos de colonização e sobrevivência das espécies, destacando as adaptações relacionadas às pressões ambientais que são mais expressivas na morfologia e anatomia foliar (Fahn & Cutler 1992, Dickison 2000). Em Rubiaceae, estudos relacionando os aspectos anatômicos com o ambiente de Mata Atlântica foram realizados no Estado do Rio de Janeiro com as espécies *Rudgea decipiens* Müll. Arg. *R. macrophylla* Benh por Mantovani *et al.* (1995), *Posoqueria acutifolia* Mart., *P. latifolia* Mart., *P. longiflora* Aublet, *P. macropus* Mart., *P. palustris* (Rudge) Roem e *Posoqueria* sp. por Arruda *et al.* (2010) *Galium hypocarpium* (L.) Endl. ex Griseb., *Guettarda viburnoides* Cham. & Schltl. e *Posoqueria latifolia* (Rudge) Schult. por Alexandrino *et al.* (2011), entre outros. Para o Paraná, não foram encontrados na literatura estudos anatômicos foliares para a família Rubiaceae, o que ressalta a necessidade de ampliar o conhecimento anatômico desta família em áreas de Mata Atlântica do Estado, principalmente em regiões mais susceptíveis à ação antrópica, como é o caso dos fragmentos de floresta urbana.

Anatomicamente, as folhas de Rubiaceae são caracterizadas pela presença de epiderme adaxial com papilas, estômatos do tipo paracítico e paralelocítico, hipoderme e mesofilo frequentemente dorsiventral (Metcalf & Chalk 1979). Os tricomas, quando presentes, não demonstram grande variação estrutural, compreendendo outro caráter em comum dentro a família (Robrbrecht 1998). O sistema vascular da lâmina foliar geralmente é composto por feixes vasculares colaterais (Alexandrino *et al.* 2011).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatomicamente as folhas das espécies de Rubiaceae ocorrentes no Parque Ecológico Paulo

Gorski, visando relacionar os dados anatômicos com as condições ambientais ocorrentes principalmente na Floresta Estacional Semidecidual e ampliar o conhecimento sobre anatomia para a família no Brasil.

Material e métodos

As coletas dos indivíduos estudados foram realizadas mensalmente entre agosto de 2013 a julho de 2014 ao longo de trilhas na região de bordas de Floresta Estacional Semidecidual do Parque Ecológico Paulo Gorski. Foram coletados 42 indivíduos pertencentes a 14 espécies, entre herbáceas e arbustos, as quais pertencem a nove gêneros (tabela 1). Os indivíduos foram encontrados em áreas abertas ou pouco sombreadas sujeitas à ação antrópica. As amostras de indivíduos férteis coletados foram preparadas e incorporadas no herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNOP) e a identificação foi realizada com uso de bibliografia especializada (Jung-Medaçolli 2007, Delprete *et al.* 2004, 2005), além da comparação com amostras já existentes no Herbário UNOP e em outras instituições como o Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM).

Para a análise anatômica foram coletadas folhas com lâminas totalmente expandidas de diferentes indivíduos de cada uma das espécies. O material coletado foi fixado com FAA₅₀ (Johansen 1940) e posteriormente conservado em etanol 70% (Sass 1951). Foram realizadas secções transversais à mão livre com o auxílio de lâmina de barbear, coradas com azul de Astra (1%) e Safranina (0,5%) (Bukatsch 1972) e montadas em gelatina glicerinada. Para observação da epiderme em vista frontal, foi realizada a dissociação de fragmentos da lâmina foliar utilizando a solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético 1:1 (Franklin 1945), coradas com safranina 1% e montadas em gelatina glicerinada. Além disso, testes microquímicos foram realizados, a partir das secções anatômicas, utilizando os reagentes Sudan IV (Sass 1951) para a identificação de lipídeos, cloreto férrico (Johansen 1940) para compostos fenólicos, lugol (Berlyn & Miksche 1976) para amido e azul de toluidina para mucilagem (Kraus & Arduim 1997). A partir das secções foram capturadas imagens com auxílio do Fotomicroscópio Olympus Bx70, utilizando-se o programa DP Controller.

Resultados

A lâmina foliar, em secção transversal, de todas as espécies estudadas apresenta epiderme uniestratificada

(figuras 1-3, 6, 9-12) com cutícula delgada e células da face adaxial maiores em altura que às da face abaxial na maioria das espécies (tabela 2, figuras 2, 3, 11-12) e, com proporções semelhantes em ambas às faces em *Borreria orientalis*, *Coccocypselum lymansmithii*, *Galium hypocarpium*, *Galianthe laxa* (figura 9) e *Richardia brasiliensis* (figura 1). Os estômatos geralmente ocorrem no mesmo nível das células epidérmicas (tabela 2, figuras 3, 9, 12), localizando-se acima do nível em *Borreria orientalis*, *B. palustris*, *Coccocypselum lymansmithii*, *Galium hypocarpium* e *Richardia humistrata* (tabela 2). As folhas são hipoestomáticas e mais raramente anfiestomáticas (tabela 2) como destacado em *Mitracarpus hirtus* (figura 3). Em vista frontal, observa-se que os estômatos são geralmente paracíticos (figura 4), raro paralelocíticos (tabela 2, figura 5). Epiderme adaxial papilosa foi observada apenas em *Galianthe laxa* (figura 9), *Manettia cordifolia* (figura 6) e *Palicourea*

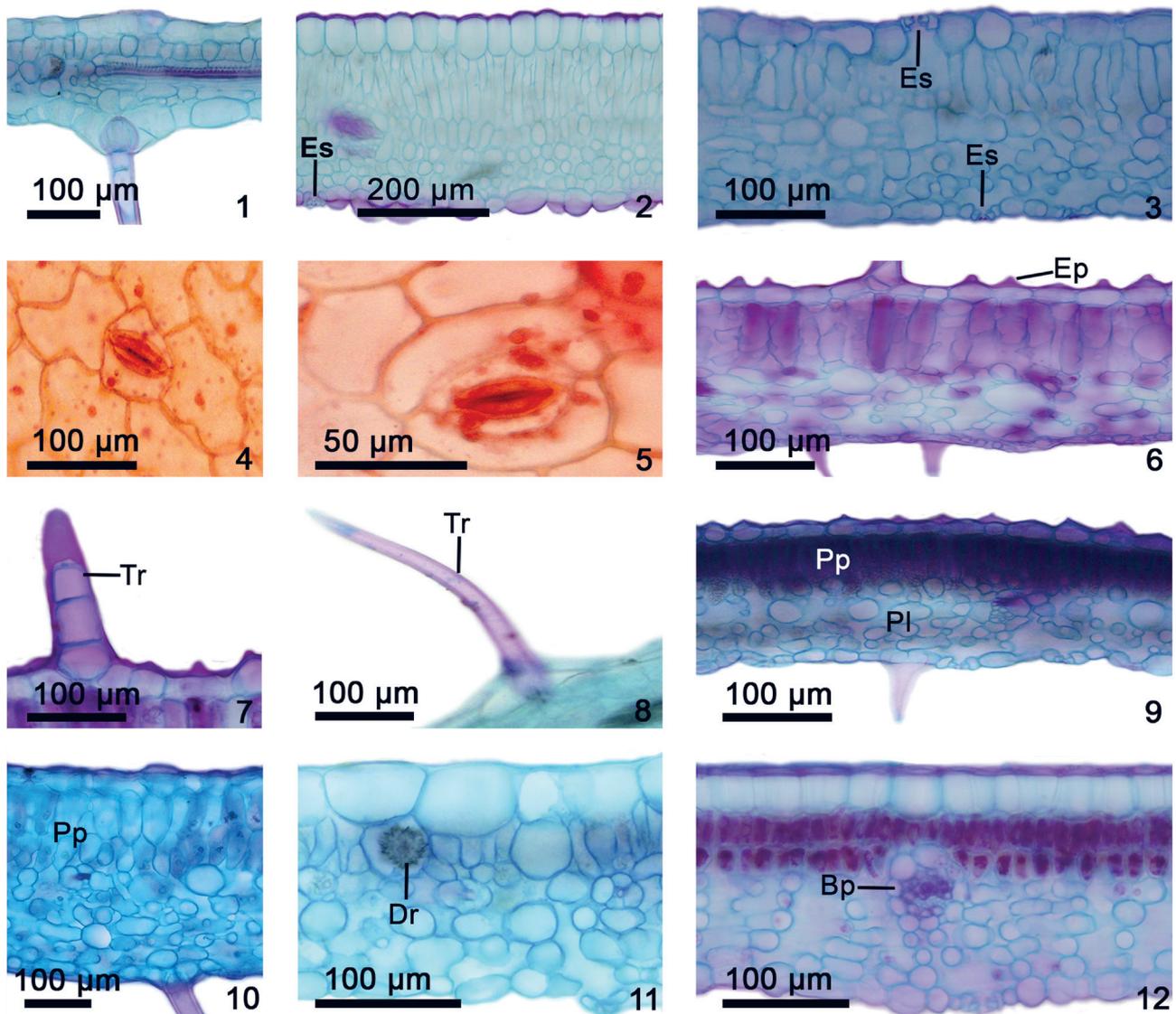
australis. Tricomas tectores ocorrem na maioria das espécies em ambas as faces, podendo ser unisseriados ou multisseriados (tabela 2, figuras 7-8).

O mesofilo em todas as espécies estudadas é dorsiventral (figuras 1-3, 6, 9-12) com uma camada única de parênquima paliádico na maioria das espécies e duas a três em *Borreria orientalis*, *Psychotria carthagenensis* (figura 2), *Richardia brasiliensis*, *Richardia humistrata* (figura 10) e *Psychotria suterella* (figura 12). O parênquima lacunoso é constituído geralmente de duas a três camadas (tabela 2, figuras 3, 6, 9-11). Dispersos no mesofilo observam-se idioblastos com formato ovalado, que podem apresentar substâncias lipídicas, fenólicas e mucilagem (tabela 2). Idioblastos contendo ráfides foram observados em todas as espécies, exceto em *Manettia tweedieana*. Já drusas só foram observadas nas espécies do gênero *Borreria* (tabela 2), como em *Borreria palustris* (figura 11). Ao longo do

Tabela 1. Espécies estudadas de Rubiaceae com seus respectivos vouchers inseridos no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR, Brasil (UNOP).

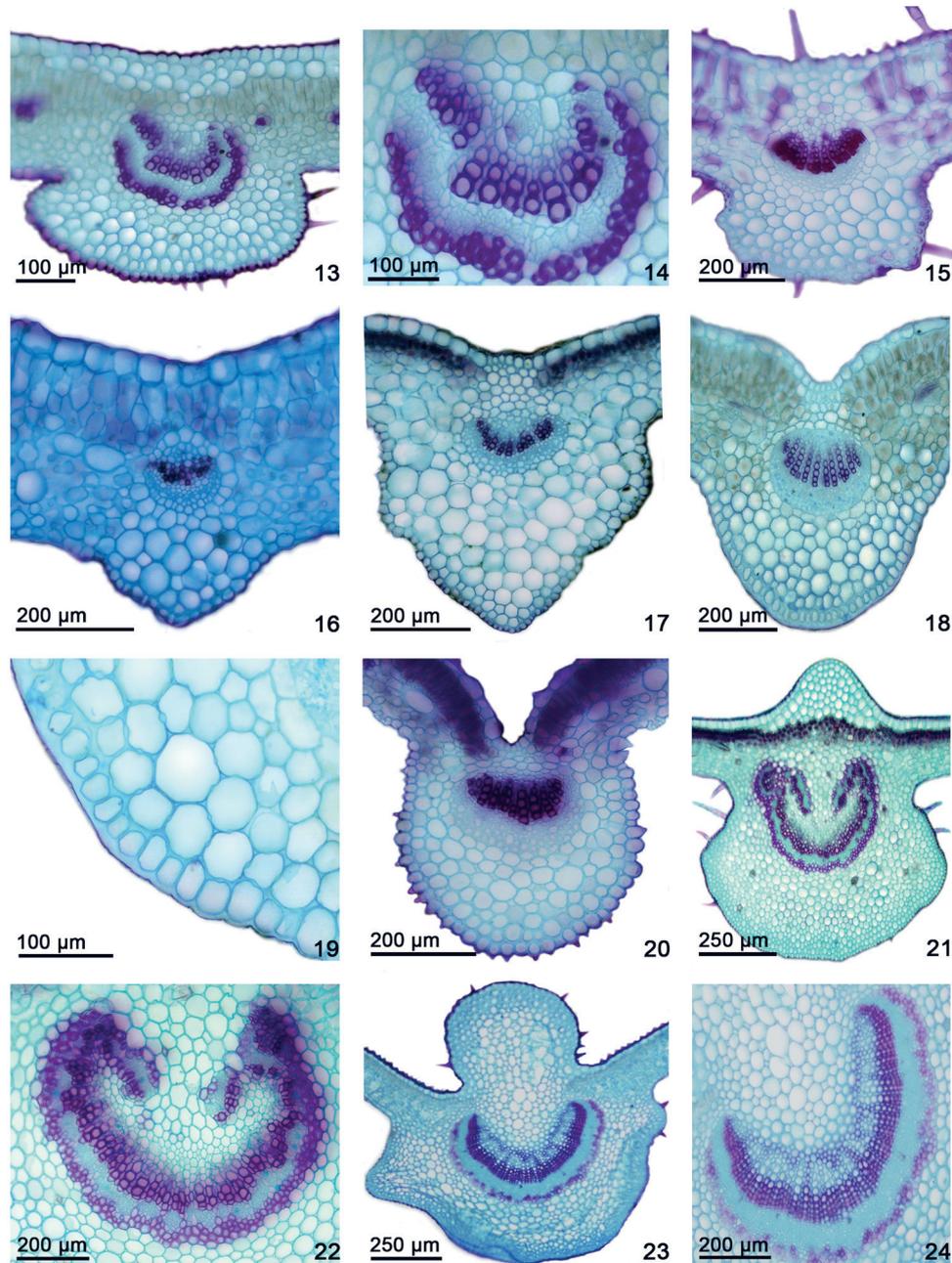
Table 1. Studied species of Rubiaceae with their vouchers inserted in the Herbarium of the Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Pará State, Brazil (UNOP).

Gêneros e espécies estudadas	Voucher
Tribo Spermaceae; <i>Borreria</i> G. Mey	
<i>B. latifolia</i> (Aubl.) K. Schum.	UNOP 2961; 2966; 2822
<i>B. orientalis</i> E.L. Cabral, R.M. Salas & L.M. Miguel	UNOP 2926; 2941; 2949
<i>B. palustris</i> (Cham. & Schltdl.) Bacigalupo & E.L. Cabral	UNOP 2930; 2965; 2968
Tribo Coussareae; <i>Coccocypselum</i> P. Browne	
<i>C. lymansmithii</i> Standl.	UNOP 2921; 2923; 2971
Tribo Spermaceae; <i>Galianthe</i> Griseb. ex Lorentz	
<i>G. laxa</i> (Cham. & Schltdl.) E.L. Cabral	UNOP 2922; 2959; 2936
Tribo Rubieae; <i>Galium</i> L.	
<i>G. hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	UNOP 2920; 2924; 2925
Tribo Spermaceae; <i>Manettia</i> Mutis ex L.	
<i>M. cordifolia</i> Mart.	UNOP 1467; 1616; 4778
<i>M. tweedieana</i> K.Schum. Mart.	UNOP 1619; 2820; 6596
Tribo Spermaceae; <i>Mitracarpus</i> Zucc. ex Schult. & Schult.f.	
<i>M. hirtus</i> (L.) DC.	UNOP 2791; 2952; 2970
Tribo Psychotriaceae; <i>Palicourea</i> Aubl.	
<i>P. australis</i> C.M. Taylor	UNOP 2942; 2945; 2958
Tribo Psychotriaceae; <i>Psychotria</i> L.	
<i>P. carthagenensis</i> Jacq.	UNOP 2950; 2956; 2969
<i>P. suterella</i> Müll.Arg.	UNOP 2960; 2967; 4912
Tribo Spermaceae; <i>Richardia</i> L.	
<i>R. brasiliensis</i> Gomes	UNOP 2927; 2931; 2947
<i>R. humistrata</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.)	UNOP 2929; 2943; 2953



Figuras 1-12. Características anatômicas de folhas de Rubiaceae estudadas. 1-3, 6-12. Mesofilo em seção transversal. 4-5. *Borreria latifolia*, *Psychotria suterella*, detalhe dos estômatos em vista frontal da epiderme. 1. *Coccocypselum lymansmithii*, células epidérmicas em proporções semelhantes. 2. *Psychotria carthagenensis*, folha hipoestomática. 3. *Mitracarpus hirtus*, folha anfistomática. 4-5. *Borreria latifolia*, *Psychotria suterella*, estômatos paracíticos e paralelocíticos respectivamente. 6. *Manettia cordifolia*, epiderme adaxial papilosa. 7-8. *Manettia cordifolia*, *Coccocypselum lymansmithii*, tricomas tectores multisseriados e unisseriados respectivamente. 9. *Galianthe laxa*, mesofilo dorsiventral, parênquima paliçádico com uma camada e parênquima lacunoso com múltiplas camadas. 10. *Richardia humistrata*, parênquima paliçádico com mais de uma camada. 11. *Borreria palustris*, drusa. 12. *Psychotria suterella*, feixe vascular colateral com bainha parenquimática. Bp: bainha parenquimática, Dr: drusa, Ep: epiderme papilosa, Es: estômato, Pl: parênquima lacunoso, Pp: parênquima paliçádico, Tr: tricoma.

Figures 1-12. Anatomical characteristics of leaves from Rubiaceae studied. 1-3, 6-12. Mesophyll in cross-section. 4-5. *Borreria latifolia*, *Psychotria suterella*, detail of stomata in front view of the epidermis. 1. *Coccocypselum lymansmithii*, epidermal cells with similar proportions. 2. *Psychotria carthagenensis*, hypostomatic leaf. 3. *Mitracarpus hirtus*, amphistomatic leaf. 4-5. *Borreria latifolia*, *Psychotria suterella*, stomata paracytic and paralelocytic, respectively. 6. *Manettia cordifolia*, adaxial epidermis papillose. 7-8. *Manettia cordifolia*, *Coccocypselum lymansmithii*, trichomes multiseriate and uniseriate, respectively. 9. *Galianthe laxa*, dorsiventral mesophyll, palisade parenchyma with one layer and spongy parenchyma with multiple layers. 10. *Richardia humistrata*, palisade parenchyma with more than one layer. 11. *Borreria palustris*, druse. 12. *Psychotria suterella*, collateral vascular bundle with parenchymatic sheath. Bp: parenchymatic sheath, Dr: druse, Ep: papillose epidermis, Es: stomata, Pl: spongy parenchyma, Pp: palisade parenchyma, Tr: trichome.



Figuras 13-24. Características anatômicas da lâmina foliar, nervura central. 13-14. *Psychotria carthagenensis*. 13. Visão geral destacando face adaxial linear, feixe vascular principal colateral em formato de arco e feixes acessórios. 14. Detalhe evidenciando feixe vascular acessório. 15. *Manettia cordifolia*, feixe vascular colateral. 16. *Richardia humistrata*, face adaxial levemente sulcada, feixe vascular colateral. 17. *Borreria palustris*, colênquima anelar, feixe vascular colateral. 18-19. *Borreria orientalis*. 18. Visão geral com feixe vascular arredondado. 19. Detalhe mostrando colênquima anelar. 20. *Galianthe laxa*, epiderme papilosa. 21-22. *Psychotria suterella*. 21. Face adaxial com projeção (côncava), células parenquimáticas e colenquimáticas internamente à epiderme adaxial. 22. Feixe vascular acompanhado de fibras, feixe vascular em formato de arco com invaginações terminais. 23-24. *Palicourea australis*, colênquima lamelar em ambas as faces, feixe vascular acompanhado por fibras, feixe vascular em formato de arco.

Figuras 13-24. Anatomical characteristics of the leaf blade, midrib. 13-14. *Psychotria carthagenensis*. 13. Overview highlighting adaxial surface plane, principal vascular bundle collateral in arc shaped and lateral vascular bundles. 15. *Manettia cordifolia*, collateral vascular bundle. 16. *Richardia humistrata*, adaxial surface slightly furrowed, collateral vascular bundle. 17. *Borreria palustris*, annular collenchyma, collateral vascular bundle. 18-19. *Borreria orientalis*. 18. Overview with vascular bundle rounded. 19. Detail showing annular collenchyma. 20. *Galianthe laxa*, papillose epidermis. 21-22. *Psychotria suterella*. 21. Adaxial surface with projection (concave), parenchymatic and collenchymatic cells internally to adaxial epidermis. 22. Vascular bundle with fibers, vascular bundle in arc shaped with terminal infoldings. 23-24. *Palicourea australis*, collenchyma lamellar on both surfaces, vascular bundle with fibers, vascular bundle in arc shaped.

anatômicos, principalmente quanto ao formato da nervura central, características da epiderme e também quanto à presença e o conteúdo dos idioblastos.

Dentre as características anatômicas observadas que são consideradas comuns à família destacam-se lâmina foliar dorsiventral, hipoestomática ou anfiestomática, estômatos paracíticos e/ou paralelocíticos e feixes vasculares colaterais (Metcalf & Chalk 1979). A localização dos estômatos restritos à face abaxial (folha hipoestomática) é considerada uma estratégia relacionada com intensa luminosidade e período de escassez hídrico reduzindo assim as taxas de evaporação (Fahn 1990, Dickison 2000).

A ocorrência de tricomas tectores, como observado em *Borreria latifolia*, *Coccocypselum lymansmithii*, *Galium hypocarpium*, *Galianthe laxa*, *Manettia cordifolia*, *M. tweedieana*, *Richardia brasiliensis* e *R. humistrata*, também foi observada em outras espécies de Rubiaceae como *Tocoyena formosa* (Cham. & Schldl) K. Schum (Coelho *et al.* 2006) e *Borreria verticillata* (L.) G. Mey. (Aguiar *et al.* 2010). Grandes concentrações de tricomas distribuídas na superfície foliar podem atuar como barreira mecânica contra temperaturas extremas, alta luminosidade e perda excessiva de água (Werker 2000). Além disso, considera-se a presença ou a ausência de tricomas como importante caráter taxonômico (Kuniyoshi 1993).

Epiderme com presença de papilas é considerada comum para a família e já descrita por vários autores, como em *Palicourea longepedunculata* por Pereira *et al.* (2003), *Psychotria viridis* por Quinteiro *et al.* (2006). Nas espécies aqui estudadas, epiderme com papilas foi observado apenas na face adaxial em *Galianthe laxa*, *Manettia cordifolia* e *Palicourea australis*. As papilas podem atuar como lentes, convergendo raios luminosos para o interior do mesofilo, dessa forma, apresentam um importante mecanismo adaptativo para auxiliar no processo de fotossíntese (Uphof 1962, Pereira *et al.* 2003).

Muitos autores como Wylie (1943), Jackson (1967) e Costa (1989) relatam em seus trabalhos a influência da luz sobre a estrutura foliar e constataram que o número de camadas de parênquima paliçádico é maior em folhas de sol do que nas folhas de sombra. Nas espécies aqui estudadas observa-se variação no número de camadas do paliçádico em que *Borreria orientalis*, *Psychotria suterella*, *Richardia brasiliensis* e *R. humistrata* apresentam mais de uma camada e as demais uma única, porém é necessário mais estudos para se comprovar a relação dessas variações com o nível de intensidade luminosa. Todas as espécies estudadas apresentaram mesofilo com organização compacta das células, o qual é comum em espécies que ocupam áreas de intensa luminosidade (Dickison 2000).

Tabela 3. Principais diferenças anatômicas da lâmina foliar, região da nervura central, das espécies de Rubiaceae estudadas. 1. *Borreria latifolia*. 2. *B. orientalis*. 3. *B. palustris*. 4. *Coccocypselum lymansmithii*. 5. *Galium hypocarpium*. 6. *Galianthe laxa*. 7. *Manettia cordifolia*. 8. *Manettia tweedieana*. 9. *Mitracarpus hirtus*. 10. *Palicourea australis*. 11. *Psychotria carthagenensis*. 12. *P. suterella*. 13. *Richardia brasiliensis*. 14. *R. humistrata*.

Table 3. Principal anatomical differences of the leaf blade, midrib region, of Rubiaceae studied species. 1. *Borreria latifolia*. 2. *B. orientalis*. 3. *B. palustris*. 4. *Coccocypselum lymansmithii*. 5. *Galium hypocarpium*. 6. *Galianthe laxa*. 7. *Manettia cordifolia*. 8. *Manettia tweedieana*. 9. *Mitracarpus hirtus*. 10. *Palicourea australis*. 11. *Psychotria carthagenensis*. 12. *P. suterella*. 13. *Richardia brasiliensis*. 14. *R. humistrata*.

Características anatômicas / espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Epiderme adaxial linear	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Epiderme adaxial sulcada	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-
Epiderme adaxial com projeção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Papilas	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Tricomas	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Colênquima anelar	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Colênquima lamelar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Parênquima paliçádico	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Feixe vascular em forma de arco	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
Feixe vascular em forma de arco com invaginações	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
Feixe vascular elíptico a cilíndrico	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Feixes vasculares acessórios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-

Os feixes vasculares em Rubiaceae são geralmente colaterais como aqui observado e também descrito em vários trabalhos, como para *Psychotria* (Gomes *et al.* 1995, Moraes *et al.* 2011b) e *Rudgea* (Leo *et al.* 1997, Mantovani *et al.* 1995, Mantovani & Vieira 1997, Moraes *et al.* 2011a). Em *Psychotria carthagenensis* e *Psychotria suterella*, além do feixe principal do tipo colateral, há ocorrência de feixes acessórios como descrito para *Psychotria viridis* por Quinteiro *et al.* (2006), em que, de acordo com os autores, na porção interna do feixe vascular ocorre a fragmentação das extremidades originando pequenos grupos de xilema e floema. Mantovani *et al.* (1995) observaram em *Rudgea macrophylla* um feixe principal com fragmentação nas extremidades, originando pequenos grupos de xilema e floema sem organização definida. Ainda quanto aos feixes vasculares, nas espécies *Palicourea australis*, *Psychotria carthagenensis* e *Psychotria suterella* foi observada a presença de uma bainha fibrosa envolvendo, já citada por Metcalfe & Chalk (1950) como sendo comum para a família Rubiaceae e também descrita como componente do sistema vascular de *Psychotria viridis* por Quinteiro *et al.* (2006), de *Palicourea longepedunculata* por Pereira *et al.* (2003) e de espécies de *Simira* por Moraes *et al.* (2009).

Células secretoras de formato ovalado e em maiores dimensões quando comparadas às demais células do mesofilo foram observadas na maioria das espécies estudadas. As primeiras citações de células secretoras para a família Rubiaceae foram para espécies de *Rubia* e *Anthospermum* (Solereeder 1908). Holm (1907) descreve as células secretoras como grandes células resiníferas ao descrever as espécies *Galium pilosum*, *G. circaezans* e *G. latifolium*. As células secretoras possuem a função de proteger os tecidos contra a herbivoria e elevadas taxas de evaporação (Dempster 1978). Foram observados em várias espécies aqui estudadas idioblastos compostos por ráfides e drusas, os quais são referidos, dentre outros cristais, como sendo comuns à família Rubiaceae por Metcalfe & Chalk (1950), Lersten (1974) e Morretes (1980). Com relação às ráfides, estas são indicadas como presentes em muitos membros da subfamília Rubioideae (Delprete & Jardim 2012), corroborando a presença desse tipo de cristal na maioria das espécies aqui estudadas, todas pertencentes à esta subfamília. No caso das drusas, essas só foram encontradas nas espécies de *Borreria* dentre as aqui estudadas e também foram indicadas para *Borreria cymosa* Cham. *et Schl.* por Gusmão *et al.* (1992). Os cristais, indicados como de oxalato de cálcio para Rubiaceae, podem estar relacionados com a defesa contra herbivoria, manutenção e regulação intracelular de nutrientes para a planta, como reserva

de cálcio e oxalato, e tolerância a metais pesados (Volk *et al.* 2002, Nakata 2003, Nakata 2012).

Alguns caracteres foram exclusivos de algumas das espécies estudadas ou compartilhados por poucas delas, o que pode auxiliar na taxonomia. Dentre esses caracteres destacam-se: folhas anfiestomáticas em *Borreria latifolia*, *B. orientalis*, *Mitracarpus hirtus*, *R. brasiliensis* e *R. humistrata*; estômatos paralelocíticos em *Psychotria suterella*, *Richardia brasiliensis* e *R. humistrata*; papilas em *Galianthe laxa*, *Manettia cordifolia* e *Palicourea australis*; drusas apenas nas espécies de *Borreria* e feixes vasculares acessórios em *P. carthagenensis* e *Psychotria suterella*.

Os caracteres anatômicos descritos para as espécies acima são considerados mais comuns em plantas mesófitas-heliófitas, os quais se apresentam de acordo com as condições ambientais constatadas nas áreas de bordas e clareiras da Mata Atlântica e também em áreas antropizadas. Além disso, as espécies também apresentaram vários caracteres tratados como mecanismos de defesa, como a presença de tricomas, células secretoras e idioblastos.

Literatura citada

- Alexandrino, C.R., Moraes, T.M.S. & Cunha, M.** 2011. Micromorfologia e Anatomia Foliar de Espécies de Rubiaceae do Parque Nacional de Itatiaia-RJ. Floresta e Ambiente 18: 275-288.
- Aguiar, L.S., Andrade, F.F.R., Silva, L.A.C., Silva, M.P.C., Rodrigues, K.A.F., Amaral, F.M.M. & Coutinho-Moraes, D.F.** 2010. Estudo Farmacobotânico das folhas de *Borreria verticillata* (L.) G. Mey. (Rubiaceae). Revista de Ciências da Saúde 12: 84-90.
- Arruda, R.C.O., Gomes, D.M.S., Azevedo, A.C., Magalhães, M.L., Gomes, M.** 2010. Leaf anatomy and micromorphology of six *Posoqueria* Aublet species (Rubiaceae) Rodriguésia 61: 505-518.
- Barbosa, M.R., Zappi, D., Taylor, C., Cabral, E., Jardim, J.G., Pereira, M.S., Calió, M.F., Pessoa, M.C.R., Salas, R., Souza, E.B., Di Maio, F.R., Macias, L., Anunciação, E.A. da, Germano Filho, P., Oliveira, J.A., Bruniera, C.P.** 2013. Rubiaceae. In: R.C. Forzza, J.R. Stehmann, M. Nadruz, A. Costa, A.A. Carvalho Júnior, A.L. Peixoto, B.M.T. Walter, C. Bicudo, C.W.N. Moura, D. Zappi, D.P. Costa, E. Lleras, G. Martinelli, H.C. Lima, J. Prado, J.F.A. Baumgratz, J.R. Pirani, L.S. Sylvestre, L.C. Maia, L.G. Lohmann, L. Paganucci, M. Alves, M. Silveira, M.C.H. Mamede, M.N.C. Bastos, M.P. Morim, M.R. Barbosa, M. Menezes, M. Hopkins, P.H. Labiak, R. Goldenberg, R. Secco, R.S. Rodrigues, T. Cavalcanti & V.C. Souza (eds.). Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB210> (acesso em 20-IX-2014).

- Bentes, G.M.** 2006. Reserva de Desenvolvimento Sustentável: da realidade à legislação no estado do Amazonas. Dissertação de Mestrado em Direito Ambiental, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus.
- Berlyn, G. & Miksche, J.** 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. The Iowa State University Press, Ames.
- Bernacci, L.C., Franco, G.A.D.C., Àrbocz, G., Catharino, E.L., Durigan, G. & Metzger, J.P.** 2006. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). *Revista do Instituto Florestal* 18: 121-166.
- Bukatsch, F.** 1972. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. *Mikrokosmos*, v. 61, n. 8, pp. 225.
- Campanili, M. & Schaffer, W.B.** 2010. Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Coelho V.P.M., Agra M.F. & Barbosa, M.R.V.** 2006. Estudo das folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl) K. Schum (Rubiaceae). *Revista Brasileira Farmacognosia* 16:170-177.
- Costa C.G.** 1989. Morfologia e anatomia dos órgãos vegetativos em desenvolvimento de *Marcgravia polyanta*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.
- Delprete, P.G. & Jardim, J.G.** 2012. Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae: na overview about the current status and future challenges. *Rodriguésia* 63: 101-128.
- Delprete, P.G., Smith, L.B. & Klein, R.M.** 2004. Rubiaceas. In: R. Reitz & A. Reis (orgs.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, v. 1.
- Delprete, P.G., Smith, L.B. & Klein, R.M.** 2005. Rubiaceas. In: R. Reitz & A. Reis (orgs.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues, v. 2, Itajaí.
- Dempster, L.T.** 1978. The genus *Galium* (Rubiaceae) in Mexico and Central America. *University of California Publications in Botany* 73:1-33.
- Di Bitetti, M.S., Placci, G. & Dietz, L.A.** 2003. Uma visão de Biodiversidade para a Ecorregião Florestas do Alto Paraná - Bioma Mata Atlântica: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação. *World Wildlife Fund*, Washington.
- Dickson, W.C.** 2000. *Integrative Plant Anatomy*. Academic Press, USA.
- Fahn A.** 1990. *Plant Anatomy*. Pergamon Press, Oxford.
- Fahn, A. & Cutler, D.F.** 1992. *Xerophytes*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Franklin, G.L.** 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155: 51.
- Gomes, D.M.S., Mantovani A. & Vieira, R.C.** 1995. Anatomia foliar de *Psychotria ternuinnerves* Müll. Arg. e *Psychotria stenocalix* Müll. Arg. (Rubiaceae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 38: 15-33.
- Govaerts, R., Frodin, D.G., Ruhsam, M., Bridson, D.M. & Davis, A. P.** 2006. World Checklist & Bibliography of Rubiaceae. Disponível em <http://www.kew.org/science-research-data/directory/teams/rubiaceae/index.htm> (acesso em 20-IX-2014).
- Gusmão, E.D., Souza, J.P., Silva, I.M.S., Silva, L.B.** 1992. Estudo anátomo-morfológico de dicotiledôneas das dunas de Salvador-Bahia. *Borreria cymosa* Cham. et Schl. e *Chiococca brachiata* R. et P. (Rubiaceae). *Acta Botânica Brasilica* 6: 79-98.
- Holm, T.** 1907. Rubiaceae: Anatomical studies of North American representatives of *Cephalanthus*, *Oldenlandia*, *Houstonia*, *Mitchella*, *Diodia*, and *Galium*. *Botanical Gazette* 43: 153-189.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro.
- Jackson, L.W.R.** 1967. Effect of shade on leaf structure of deciduous tree species. *Ecology* 48: 498-499.
- Johansen, D.A.** 1940. *Plant Microtechnique*. Mac Graw-Hill Book Inc., New York.
- Jung-Medaçolli, S.L.** 2007. Rubiaceae. In: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, T.S.A. Melhem & A.M. Giulietti (orgs.). *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*. Instituto de Botânica, v. 5, São Paulo, pp. 259-460.
- Kraus, J.E. & Arduin, A.** 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro, Seropédica.
- Kuniyoshi, Y.S.** 1993. Aspectos morfo-anatômicos do caule, raiz e folha de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (Bignoniaceae) em diferentes fases sucessionais no litoral do Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Leo, R.R.T., Mantovani, A. & Vieira, R.C.** 1997. Anatomia foliar de *Rudgea ovalis* Müll. Arg. e *R. tinguana* Müll. Arg. (Rubiaceae). *Leandra* 12: 33-44.
- Lersten, N.R.** 1974. Morphology and distribution of colleters and crystals in relation to the taxonomy and bacterial leaf nodule symbiosis of *Psychotria* (Rubiaceae). *American Journal of Botany* 61: 973-981.
- Mantovani, A., Gomes, M., Gomes, D.M.S. & Vieira, R.C.** 1995. Anatomia foliar de *Rudgea decipiens* Müll. Arg. e *R. Macrophylla* Benth. (Rubiaceae). *Acta Botanica Brasilica* 9: 247-261.
- Mantovani, A. & Vieira, R.C.** 1997. Leaf surface of two understoreyshrubs *Rudgea decipiens* Müll. Arg. And *Rudgea macrophylla* Benth. (Rubiaceae). *Rodriguésia* 45-49:7-13.
- Metcalf, C.R. & Chalk L.** 1950. *Anatomy of the dicotyledons leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economy uses*. Oxford, Clarendon press.

- Metcalf, C.R. & Chalk, L.** 1979. Anatomy of Dicotyledons. 2 ed. Oxford University Press, Oxford. v. 1.
- Moraes, T.M.S., Barros, C.F., Neto, S.J.S.N., Gomes, V.M., Cunha, M.** 2009. Leaf blade anatomy and ultrastructure of six *Simira* species (Rubiaceae) from the Atlantic Rain Forest, Brazil. *Biocell*, Argentina 33: 155-165.
- Moraes, T.M.S., Barros, C.F., Kawashima, C.G., Miguens, F.C. & Da Cunha, M.** 2011a. Domatia and leaf blade structure of *Rudgea eugenioides* (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Biociências* 9: 25-32.
- Moraes, T.M.S., Rabelo, G.R., Alexandrino, C.R., Silva Neto, S.J. & Cunha, M.** 2011b. Comparative leaf anatomy and micromorphology of *Psychotria* species (Rubiaceae) from the Atlantic Rain forest. *Acta Botanica Brasilica* 25: 168-177.
- Morretes, B.L.** 1980. Contribuição ao conhecimento da anatomia ecológica de plantas de Cerrado de Emas - SP e da Caatinga Amazônica do km 62 da rodovia BR 171. Tese de Livre-Docência, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nakata, P.A.** 2003. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. *Plant Science* 164: 901-909.
- Nakata, P.A.** 2012. Engineering Calcium Oxalate Crystal Formation in *Arabidopsis*. *Plant and Cell Physiology* 53: 1275-1282.
- Pereira, Z.V., Meira, R.M.S.A. & Azevedo, A.A.** 2003. Morfoanatomia foliar de *Palicourea longepedunculata* Gardiner (Rubiaceae). *Revista Árvore* 27: 759-767.
- Prefeitura do Município de Cascavel.** 2014. Portal do Município de Cascavel. Parque Ecológico Paulo Gorski. Disponível em http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/semdec/sub_pagina.php?id=219 (acesso em 19-VI-2014).
- Quinteiro, M.M.C., Teixeira, D.C., Moraes, M.G. & Silva, J.G.** 2006. Anatomia foliar de *Psychotria viridis* Ruiz & Pav. (Rubiaceae). *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida* 26: 30-41.
- Robbrecht, E.** 1988. Tropical woody Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. *Opera Botanica Belgica Meise*.
- Rylands, A.B. & Pinto, L.P.S.** 1998. Conservação da biodiversidade na Amazônia Brasileira: uma análise do sistema de unidades de conservação. Fundação Brasileira para o desenvolvimento sustentável.
- Sass, J.** 1951. Botanical microtechnique. The Iowa State College Press, Ames.
- Solereder, H.** 1908. Systematic anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2012. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa.
- Stehmann, J.R., Forzza, R.C., Salino, A., Sobral, M., Costa, D.P. da & Yoshino-Kamino, L.H.** 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M.M. & Bedê, L.C.** 2005. Desafios para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1: 132-138.
- Uphof, J.C.** 1962. Plant hairs. Gebruder Borntraeger Berlin: Nikjolassee.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A.** 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. Disponível em http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php (acesso em 20-VI-2014).
- Volk, G.M., Lynch-Holm, V.J., Kostman, T.A., Goss, L.J. & Franceschi, V.R.** 2002. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. *Plant Biology* 4: 34-45.
- Viani, R.A.G., Costa, J.C., Rozza, A.F., Bufo, L.V.B., Ferreira, M.A.P. & Oliveira, A.C.P.** 2011. Caracterização Florística e Estrutural de Remanescentes Florestais de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. *Biota Neotropica* 11: 115-128.
- Werker, E.** 2000. Trichome diversity and development. In: D.L. Hallahan & J.C. Gray (eds.). *Plant Trichomes*. Academic Press, London. *Advances in Botanical Research*, 31: 1-30.
- Wylie, R.B.** 1943. The role of epidermis in the foliar organization and its relations to the minor venation. *American Journal of Botany* 30: 273-280.