

Anatomia foliar e do lenho e ontogenia e senescência de  
glândulas secretoras foliares de *Cnidoscolus pubescens*  
Pohl (Euphorbiaceae)

JONAS DE BRITO CAMPOLINA MARQUES

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF  
Campos dos Goytacazes

Janeiro 2017

Anatomia foliar e do lenho e ontogenia e senescência de glândulas secretoras foliares de *Cnidoscolus pubescens* Pohl (Euphorbiaceae)

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências e Biotecnologia, área de concentração em Biologia Celular, linha de pesquisa Anatomia e Ultraestrutura Vegetal, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Biociências e Biotecnologia.

Aluno: Jonas de Brito Campolina Marques

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Maura Da Cunha

Co-orientador: Dr. Guilherme Rodrigues Rabelo

Campos dos Goytacazes, RJ

Janeiro 2017

Este trabalho foi desenvolvido no setor de Biologia Vegetal do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual/CBB da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, sob orientação da Dra. Maura Da Cunha e coorientação do Dr. Guilherme Rodrigues Rabelo, com financiamento de apoio à pesquisa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e bolsa Doutorado concedida pela CAPES.

Anatomia foliar e do lenho e ontogenia e senescência de glândulas secretoras foliares de *Cnidoscolus pubescens* Pohl (Euphorbiaceae)

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências e Biotecnologia, área de concentração em Biologia Celular, linha de pesquisa Anatomia e Ultraestrutura Vegetal, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Biociências e Biotecnologia.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2017.

Comissão Examinadora:

---

Dra. Cátia Henriques Callado (Laboratório de Anatomia Vegetal) – UERJ

---

Dr. Fabio Lopes Olivares (LBCT) – UENF

---

Dra. Valdirene Moreira Gomes (LFBM) – UENF

---

Dra. Maura Da Cunha (LBCT) – UENF (Orientadora)

Campos dos Goytacazes, RJ

Janeiro 2017

“Como pode-se comprar ou vender o céu, o calor da terra? Tal idéia é estranha. Nós não somos donos da pureza do ar ou do brilho da água. Como pode então comprá-los de nós? Decidimos apenas sobre as coisas do nosso tempo. Toda esta terra é sagrada para o meu povo. Cada folha reluzente, todas as praias de areia, cada véu de neblina nas florestas escuras, cada clareira e todos os insetos a zumbir são sagrados nas tradições e na crença do meu povo.”

*Cacique Seattle*

## AGRADECIMENTOS.

Agradeço a professora Maura Da Cunha, a oportunidade de tê-la como orientadora tanto no Mestrado quanto no Doutorado. Tenho muito orgulho de citá-la como um dos responsáveis pela minha formação profissional. Agradeço pela confiança, pela amizade, conselhos e paciência. Maura você é um exemplo de simplicidade, compreensão e competência. Todos que trabalham com você admiram sua dedicação e amor ao trabalho, a pesquisa com os alunos e orientados. Enfim, vai muito além do que o dever impõe. Preocupado não só com a realização do trabalho, mas principalmente com o ser humano. Seus orientados sabem que sempre terão uma amiga e um lugar onde encontrarão apoio e palavras de sabedoria. MUITÍSSIMO obrigado!!! E que eu possa sempre contar com o privilégio da sua amizade.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, que possibilitou meu aprendizado e minha pesquisa. A CAPES, que me concedeu uma bolsa, durante a realização deste doutorado, fato este que muito contribuiu para a viabilização desta tese. Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho. A FAPERJ, pelo apoio.

Ao meu coorientador Guilherme Rodriguez Rabelo, pela ajuda, disponibilidade e amizade. À coordenadora do curso de Pós-Graduação, professora Olga Lima Tavares Machado por incentivar os alunos e acreditarem nos futuros pesquisadores. A todos os professores do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual da UENF, por todos os ensinamentos transmitidos e pela contribuição no meu processo de aprendizado. E, em especial aos Professores Fabio Lopes Olivares, Cátia Henriques Callado e Valdirene Moreira Gomes que para minha alegria e honra aceitaram participar da banca desta tese. Agradeço por toda paciência, confiança, carinho e amizade. Foi um convívio sempre prazeroso e enriquecedor. Aos demais professores e funcionários de todo Centro de Biociências e Biotecnologia, pela convivência gratificante durante todo esse percurso, pela colaboração e disponibilidade constantes.

A toda minha família (avôs, avós, tios, tias, primos e primas) pelo apoio, torcida e confiança que sempre depositam em mim; pelos momentos que não estivemos juntos e souberam entender. Obrigado!

Aos meus amigos de turma de Doutorado e em especial aos amigos que passaram e os que ainda hoje estão no laboratório de Biologia Celular Vegetal fazendo suas Iniciações Científicas, Mestrados, Doutorados e Pós-Doutorados, obrigado por terem tornado o dia a dia na pós-graduação tão prazeroso! Foi extremamente enriquecedor conhecer e conviver com cada um de vocês. Agradeço pelos conselhos, apoio e confiança. Obrigado por serem meus companheiros oficiais de viagem e por iluminar minha vida com descontração e alegria. Gostaria de deixar marcado a importância das amigas Cristiane Ferrante Tullii (se não fosse por ela muitas coisas teriam tomado rumos diferentes na minha vida) e Camilla Ribeiro Alexandrino, por tantos anos de convívio, ajuda mútua, e que saibam que farão sempre parte da minha vida, podendo contar para o que for preciso.

Aos alunos com quem tive contato, meu afeto e minha sincera gratidão. Às demais pessoas que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho ou participaram da minha vida, e que, por ventura, eu tenha me esquecido de agradecer.

## RESUMO

Em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas da região Noroeste Fluminense pode ser encontrada a espécie *Cnidoscolus pubescens* pertencente à família Euphorbiaceae. Alguns integrantes do gênero *Cnidoscolus* possuem potencial medicinal ou tóxico, porém poucos estudos acerca da referida espécie, que possui característicos tricomas urticantes e glândulas peciolares, são encontrados na literatura. Com isso este trabalho visamos caracterizar a anatomia do lenho, folha e estruturas secretoras de *Cnidoscolus pubescens*, bem como os processos de ontogênese, secreção e senescência destas estruturas. As folhas possuem epiderme uniestratificada, anfiestomática, mesófilo dorsiventral com parênquima paliçádico composto por uma camada única e parênquima lacunoso com 8 a 12 camadas de células, ornamentação na cutícula e presença de numerosos cristais do tipo drusa. No pecíolo ocorre subepiderme múltipla, camada clorenquimatosa associada a laticíferos, colênquima angular e floema também associado a laticíferos. Os tricomas urticantes são formados por uma única célula tubular alongada, com base cilíndrica ou cônica, paredes silicosas rígidas, situada sobre uma base multicelular. O lenho de *Cnidoscolus pubescens* é caracterizado por apresentar camadas de crescimento pouco distintas, porosidade difusa e vasos solitários ou em cachos de até 4 vasos. Possuem placas de perfuração simples, pontoações na maioria das vezes areoladas, fibras libriformes não septadas e raios de uma a duas células de largura, compostos por células procumbentes ou quadradas no corpo e eretas nas bordas. As glândulas peciolares de *C. pubescens* estão localizadas na porção adaxial do ápice do pecíolo, na sua junção com a lâmina foliar. Na superfície interna das glândulas peciolares coléteres começam a se formar a partir da epiderme de cavidades fechadas. Posteriormente essas cavidades se abrem tornando a glândula semelhante a um par de estípulas. A face externa e as extremidades dessa estrutura são as que primeiro começam a senescer. Os coléteres em seu interior são formados tanto por tecido epidérmico quanto do meristema fundamental e vascular, possuem constrição na base e apresentam a diferenciação da camada em paliçada do eixo central apenas após todo seu desenvolvimento. Após a fase de diferenciação a cutícula começa a se soltar do extrato em paliçada tornando o coléter aparentemente flácido. No ápice uma série de estípulas contendo coléteres semelhantes aos do pecíolo se sobrepõe juntamente com os primórdios foliares. Tanto na estípula, quanto nos coléteres e na glândula do pecíolo se fazem presentes cristais do tipo drusa e canais laticíferos do tipo anastomosado articulado. As características anatômicas são de grande importância para taxonomia da espécie principalmente os aspectos de surgimento e senescência dos coléteres. Além de ser uma característica chave para este grupo, o processo de senescência destas estruturas nos permite visualizar de forma clara o mecanismo de funcionamento dos coléteres.

**Palavras chave:** Euphorbiaceae, *Cnidoscolus*, anatomia da folha, anatomia do lenho, tricoma urticante, laticífero, coléter, senescência.

## ABSTRACT

In fragments of Semideciduous Seasonal Forest of the Northwest Fluminense region the species *Cnidocolus pubescens* belonging to the family Euphorbiaceae can be found. There are few studies about this species that the presence of stinging trichomes and petiole glands are important characteristics. Some members of this genus have medicinal or toxic potential. This work aimed to characterize the anatomy of the wood, leaf and secretory structures of *Cnidocolus pubescens*, as well as the ontogenesis, secretion and senescence processes of these structures. The leaves have unistratified epidermis, amphistomatic, dorsiventral mesophyll with palisade parenchyma composed of a single layer and lacunar parenchyma with 8 to 12 layers of cells, cuticle ornamentation and the presence of numerous druze crystals. In the etiole occurs subepidermal multiple, clorenquimatose layer associated with laticifer, angular chollenchyma and phloem also associated with laticifer. The stinging trichomes are formed by a single elongated tubular cell, with cylindrical or conical base, rigid siliceous walls, located on a multicellular base. The wood of *Cnidocolus pubescens* is characterized by presenting little distinct growth layers, diffuse porosity and solitary vessels or in clusters of up to 4 vessels. They have simple perforation plates, pits most often bordered, non-septate libriform fibers and rays of one to two cells wide, consisting of procumbent or square cells in the body and upright at the edges. The petiole glands of *C. pubescens* are located in the adaxial portion of the petiole apex at its junction with the leaf blade. On the inner surface, coléteres begin to form from the epidermis of closed cavities. Subsequently these cavities open up making the gland similar to a pair of stipules. The outer face and the ends of this structure are those that first begin to deteriorate. The coléteres in its interior are formed by both epidermal tissue as well as the fundamental and vascular meristem, they have constriction in the base and present the differentiation of the layer in palisade of the central axis only after all its development. After the differentiation phase, the cuticle begins to loosen from the strawberry extract, making the coléter apparently flaccid. At the apex a series of stipules containing coléteres similar to those of the petiole overlap together with the leaf primordia. Both in estípula, as in colleters and petiole gland are present crystals Druze type and channels laticifers type articulated anastomosing. The anatomical characteristics are of great importance to taxonomy of the species, especially the appearance and senescence aspects of the coléteres. Besides being a key feature for this group, the senescence process of these structures serves as a great example, as it allows us to clearly visualize the mechanism of operation of the coléteres.

**Key words:** Euphorbiaceae, *Cnidocolus*, leaf anatomy, wood anatomy, stinging trichome, laticifer, coléter, senescence.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
SUMÁRIO.....	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. FLORESTA ATLÂNTICA.....	02
1.1.1. REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	04
1.1.2. FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DE TERRAS BAIXAS.....	06
1.2. FAMÍLIA EUPHORBIACEAE.....	08
1.2.1. GÊNERO <i>CNIDOSCOLUS</i> .....	09
1.2.2. <i>CNIDOSCULOS PUBESCENS</i> .....	10
1.3. ANATOMIA DO LENHO E DA FOLHA.....	11
1.4. ESTRUTURAS SECRETORAS.....	12
1.4.1. TRICOMAS SECRETORES.....	13
1.4.2. LATICIFERO.....	15
1.4.3. COLÉTERES.....	15
1.5. SENESCÊNCIA.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. OBJETIVO GERAL.....	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. TRABALHOS.....	19
ADAPTAÇÕES ESTRUTURAIS DA FOLHA DE <i>CNIDOSCOLUS PUBESCENS</i> POHL (EUPHORBIACEAE) COM ÊNFASE NOS MECANISMOS DE DEFESA DOS COLÉTERES E TRICOMAS.....	19
RESUMO.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ESTRUTURA DO LENHO DE <i>CNIDOSCOLUS PUBESCENS</i> POHL (EUPHORBIACEAE).....	36
RESUMO.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS.....	41
DISCUSSÃO.....	43
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ONTOGENIA E SENESCÊNCIA DE GLÂNDULAS PECIOLARES E DE COLÉTERES EM <i>CNIDOSCOLUS PUBESCENS</i> (EUPHORBIACEAE).....	51
RESUMO.....	52
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAIS E MÉTODOS.....	55
RESULTADOS.....	56
DISCUSSÃO.....	67
CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

## 1. Introdução

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade e um dos mais degradados do mundo (SOS Mata Atlântica 2010). Apesar da alta biodiversidade e dos riscos que esse bioma vem sofrendo, o atual nível de conhecimento sobre sua diversidade e ecologia ainda é muito baixo. Mediante da grande diversidade de nossa flora, a anatomia e ultraestrutura foliar e do lenho são estudos ainda pouco explorados. O estudo das características anatômicas foliares e do lenho permite entender melhor as estratégias adaptativas e a abrangência de determinados grupos vegetacionais (Rabelo *et al.* 2013, Campbell *et al.* 2016). Muitos estudos em anatomia foliar e do lenho também têm se mostrado de grande importância para auxiliar na demarcação de padrões que auxiliam na identificação de espécies e gêneros (Moraes *et al.* 2011, Marques *et al.* 2015). Trabalhos que relacionem aspectos anatômicos foliares com aspectos anatômicos do lenho buscando relações taxonômicas e ecológicas são escassos.

Devido ao histórico do uso de suas terras com a agricultura e pecuária, pouquíssimos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas ainda podem ser encontrados na região Noroeste Fluminense (Abreu *et al.* 2014). Em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, situado na margem esquerda do rio Muriaé, próximo ao município de Itaperuna, é encontrada uma espécie do gênero *Cnidoscolus* conhecida popularmente como “arre-diabo”. Este gênero pertencente à família Euphorbiaceae, pode ocorrer em ambientes semiáridos e subtropicais secos do México e Brasil (Webster 1994). Além de algumas citações em levantamentos florísticos, não existem outros estudos acerca da espécie *Cnidoscolus pubescens*, objeto deste trabalho. Estudos em anatomia foliar e do lenho se fazem necessários para o aprofundamento do conhecimento sobre os aspectos estruturais, fisiologia e ecologia desta espécie. Algumas características marcantes do gênero é a proximidade com o gênero *Jatropha L.*, por ambos os gêneros apresentarem propriedades medicinais, por causarem intoxicação animal, e por apresentarem tricomas urticantes e glândulas peciolares (McVaugh 1944). Os estudos anatômicos e ultraestruturais destas estruturas secretoras podem auxiliar na elucidação de relações taxonômicas no gênero, bem como representar um bom modelo de estudos para a senescência e a morte celular em plantas. Além disso, metabólitos secundários com propriedades biológicas importantes já foram identificados em representantes do gênero *Cnidoscolus* (Sobrinho *et al.* 2011, Senjobi *et al.* 2012, Morais *et al.* 2016), o que faz deste gênero um objeto interessante na busca destas substâncias. Para tanto, será caracterizada a anatomia do lenho, folha, e das estruturas secretoras de *Cnidoscolus pubescens*, bem como estudar os processos de ontogênese, secreção e senescência das estruturas secretoras desta planta.

As estruturas secretoras se desenvolvem a partir de diferentes tipos de tecidos meristemáticos e formam estruturas especializadas na produção de secreções (Carvalho & Recco-Pimentel 2007). Ao serem liberadas essas secreções podem desempenhar diversas funções como: defesa contra a herbivoria, patógenos, atração de polinizadores e adaptação ambiental (Esaú 1976, Fahn 1979, Cutter 1986).

Dentre os tipos de estruturas secretoras existentes com importantes funções de proteção, os tricomas secretores, laticíferos e coléteres, são objetos de estudo deste trabalho. Após a fase secretora, os coléteres em geral, entram em processo de senescência. O fato de ser uma estrutura que inicia seu processo secretor no início de seu desenvolvimento e que possui um tempo de vida curto faz dessa estrutura um excelente modelo para o estudo da senescência e morte celular programada em plantas.

Pelo descrito acima, este trabalho tem por objetivo descrever, em *Cnidocolus pubescens*, a estrutura anatômica do lenho, folha e estruturas secretoras nela contidas, seu processo de formação, exsudação e senescência. Com isso esse trabalho pretende responder a uma série de perguntas como: Qual a organização anatômica da folha e do lenho de *Cnidocolus pubescens*? Quais estruturas secretoras estão presentes na folha de *Cnidocolus pubescens*, como essas estruturas são formadas, qual são suas características anatômicas, formas de secreção, formação e processo de senescência? O estudo da senescência dos coléteres de *Cnidocolus pubescens* podem ser um bom modelo para o estudo da morte celular programada em plantas? Tais características anatômicas contribuem para o estudo taxonômico do grupo ou respondem a questões sobre a sua ocorrência, resistência climática e interações ecológicas? Com isso este trabalho faz parte de um esforço que busca ampliar o conhecimento a cerca das características anatômicas e processos fisiológicos das plantas ocorrentes em fragmentos remanescentes da Floresta Atlântica do Estado do Rio de Janeiro.

## **1.1. Floresta Atlântica**

O Brasil é o país com maior biodiversidade do mundo contendo de 15 a 20% do total de espécies do planeta (Brasil 1998). Em grande parte esta alta biodiversidade brasileira está atribuída ao bioma Mata Atlântica. Neste bioma são estimadas cerca de 20 mil espécies (Myers *et al.* 2000), distribuídas em 2.257 gêneros e 348 famílias de plantas, o que corresponde cerca de 5% da flora mundial, estimada atualmente em 300.000 espécies (Judd *et al.* 2009). Entre as Angiospermas com aproximadamente 13.700 espécies, estima-se que 48% sejam endêmicas, representando quase 2% das espécies de plantas do planeta, o que faz da Mata Atlântica o quinto

bioma mais rico em endemismo no mundo, e o quarto em termos de prioridade de conservação (Myers *et al.* 2000, Mittermeier *et al.* 2004).

A Mata Atlântica estende-se do Estado do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul e possui uma grande variação latitudinal e longitudinal, que podem influenciar tanto nos tipos de clima (tropical e subtropical), quanto nos regimes pluviométricos (Joly *et al.* 1991). A Mata Atlântica ocupa também áreas com diferentes níveis altitudinais, podendo ocorrer em áreas com até 2.890 m, nas serras do Complexo da Mantiqueira, a áreas ao nível do mar, com influência marinha (Rizzini 1979, Thomas *et al.* 1989, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Câmara 2005, Silva & Casteleti 2005, Leme & Siqueira-Filho 2006).

A grande heterogeneidade climática e geográfica ao longo da vasta extensão que a Floresta Atlântica ocupa, proporcionou essa enorme biodiversidade e taxa de endemismo. Essa heterogeneidade permite distinguir dentro da Floresta Atlântica, de acordo com o tipo de formação florestal e ecossistema associado, diferentes fitofisionomias como: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Formações pioneiras que incluem as restingas e manguezais (Mori *et al.* 1981, Leitão Filho 1994).

A contínua exploração do homem vem contribuindo para a crescente perda da diversidade deste ecossistema. O número de espécies ameaçadas de extinção na Floresta Atlântica vem aumentando, e dependendo do levantamento é apresentado um número entre 200 e 700 espécies (Brasil - MMA 2011). Esses números são subestimados, uma vez que muitas espécies são pouco estudadas e muitas ainda estão sendo descritas, podendo, portanto, ser extintas antes mesmo de serem conhecidas.



**Figura 1:** Área que o bioma Mata Atlântica ocupava originalmente e seus remanescentes no ano de 1993 (Site do Portal da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - [http://www.rbma.org.br/anuario/mata\\_02\\_dma.asp](http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_dma.asp) - acessado em 10/02/2014)

### 1.1.1. Remanescentes de Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro

Na Região Sudeste, o Estado do Rio de Janeiro, é o que apresenta a menor área remanescente de Mata Atlântica entre todos os estados (Scarano & Ceotto 2015). O Rio de Janeiro ocupa uma posição bastante peculiar, pois sua localização coincide com uma das áreas de maior diversidade do bioma apesar de apresentar alta taxa de urbanização. O estado está integralmente inserido na Mata Atlântica e originalmente possuía 97% (4.391.007 ha) de suas áreas cobertas pelo bioma. Atualmente, restam menos de 17% (888.948 ha) de sua área original, em consequência de pressões antrópicas, como criação de pastagens, plantio do café e cana-de-açúcar e associadas ao processo de urbanização do estado (Fundação S.O.S Mata 2002).

A Mata Atlântica no Estado foi praticamente dizimada, restando apenas fragmentos, sobretudo nas áreas mais isoladas das encostas íngremes e topos de morro das regiões do Litoral Sul e Serrana, sobretudo em função da dificuldade de acesso. As maiores extensões de florestas



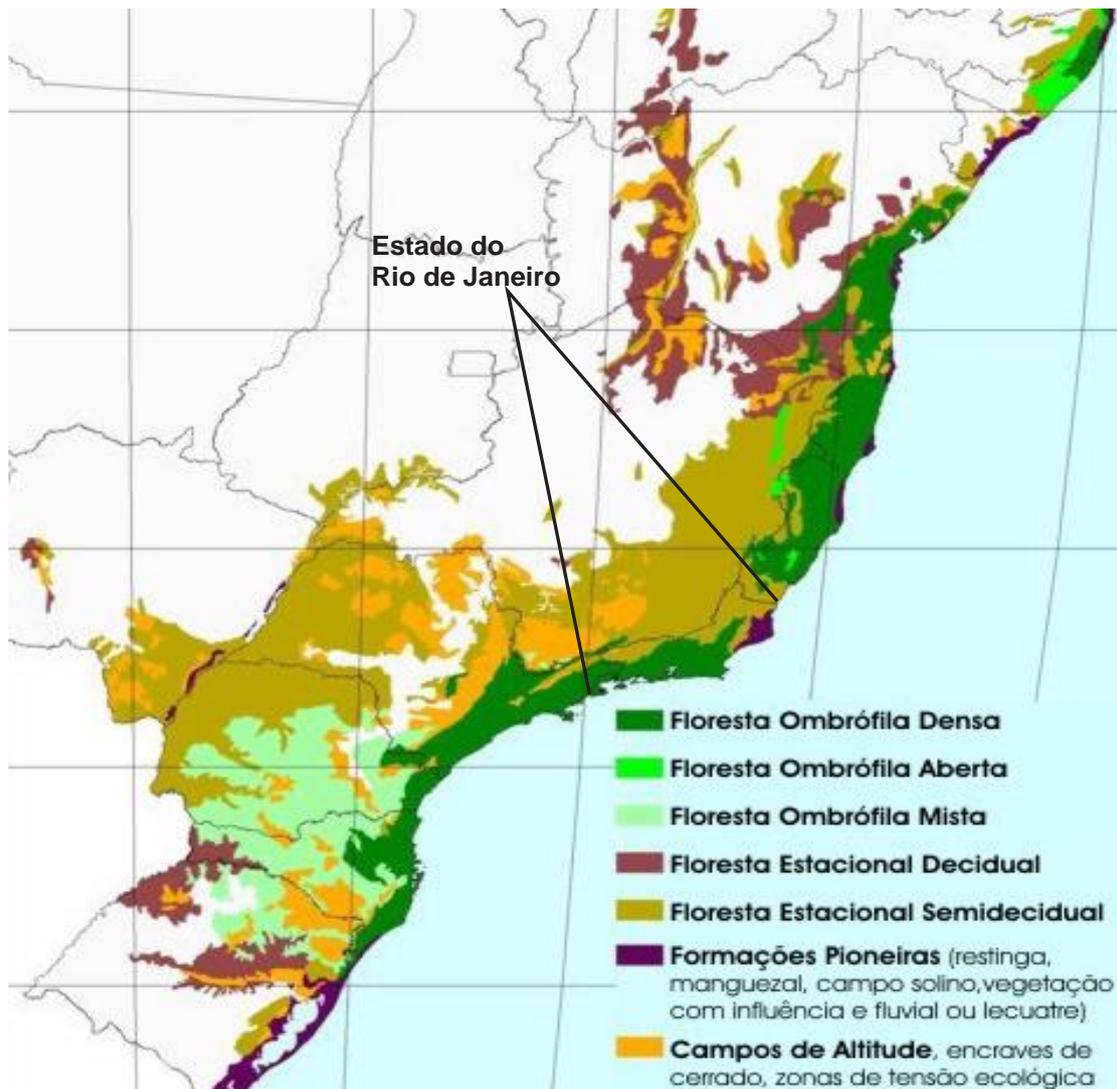
(Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas) e 13 de uso sustentável (Áreas de Proteção Ambiental) (INEA site).

### **1.1.2. Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas**

A Floresta Estacional Semidecidual é caracterizada pelo clima seco e frio no inverno, que determina a queda parcial da folhagem nesta estação, e verão quente com chuvas intensas (Alvares *et al.* 2014). No Brasil, esta fitofisionomia pode ser dividida em: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana, sendo típica de áreas menos úmidas, ocupando principalmente ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semiárido (IBGE 2012). Ao contrário das Florestas Ombrófilas, as espécies vegetais ocorrentes em Floresta Estacional Semidecidual, costumam apresentar gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pelos), e folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais.

A Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas ocorre, geralmente, em depressões sedimentares entre 5 e 100 m de altitude, sendo encontrada desde o sul da cidade de Natal (RN) até o norte do Estado do Rio de Janeiro, nas cercanias do Município de Campos dos Goytacazes, bem como até as proximidades do Município de Cabo Frio.

Na região Norte/Noroeste Fluminense, local objeto deste estudo, ainda se encontram remanescentes de Florestas Ombrófilas Densas, Submontanas e Montanas, e de Florestas Estacionais Semidecíduais de Terras Baixas e Submontanas, além de ecossistemas associados como as Restingas, Manguezais, Florestas Higrófilas e Campos de Altitude.



**Figura 3:** Áreas de abrangência das diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica, notem a extensão da Floresta Estacional Semidecidual no Estado do Rio de Janeiro (Fundação SOS Mata Atlântica 2002, adaptado).

De todos os ecossistemas vegetais nativos acima referidos, a Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas é um dos mais adulterados, efeito de ações antrópicas seculares (Martin *et al.* 1997). Grande parte das áreas deste ecossistema foi substituída por espécies vegetais exóticas, principalmente de interesse econômico para a agricultura (cana-de-açúcar) e para a pecuária (forrageiras).

A Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas do Norte/Noroeste Fluminense, originalmente ocupava uma ampla área da zona cristalina baixa, na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, entre os rios Pombo, Muriaé e Itabapoana. Devido ao histórico de uso agrícola na porção norte do Estado do Rio de Janeiro, a paisagem é atualmente caracterizada por uma uniformidade, onde predominam as áreas de monocultura da cana-de-açúcar e as pastagens. Com

exceção da Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba, maior fragmento desta formação vegetal no Norte/Noroeste Fluminense, nenhuma outra unidade de proteção ambiental foi criada neste domínio (Soffiati 2005).

Apesar de a Floresta Estacional Semidecidual ser uma área de extremo interesse científico que abriga uma grande variedade de famílias botânicas, dentre elas Euphorbiaceae, objeto deste estudo, são poucos os estudos botânicos nestas áreas e ainda mais escassos os estudos sobre a anatomia de suas plantas.

## **1.2. A família Euphorbiaceae**

A família Euphorbiaceae é uma das maiores e mais diversas entre as Angiospermas (Lima 2006). Lee *et al.* (2011) relatam a divisão da família em quatro subfamílias, com cerca de 320 gêneros e 8700 espécies. Segundo Wurdack *et al.* (2004) sua distribuição é cosmopolita, embora a maioria dos gêneros seja predominantemente tropical. A maioria dos seus representantes ocorre nas Américas e na África. Na América do Sul, o Brasil é o país que congrega o maior número de espécies (Berry *et al.* 2005), com cerca de 1100 espécies distribuídas em 72 gêneros difundidas por todos os tipos de vegetação (Barroso 1984).

Podem crescer em matas, cerrados, campos, pântanos e em alagados. As espécies desta família possuem hábito variado, podendo ser ervas, arbustos, subarbustos, árvores, cipós ou trepadeiras, e em alguns casos semelhantes a cactáceas. Às vezes espinescentes e geralmente com látex, que normalmente é tóxico. Possuem folhas alternas dispostas de forma helicoidal, inteiras ou partidas. As flores que se reúnem em inflorescências tipo cacho são geralmente pequenas, não vistosas, de sexo separado, monóicas ou dióicas, em regra actinomorfas. O fruto é seco, capsular deiscente ou não, com sementes ricas em endosperma em sua maioria oleaginoso (Oliveira *et al.* 2007, Conejero *et al.* 2003, Schwartsman 1979, Di Stasi & Hiruma-Lima 2002, Smith *et al.* 1988, Leme 1994).

Essa família inclui diversas espécies de interesse econômico destacando-se a seringueira (*Hevea brasiliensis*), espécie nativa da Amazônia e responsável pelo ciclo econômico da borracha. Também pertence a essa família a mandioca (*Manihot esculenta*) e a mamona (*Ricinus communis*), espécie africana invasora com sementes ricas em óleo de rícino de ampla aplicação industrial e medicinal (Souza & Lorenzi 2008). Muitas espécies se destacam também pelo potencial ornamental como as do gênero *Euphorbia* L., e pelo potencial medicinal como as dos gêneros *Pedilanthus*, *Phyllanthus* L., *Mabea* Aublet, *Jatropha* L. e *Croton* L. (Di Stasi & Hiruma-Lima 2002).

Muitas lacunas ainda restam ser preenchidas principalmente em se tratando de dados morfológicos e anatômicos. Alguns dos gêneros que ainda se apresentam mais controversos são *Phyllanthus* L., *Mabea* Aublet, *Dalechampia* Plumier ex L., e *Croton* L.. Outros sugere-se que devem compor outras famílias como *Amanoa* Aublet (para Phyllanthaceae), *Podocalyx* Klotzsch (para Picrodendraceae), e *Drypetes* (para Putranjivaceae) como a exemplo do que foi feito com *Pera Mutis*, em Peraceae.

O gênero *Cnidoscolus* proposto por Pohl (1827) não foi aceito por botânicos posteriores como Müller (1865, 1866, 1873), Pax (1910), Pax & Hoffmann (1914) e Croizat (1943), permanecendo como seção ou subgênero de *Jatropha* L. por muito tempo. Após diversos trabalhos morfológicos, biomoleculares, de morfologia do pólen, da anatomia do pecíolo e morfologia dos laticíferos, *Cnidoscolus* passou a ser reconhecido pela maior parte dos taxonomistas, alguns dos quais ressaltaram diferenças conspícuas entre este gênero e *Jatropha* L. (Melo & Sales 2008).

Espécies com potencial bioativo e econômico e com problemas taxonômicos merecem mais pesquisa, principalmente no Brasil onde os estudos ainda são poucos quando comparados a grande diversidade vegetal do país.

### 1.2.1. O gênero *Cnidoscolus*

O gênero *Cnidoscolus* Pohl. compreende de 50 a 75 espécies, distribuídas exclusivamente na América tropical e África. Estão concentradas, principalmente em ambientes semi-áridos e subtropicais secos do norte do México e nordeste do Brasil (Luz *et al.* 1999, Webster 1994). As plantas deste gênero destacam-se também por apresentarem tricomas urticantes em quase todas as suas partes vegetativas e florais (*Cnidoscolus*, do grego: *knide* = urtiga, *skolos* = ponta; Soukup 1968) e glândulas peciolares. Estes tricomas, quando tocados, provocam fortes dores localizadas, urticárias e até, em raros casos, desmaios (Lutz 1914, Muenscher 1958).

A Região Nordeste do Brasil é um dos prováveis centros de diversidade de *Cnidoscolus*, onde são encontradas cerca de 10 espécies (Macbride 1951). Os tratamentos taxonômicos que referem espécies brasileiras são obras clássicas e muito antigas, como o “Plantarum Brasiliae icones et descriptiones” de Pohl (1827), as monografias de Müller (1873) na “Flora Brasiliensis” e de Pax (1910) no “Das Pflanzenreich”. Este gênero tem número inexpressivo de amostras depositadas nos herbários e estas, frequentemente, são de má qualidade. Isto, provavelmente, deve-se a presença dos tricomas urticantes.

Uma espécie muito estudada no Brasil é *Cnidoscolus phyllacantus* (faveleira) que se destaca no semi-árido nordestino devido sua grande resistência aos períodos de estiagem sendo

bastante utilizada na alimentação humana e animal, produção de medicamentos, madeira e ainda na recuperação de áreas degradadas. Outra espécie muito encontrada no Brasil, porém ainda pouco estudada é *Cnidoscolus pubescens*, conhecida por "urtiga-de-mamão" ou "arre-diabo".

### **1.2.2. *Cnidoscolus pubescens***

*Cnidoscolus pubescens* é uma planta muito urticante e lactescente dotada de copa arredondada ampla e rala que pode medir de 6 a 10 m de altura. Seu tronco ramificado e cilíndrico que pode medir de 25 a 45 cm de diâmetro, possui casca quase lisa de cor grisácea e finos espinhos transparentes muito urticantes que se ramificam de protruções espalhadas em pontos esparsos dos ramos. Suas folhas são alternas, simples, longopecioladas, 3-5-lobadas, de margens levemente denticuladas, com 20 a 30 cm de largura e cor verde clara. Floresce durante os meses de outubro a dezembro e os frutos amadurecem de maio a julho. Suas inflorescências ocorrem em cimeiras terminais, com flores de cor branca. O fruto é do tipo cápsula lenhosa trugonada, com a superfície dotada de espinhos urticantes, indescente, muito dura, contendo de 1 a 3 sementes.

*Cnidoscolus pubescens* é uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófita, pioneira, de frequência elevada, porém muito descontínua, característica e exclusiva da caatinga arbórea e da mata pluvial atlântica de tabuleiro. Esta espécie corre nos estados de Goiás, Bahia, Piauí, Pernambuco, Minas Gerais e Espírito Santo (Lorenzi 1998). Podendo ser encontrada também no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Também é uma planta rústica e de rápido crescimento alcançando facilmente 3 m de altura aos 2 anos de idade, podendo ser incluída em programas de reflorestamentos heterogêneos destinados a recuperação da vegetação de áreas degradadas. Possui madeira leve, macia, de textura grossa, grã direita, baixa resistência mecânica e muito suscetível ao apodrecimento podendo ser empregada apenas para caixotaria leve (Lorenzi 1998).



**Figura 4:** Folhas e frutos de *Cnidoscolus pubescens*. Retirado de (<http://www.arvores.brasil.nom.br/new/cansancao/index.htm>), acessado em 20/10/2015.

Muitas vezes é considerada pelos pecuaristas como planta daninha, pelo vigor e persistência de seu crescimento, possíveis intoxicações de animais pelo forrageio e irritações devido aos espinhos urticantes (Lorenzi 1998).

Apesar da ampla ocorrência e do grande potencial bioativo de *Cnidoscolus pubescens* nenhuma descrição anatômica nem testes fitoquímicos foram encontrados para a espécie.

### **1.3. Anatomia do Lenho e da Folha**

A anatomia do lenho é o ramo da ciência que procura conhecer e descrever os diversos tipos celulares que compõe o xilema secundário, suas funções, organização e peculiaridades estruturais (Esaú 1965). A diversidade estrutural no xilema secundário está em grande parte condicionada às variações ambientais relacionadas com o grau de umidade disponível, a taxa de transpiração, à sazonalidade hídrica e à necessidade de investimento em resistência mecânica (Carlquist 2001). Outros caracteres próprios de algumas famílias e gêneros que se enquadram em determinadas tendências ecológicas, contribuem para a compreensão do crescimento, adaptação ao ambiente e distribuição geográfica das espécies sob o ponto de vista da seleção de características (Barros *et al.* 2006). A anatomia do lenho tem se mostrado importante também no estudo do arranjo interno das famílias e das prováveis afinidades entre diferentes táxons, contribuindo para o esclarecimento das relações filogenéticas entre as plantas. É muito

importante ainda no estudo das florestas tropicais uma vez que possibilita a identificação de espécies sem material reprodutivo (IPT 1985).

Com isso o estudo da anatomia do lenho vem sendo utilizado a mais de um século para investigações taxonômicas, filogenéticas e evolutivas, destacando-se, ainda, na determinação do uso potencial de madeiras e na compreensão de aspectos ambientais e de conservação (Callado *et al.* 2001, Barros *et al.* 1997 2001, Teixeira 1977, Paula *et al.* 2000).

Outra grande fonte de informações sobre a fisiologia, ecologia e filogenia das plantas é a folha. A folha é o principal órgão responsável pela fotossíntese e transpiração das plantas vasculares (Martin & Juniper 1970, Esaú 1974). A descrição da anatomia da folha destina-se ao conhecimento dos diversos tipos de células suas funções, organização e peculiaridades estruturais. O valor taxonômico e ecológico do estudo da anatomia foliar já é muito conhecido na literatura (Stace 1965).

Algumas características anatômicas da lâmina foliar como frequência dos estômatos e tricomas, tamanho, formato e espessura do limbo foliar, cutícula, mesofilo e epiderme, estão intimamente relacionadas a condições ambientais específicas como a temperatura, disponibilidade hídrica, luminosa e de nutrientes e estresses relacionados à poluição e competição (Taiz & Zeiger 2004; Baas 1973; Ribeiro & Barros 2006). O estudo de tais características nos permite inferir muitos aspectos adaptativos da planta e suas estratégias de sobrevivência. Permite também entender melhor sua abrangência em relação ao tipo de vegetação, temperatura, solo e regime hídrico (Vogelmann & Martin 1993). Outras características anatômicas da folha como a forma do limbo e pecíolo, tipo de estômato, presença e tipo de domácias, glândulas secretoras, tricomas, ornamentações cuticulares, cristais, metabólitos especiais e a organização do mesofilo, epiderme e dos feixes vasculares, são específicas em nível de espécie, gênero e família permitindo agrupar ou separar espécies ou gêneros inteiros. O estudo dessas características tem demonstrado ser uma ótima ferramenta em estudos filogenéticos e taxonômicos.

Neste sentido os estudos em anatomia da folha e do lenho são de grande importância para o conhecimento da flora contribuindo para a sua preservação. Estudos mais aprofundados sobre as estruturas secretoras e os metabólitos especiais presentes nestes órgãos são muito importantes na elucidação de mecanismos específicos do metabolismo e fisiologia da planta.

#### **1.4. Estruturas secretoras**

O estudo de estruturas secretoras em plantas vem contribuindo para diferentes áreas da botânica recebendo enfoques ecológico, funcional, econômico e taxonômico. As estruturas

secretoras são constituídas por uma célula ou grupo de células capazes de produzir exsudados que exercem diferentes funções nas plantas, podendo ser mantidos no interior da célula secretora ou serem externalizados (Fahn 1979). Estas estruturas se desenvolvem a partir de diferentes tipos de tecidos meristemáticos e, em geral, sofrem transformações relativamente rápidas durante sua diferenciação. Os processos de diferenciação geram especializações que auxiliam ou otimizam o processo de produção da secreção (Carvalho & Recco-Pimentel 2007). Algumas características citológicas comuns a estas células são paredes primárias delgadas, núcleo grande, citoplasma hialino ou denso, vacúolos pequenos e mitocôndrias numerosas, que evidenciam alta atividade metabólica (Fahn 1979).

As plantas produzem uma grande variedade de secreções, misturas mais ou menos complexas constituídas essencialmente por metabólitos primários (proteínas, polissacarídeos e pectinas) e/ou metabólitos secundários (terpenoides, fenilpropanoides e alcaloides). Tais secreções são sintetizadas e acumuladas em células especializadas que ocorrem isoladas (idioblastos secretores) ou que constituem estruturas altamente diferenciadas (tricomas, emergências, coléteres, canais e laticíferos) (Ascensão 2007). Ao serem liberadas essas secreções podem desempenhar diversas funções como: defesa contra a herbivoria, patógenos, atração de polinizadores e adaptação ambiental (Esaú 1976, Fahn 1979, Cutter 1986).

Dentre os tipos de estruturas secretoras existentes uma das mais importantes são os tricomas secretores, laticíferos e coléteres, objetos de estudo deste trabalho.

#### **1.4.1. Tricomas secretores**

Os tricomas são apêndices epidérmicos que se projetam na superfície, ocorrendo em todos os órgãos vegetais, possuem formas e funções variadas (Theobald *et al.* 1979, Alquini *et al.* 2006). Esses apêndices funcionam como uma barreira que protege o órgão contra a perda de água, excesso de radiação e herbivoria. Devido à grande variedade de formas, de uma maneira simples podem ser divididos em tectores (revestimento) e glandulares (secretores) (Alquini *et al.* 2006). A presença de um tipo específico de tricoma e secreção pode frequentemente identificar espécie, gênero ou família (Theobald *et al.* 1979).

Tricomas secretores usualmente produzem substâncias de natureza lipofílica, geralmente óleos essenciais ricos em terpenoides podendo ainda produzir grande variedade de substâncias do metabolismo secundário, como taninos, mucilagem e substâncias resinosas. As características peculiares das células que as produzem variam de acordo com as substâncias produzidas sendo geralmente compostas por um pedicelo, uni ou multicelular que se insere entre as outras células da epiderme, e a glândula, também uni ou multicelular que se eleva acima da epiderme. O

desenvolvimento dos tricomas secretores se inicia logo nos primeiros estágios de desenvolvimento do órgão no qual está inserido, quando uma célula protodérmica que se apresenta maior que as adjacentes, passa por uma série de alterações metabólicas e divisões periclinais dando origem a glândula. A secreção pode permanecer no protoplasto ou acumular-se entre a cutícula e as paredes externas delgadas e serem liberadas através de poros nestas paredes ou pelo rompimento da cutícula (Fahn 1979; Gonzalez & Arbo 2004).

Um tipo especial de tricoma secretor é o chamado tricoma urticante. Este tipo de tricoma secretor é encontrado apenas em quatro famílias de plantas: Urticaceae, Euphorbiaceae, Loasaceae e Hydrophyllaceae. A estrutura básica destes tricomas urticantes é composta por um pedestal multicelular sobre o qual repousa uma única célula alongada que se afunila até culminar em uma ponta ligeiramente inchada (Thurston & Lersten 1969).

Estes tricomas são conhecidos por conterem substâncias químicas como acetilcolina, histamina e serotonina, que servem como defesa principalmente contra herbívoros (Pollard & Briggs 1984). Quando um animal esbarra contra a planta, a extremidade do tricoma se quebra (muitas vezes no formato de uma seringa) penetra na pele, e os conteúdos são expelidos. Além da reação alérgica, estas substâncias podem provocar muita dor (Castro & Machado 2006). Os resultados da injúria variam dependendo das espécies, desde um leve desconforto e inchaço sobre a área de penetração, até efeitos muito mais graves incluindo relatos de mortes humanas (MacFarlane 1963, Winkler 1922).

A maioria dos estudos sobre os conteúdos químicos de tricomas urticantes se concentra em membros da família Urticaceae. Poucas pesquisas vêm sendo realizadas com tricomas urticantes de outras famílias. Pesquisas com métodos mais modernos e utilizando um número maior de espécies de Urticaceae bem como as espécies *Cnidoscolus oligandrus* (Cordeiro *et al.* 1983) e *Cnidoscolus stimulosus* (Willis 1969) da família Euphorbiaceae, concluíram que não é uma regra a presença de histamina, acetilcolina e serotonina, sendo totalmente ausentes na secreção dos tricomas de algumas espécies (Robertson & MacFarlane 1957, Willis 1969, Oelrichs & Robertson 1970, Thurston 1974).

Segundo Wagner *et al.* (2004), recentemente pesquisadores têm focado suas pesquisas sobre os tricomas secretores buscando entender e explorar a habilidade dessas estruturas para secretar compostos químicos. Além da importância econômica, podem ser utilizados com diversos propósitos, especialmente como fármacos, pesticidas naturais, aromatizantes, fragrâncias e fins alimentícios (Bonzani *et al.* 1997, Pascual *et al.* 2001, Aguiar & Costa 2005).

### 1.4.2. Laticífero

O laticífero é uma estrutura secretora interna que permite o extravasamento de sua secreção apenas no caso de seu rompimento geralmente causado por uma injúria. Têm por função participar no processo de cicatrização dos ferimentos do vegetal e na defesa contra microrganismos invasores e predadores. Ocorrem em mais de 20 famílias botânicas incluindo monocotiledôneas e dicotiledôneas o que demonstra ser uma característica polifilética.

Os laticíferos estão divididos em dois grupos principais: os laticíferos articulados e não-articulados. Esta classificação não apresenta relações entre grupos taxonômicos podendo ocorrer diferentes tipos de laticíferos em diferentes espécies de uma família. Os laticíferos não-articulados são multinucleados e se desenvolvem a partir de uma única célula que se alonga muito com o crescimento da planta. Podem ainda ser ramificados ou não-ramificados. Os laticíferos articulados consistem de séries simples ou ramificadas de células que são normalmente alongadas e se fundem para formar o laticífero. As paredes terminais destas células podem permanecer inteiras, tornarem-se porosas ou desaparecerem completamente. No último caso, o resultado final é uma estrutura longa e multinucleada como encontrada nos laticíferos não-articulados. Para diferenciá-los, é necessário um estudo ontogenético do laticífero.

O látex que é produzido e contido no interior do laticífero tem uma composição muito variada, e apresenta muitas vezes a cor branca, podendo ainda ser de várias outras cores ou até mesmo incolor. O látex é uma suspensão ou emulsão que pode conter principalmente borracha, terpenos (óleos essenciais, resinas), ceras, polissacarídeos, taninos, alcaloides, ácidos orgânicos, amido, proteínas e sais. Segundo Fahn (1979) a borracha não é um componente universal.

A presença de laticíferos é uma característica marcante da família Euphorbiaceae sendo uma característica importante para a delimitação de alguns gêneros como *Euphorbia L.*, *Jatropha L.*, *Hevea Aubl.*, *Manihot Mill.*, *Croton L.* e *Cnidoscolus* (Rudall 1987).

### 1.4.3. Coléteres

Os coléteres são estruturas secretoras encontradas em numerosas famílias de Angiospermas, estando presentes em 379 gêneros de 60 famílias de dicotiledôneas (Thomas 1991). São constituídas por um eixo central alongado, formado por parênquima fundamental, circundado por um estrato epidérmico em paliçada, sendo as células epidérmicas responsáveis pela secreção (Thomas 1991, Da Cunha & Vieira 1997).

O seu exsudato pode ser constituído majoritariamente por mucilagem ou uma mistura de mucilagem, resinas e substâncias lipofílicas tais como ácidos graxos e compostos fenólicos. A presença de proteínas relacionadas à defesa também já foi detectada na secreção dos coléteres de

algumas espécies (Klein *et al.* 2004; Miguel *et al.* 2006; Vieira *et al.* 2006). A função biológica desse exsudato envolve o aumento da proteção dos tecidos meristemáticos e de órgãos em desenvolvimento, lubrificando e evitando que sofram com a dessecação, herbivoria, ação de fitófagos e proliferação de fungos e outros patógenos (Thomas *et al.* 1989, Demarco 2005).

O uso do termo "coléter" varia entre diferentes autores devido ao critério usado ao definir estas estruturas, como morfologia, localização e natureza química da secreção (Leitão & Cortelazzo 2008). O termo coléter neste trabalho levou em consideração a composição e a função do exsudado bem como sua anatomia e ontogênese, devendo ter origem tanto epidérmica quanto subepidérmica (Thomas 1991, Klein *et al.* 2004, Miguel *et al.* 2006, Mayer 2011).

O mecanismo de secreção, ou seja, a forma pela qual o exsudato dos coléteres é externalizado pode variar de acordo com a espécie. Quando há ocorrência de poros na superfície da estrutura, acredita-se que eles sejam o canal para a saída da secreção (Vitarelli & Santos 2009). Quando há cutícula, esta se rompe e o material é, então, liberado para o espaço extracelular (Thomas 1991, Curtis & Lersten 1974, Fjell 1983, Mohan & Inamdar 1986).

Após sua fase secretora os coléteres, em geral, entram em processo de senescência. Um processo que pode envolver morte celular programada. O fato de ser uma estrutura que inicia seu processo secretor no início de seu desenvolvimento e que possui um tempo de vida curto faz dessa estrutura um excelente modelo para o estudo da senescência e morte celular programada em plantas.

## **1.5. Senescência**

A senescência tem sido definida como um evento regulado geneticamente que leva à morte as células, órgãos ou organismos. Em plantas, a senescência é acompanhada por mudanças morfológicas e alterações nas propriedades bioquímicas e biofísicas do metabolismo. O processo parece começar no núcleo com a degradação de RNAs que codificam certas proteínas no citoplasma, resultando na alteração da membrana plasmática, perda de atividade enzimática ligada à membrana e perda da capacidade homeostática da célula (Noodén & Leopold 1988, Hoeberichts *et al.* 2005).

Em nível de órgão ou tecido, a senescência geralmente é considerada um processo benéfico que permite que a planta se livre de estruturas antigas ou efêmeras ou ainda na prevenção do aparecimento de ambientes agressivos como a queda das folhas decíduas (Roach 1993).

A ocorrência desse processo ainda não está totalmente elucidada em cada um dos diversos órgãos das plantas. A senescência em folhas, por exemplo, pode envolver degradação

de proteínas, de clorofilas, de ácidos nucleicos e de membranas seguidas pelo transporte de produtos de degradação para outros tecidos da planta. Em frutas e legumes, ocorre a perda das clorofilas, associada a mudanças estruturais e liberação de ácidos celulares e enzimas degradativas (Hodges & Forney 2000).

Em coléteres, processos de senescência têm sido observados e anatomicamente bem caracterizados como em *Aganosoma* e *Gardenia* (Dave *et al.* 1987, 1988), *Roupeia* (Thomas *et al.* 1989), *Mandevilla* (Apezzato-da-Glória & Estelita 2000), *Bathysa* (Miguel 2010), *Alseis* (Tullii *et al.* 2013) e *Palicourea* (Tullii *et al.* 2014). De um modo geral as características observadas são: mudança na coloração do coléter que deixa de ser clara e passa a ser marrom, retração e degeneração do citoplasma de maneira basipetalar. Porém as alterações ultraestruturais decorrentes desse processo ainda não foram totalmente desvendadas. Segundo Thomas (2003) o processo de senescência nos coléteres está relacionado com o volume metabólico direcionado a produção de secreção, distanciando-se da biossíntese de substâncias essenciais que com o tempo podem levar este tecido a um tipo de morte celular programada.

A maioria dos casos de senescência de órgãos em plantas representa um evento de morte celular programada, pelo fato do processo ser geneticamente determinado, sob o controle de reguladores endógenos e requerer ativação ordenada por genes específicos (Hadfield & Bennett 1997).

Van Doorn (2011) assumiu que a morte celular programada em plantas pode ser dividida em duas grandes classes: autolítica e não autolítica. Na morte autolítica observa-se liberação de hidrolases vacuolares com a ruptura do tonoplasto, seguida de eliminação rápida de todo citoplasma e, por vezes, da maior parte das paredes celulares. Na morte não-autolítica a ruptura do tonoplasto e a eliminação do citoplasma ocorrem somente após a célula estar morta.

De um modo geral a morte celular programada em plantas pode ser caracterizada pelos eventos de retração do citoplasma, alteração na morfologia nuclear e posterior fragmentação do DNA (Green & Kroemer 1998, Danon *et al.* 2000, McCabe & Leaver 2000, Doorn & Woltering 2005).

## **2. Objetivos:**

### **2.1. Objetivo Geral:**

Caracterizar a anatomia foliar, do lenho e das estruturas secretoras de *Cnidoscolus pubescens* (Euphorbiaceae); bem como descrever o processo de formação e senescência das estruturas secretoras.

### **2.2. Objetivos Específicos:**

- Caracterizar o sistema fundamental, vascular e de revestimento da lâmina foliar e pecíolo de *Cnidoscolus pubescens* (Euphorbiaceae).
- Caracterizar a anatomia do lenho de *Cnidoscolus pubescens* (Euphorbiaceae).
- Caracterizar anatomicamente os tricomas, coléteres, laticíferos e idioblastos de *Cnidoscolus pubescens* (Euphorbiaceae).
- Descrever o processo de ontogênese e senescência de coléteres da estípula e do pecíolo de *Cnidoscolus pubescens*.

**Adaptações estruturais da folha de *Cnidoscolus pubescens* Pohl  
(Euphorbiaceae) com ênfase nos mecanismos de defesa dos coléteres e  
tricomas**

**Jonas de Brito Marques Campolina, Guilherme Rodrigues Rabelo, Camilla Ribeiro  
Alexandrino & Maura Da Cunha**

*<sup>1</sup>Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Biologia Celular e Tecidual,  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de  
Janeiro, Brasil.*

*\*Corresponding author: Maura Da Cunha*

*Adress: Av. Alberto Lamego 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de  
Janeiro, Brazil. CEP 28013-602; Fone 55 2227397263, Fax 55 22 27397178.*

*e-mail – maurauenf@gmail.com*

**Trabalho a ser submetido ao South African Journal of Botany**

## RESUMO

Em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas da região Noroeste Fluminense pode ser encontrada a espécie *Cnidoscolus pubescens* pertencente à família Euphorbiaceae. Existem poucos estudos acerca desta espécie cuja presença de tricomas urticantes e glândulas peciolares são características marcante. Ademais, caracteres anatômicos da folha vêm se mostrando muito importantes para a taxonomia deste grupo a nível genérico e específico. Além disso, alguns integrantes deste gênero possuem grande potencial medicinal ou tóxico. Neste sentido, este trabalho visa caracterizar a anatomia da folha de *Cnidoscolus pubescens* bem como suas características teciduais e de estruturas de defesa. As folhas possuem epiderme uniestratificada; anfiestomática; mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico composto por uma camada única; parênquima lacunoso com 8 a 12 camadas de células; ornamentação cuticular; presença de numerosos cristais do tipo drusa. O pecíolo apresenta: subepiderme múltipla; camada clorenquimatosa associada a laticíferos; colênquima angular; floema associado a laticíferos do tipo articulado anastomosado. Os tricomas urticantes são formados: por uma única célula tubular alongada; com base cilíndrica ou cônica; paredes silicosas rígidas, situada sobre uma base multicelular. As características anatômicas foliares de *C. pubescens* estão em linhas gerais de acordo com o descrito para outras espécies do gênero. O grande investimento em mecanismos de defesa reflete a sua grande adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. O fato de a planta perder todas as suas folhas durante as épocas mais secas pode estar relacionado ao fato de suas folhas não apresentarem características anatômicas notadamente voltadas para o xeromorfismo. Apesar de altamente indicada para uso em reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas à presença do látex possivelmente tóxico e dos tricomas urticantes faz com que restrições ao seu uso devam ser analisadas.

**Palavras-chave:** Tricomas urticantes, laticíferos, cristais de oxalato, anatomia foliar

## INTRODUÇÃO

A folha é o principal órgão responsável pela fotossíntese e transpiração das plantas vasculares com importância também na defesa contra patógenos (Martin & Juniper 1970, Esau 1974). A descrição da anatomia da folha destina-se ao conhecimento dos diversos tipos de células suas funções, organização e peculiaridades estruturais. A folha é uma grande fonte de informações sobre a fisiologia, ecologia e filogenia das plantas (Stace 1965).

Algumas características anatômicas da lâmina foliar como frequência dos estômatos e tricomas, tamanho, formato e espessura do limbo foliar, cutícula, mesofilo e epiderme, estão intimamente relacionadas às condições ambientais específicas como a disponibilidade hídrica, luminosa e a temperatura (Baas 1973, Taiz & Zeiger 2004, Ribeiro & Barros 2006). O estudo de tais características nos permite inferir muitos aspectos adaptativos da planta e suas estratégias de sobrevivência. Permite também entender melhor sua abrangência em relação ao tipo de vegetação, temperatura, solo e regime hídrico (Vogelmann & Martin 1993). Algumas características anatômicas da folha são específicas no nível de espécie, gênero e família permitindo agrupar ou separar espécies ou gêneros inteiros. Estas características podem ser a forma do limbo e pecíolo, tipo de estômato, presença e tipo de domácias, glândulas secretoras, tricomas, ornamentações cuticulares, cristais, metabólitos especiais, a organização do mesofilo, da epiderme e dos feixes vasculares. O estudo dessas características tem demonstrado ser uma ótima ferramenta em estudos filogenéticos e taxonômicos (Thakur 2011).

*Cnidocolus pubescens* pertence à família Euphorbiaceae não possui estudos publicados quanto a sua anatomia foliar. A presença de tricomas urticantes, laticíferos e glândula peciolar são características marcantes das espécies deste gênero (Melo & Sales 2008). O gênero *Cnidocolus* não foi aceito por botânicos durante muito tempo, porém após diversos trabalhos morfológicos, da anatomia do pecíolo (Miller & Webster 1961), e morfologia dos laticíferos (Rudall 1987), *Cnidocolus* passou a ser reconhecido pela maior parte dos taxonomistas (Melo & Sales 2008).

*Cnidocolus pubescens*, também chamada de arre-diabo, é uma planta arbórea pioneira, decídua, seletiva xerófita, característica da caatinga arbórea e da mata pluvial atlântica de tabuleiro (Lorenzi 1998). São consideradas por muitos fazendeiros como daninha pelo potencial dano causado aos animais tanto pela intoxicação ao látex quanto pelas injúrias causadas pelos tricomas urticantes (Oliveira 2008).

Tricomas urticantes são conhecidos por conterem substâncias químicas como, acetilcolina, histamina e serotonina, que servem como defesa principalmente contra herbívoros (Pollard & Briggs 1984). Além da reação alérgica, estas substâncias podem provocar muita dor

(Castro & Machado 2006). Os resultados da injúria variam dependendo das espécies, desde um leve desconforto e inchaço sobre a área de penetração, até efeitos muito mais graves incluindo relatos de mortes humanas (MacFarlane 1963, Winkler 1922). Os tricomas de *C. pubescens*, quando tocados, provocam fortes dores localizadas, urticárias e até, em raros casos, desmaios (Lutz 1914; Muenscher 1958).

A presença de laticíferos é uma característica marcante da família Euphorbiaceae sendo uma característica importante para a delimitação de alguns gêneros como *Euphorbia L.*, *Jatropha L.*, *Hevea Aubl.*, *Manihot Mill.*, *Croton L.* e *Cnidoscolus Pohl* (Rudall 1987). O laticífero é uma estrutura secretora interna que permite o extravasamento de sua secreção apenas no caso de seu rompimento geralmente causado por uma injúria. Têm por função participar no processo de cicatrização dos ferimentos do vegetal e na defesa contra microrganismos invasores e predadores.

Os estudos em anatomia da folha são de grande importância também para o conhecimento da flora contribuindo para a sua preservação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho visa o conhecimento da estrutura anatômica foliar da espécie, suas características adaptativas ao ambiente e estruturas de defesa. Além, da busca de informações acerca dos possíveis usos ou perigos da espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O material botânico foi coletado em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, localizada na margem direita do Rio Muriaé (21°11'44.30"S; 41°50'51.30"O), próximo à entrada do município de Itaperuna, noroeste do estado do Rio de Janeiro.

O clima da região é classificado como Aw, tropical com estação seca de inverno, segundo Köppen (Alvares *et al.* 2014). A região possui um verão quente e chuvoso de outubro a março com temperaturas médias de 26 °C, e um inverno frio e seco de abril a setembro com temperaturas médias de 19 °C. O mês de dezembro é o mais chuvoso com média de 247,5 mm enquanto na estiagem, o mês de agosto tem média de 15 mm de chuva. A região tem como principais tipos de solo as associações de latossolo alaranjado e latossolo vermelho podzólico (Martin *et al.* 1997). Toda região é drenada pelo Rio Muriaé, afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, e seus afluentes.

Indivíduos foram identificados, e exemplares da espécie foram depositadas no herbário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – HUENF- número H9455. Para

fins de descrição foram coletadas folhas totalmente desenvolvidas de ramos vegetativos de até três indivíduos com mais de 10 cm de diâmetro a altura do peito (DAP).

Fragmentos do pecíolo, nervura central, limbo foliar e tricomas urticantes foram fixados em uma solução de glutaraldeído 2,5 %, formaldeído 4,0 % e tampão cacodilato de Sódio 0,05 M em pH 7,2, por duas horas. Todos os fragmentos foram pós-fixados em uma solução de tetróxido de Ósmio 1 % e tampão cacodilato de Sódio 0,05 M, à temperatura ambiente por duas horas. As amostras foram lavadas, desidratadas em série etílica, infiltradas e incluídas em Historessina (Historessin, Leica Instruments). Em micrótomo rotativo de mesa Leica SM 2010R (SLEE Technik GmbH), foram retirados cortes seriados entre 3 e 5 micrometros com auxílio de faca de tungstênio. Os cortes obtidos foram corados com azul de toluidina 1 % por 1 minuto. Lâminas permanentes foram montadas, seladas com Entellan® e observadas em microscópio de campo claro (Axioplan ZEISS). Imagens foram capturadas com a câmera digital Cannon Power Shot 14 mpixel (acoplada ao microscópio) com o auxílio do programa Axiovision (ZEISS).

Para análise dos laticíferos e demais estruturas da epiderme em vista frontal, parte das amostras foram diafanizadas. Para isso, as amostras foram colocadas em solução de cloro 0,2% por 48h e em seguida lavadas com água destilada. Lâminas semipermanentes foram montadas com solução aquosa de glicerina 50 % (O'Brian & McCully 1981). As amostras foram observadas e imagens registradas da mesma forma que as lâminas permanentes.

Para análises em microscopia eletrônica de varredura, após etapas de desidratação, amostras da folha, nervura central, pecíolo e tricomas urticantes foram submetidos ao ponto crítico com o auxílio do aparelho Bal-Tec Critical Point Dryer® CPD 030. Em seguida, os fragmentos secos foram afixados com fita adesiva de carbono em suportes próprios e metalizados com uma fina camada de ouro de 20 nm (Bal-Tec Sputer Coater SCD 050). As amostras foram observadas e imagens obtidas no microscópio eletrônico de varredura ZEISS - DSEM 962 a uma voltagem de 25 KV.

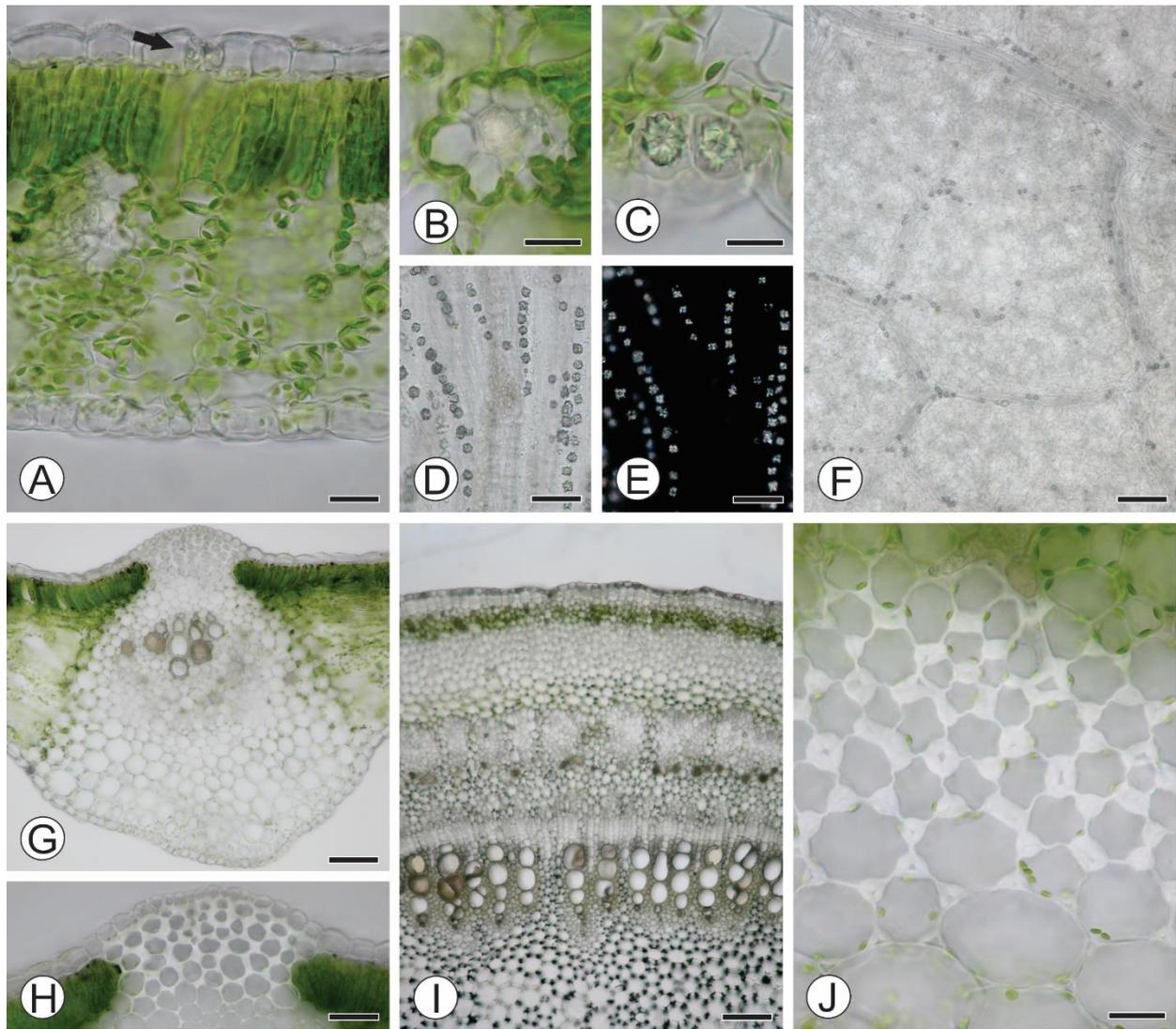
## RESULTADOS

As folhas de *Cnidocolus pubescens* são 3-5 palmatilobada, palmatinérveas e o número de nervuras primárias pode ser de 5 ou 7, sendo geralmente superior ao número de lobos. *C. pubescens* apresenta epiderme anfiestomática sendo os estômatos da face adaxial menos frequentes que na face abaxial e diacíticos, enquanto os da face abaxial são anomocíticos (Figs. 1 A e 2 C-F). Os estômatos ocorrem no mesmo nível da epiderme que possui paredes anticliniais bastante sinuosas (Figs. 1 A e 2 C-F). Nota-se ornamentação da cutícula muito proeminente na

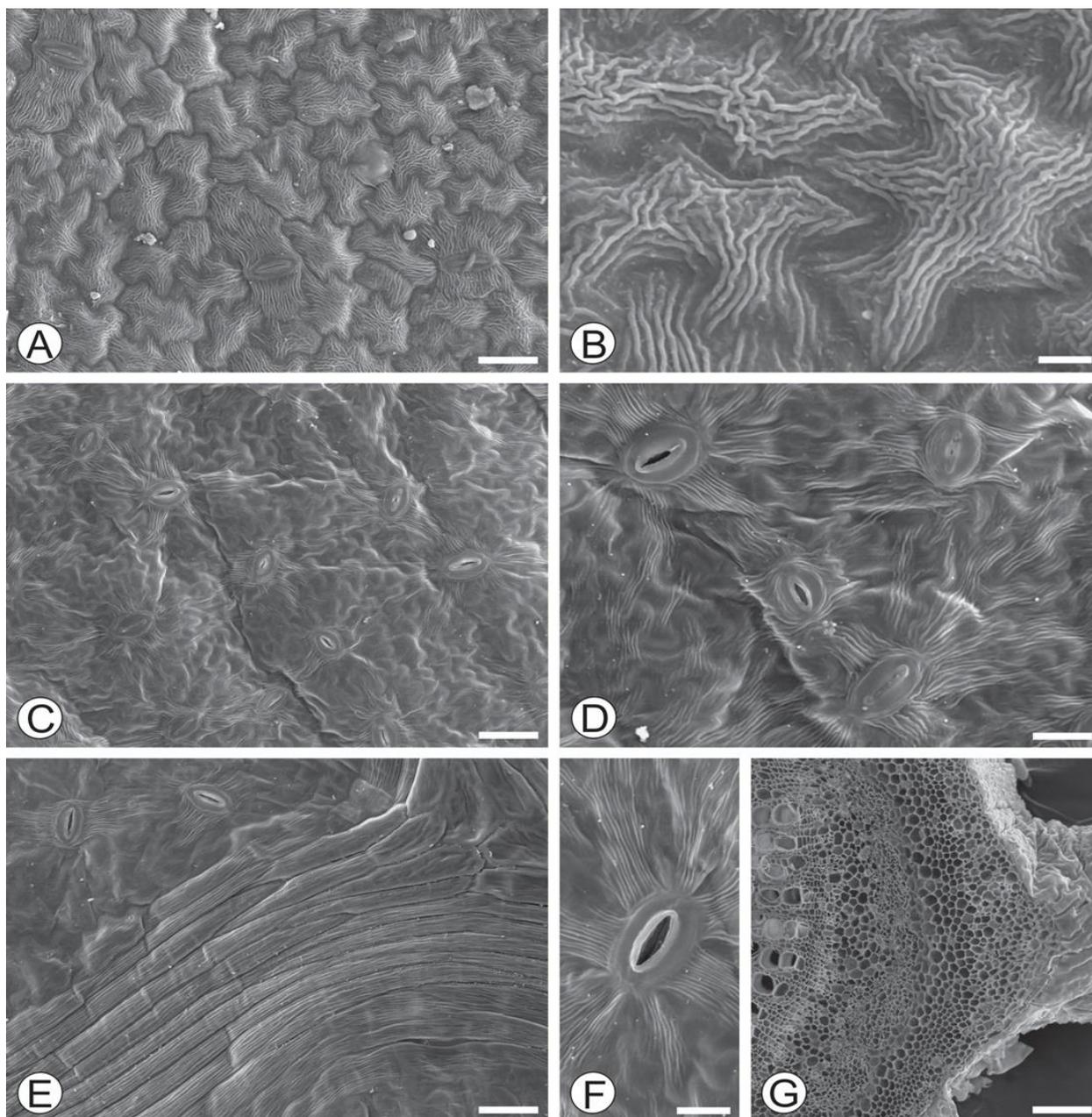
face adaxial da epiderme (Fig. 2 A) e menos proeminente, restrita aos arredores dos estômatos, na face abaxial (Figs. 2 C-F).

*Cnidoscolus pubescens* possui mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico composto por uma camada de células única bastante alongada e sem espaços intercelulares (Fig. 1 A). O parênquima lacunoso é constituído por 8 a 12 camadas de células de tamanho variado e com bastante espaço intercelular (Fig. 1 A). Feixes vasculares podem ser vistos rodeados por uma bainha de uma camada de células parenquimáticas (Fig. 1 B). Sua epiderme é uniestratificada com células de formato achatado e tamanho semelhante entre ambas as faces (Fig. 1 A). Nota-se também a presença de numerosos cristais do tipo drusa tanto na epiderme quanto mesofilo, porém sua distribuição se concentra nos arredores dos feixes vasculares (Figs. 1 C-F). A nervura central possui formato biconvexo e é caracterizada pela interrupção do parênquima paliçádico por colênquima angular na face adaxial angular (Figs. 1 G,H). Os feixes vasculares ocorrem em número que varia de 3 a 7 e na porção abaxial ocorre apenas a presença de parênquima de preenchimento (Figs. 1 G).

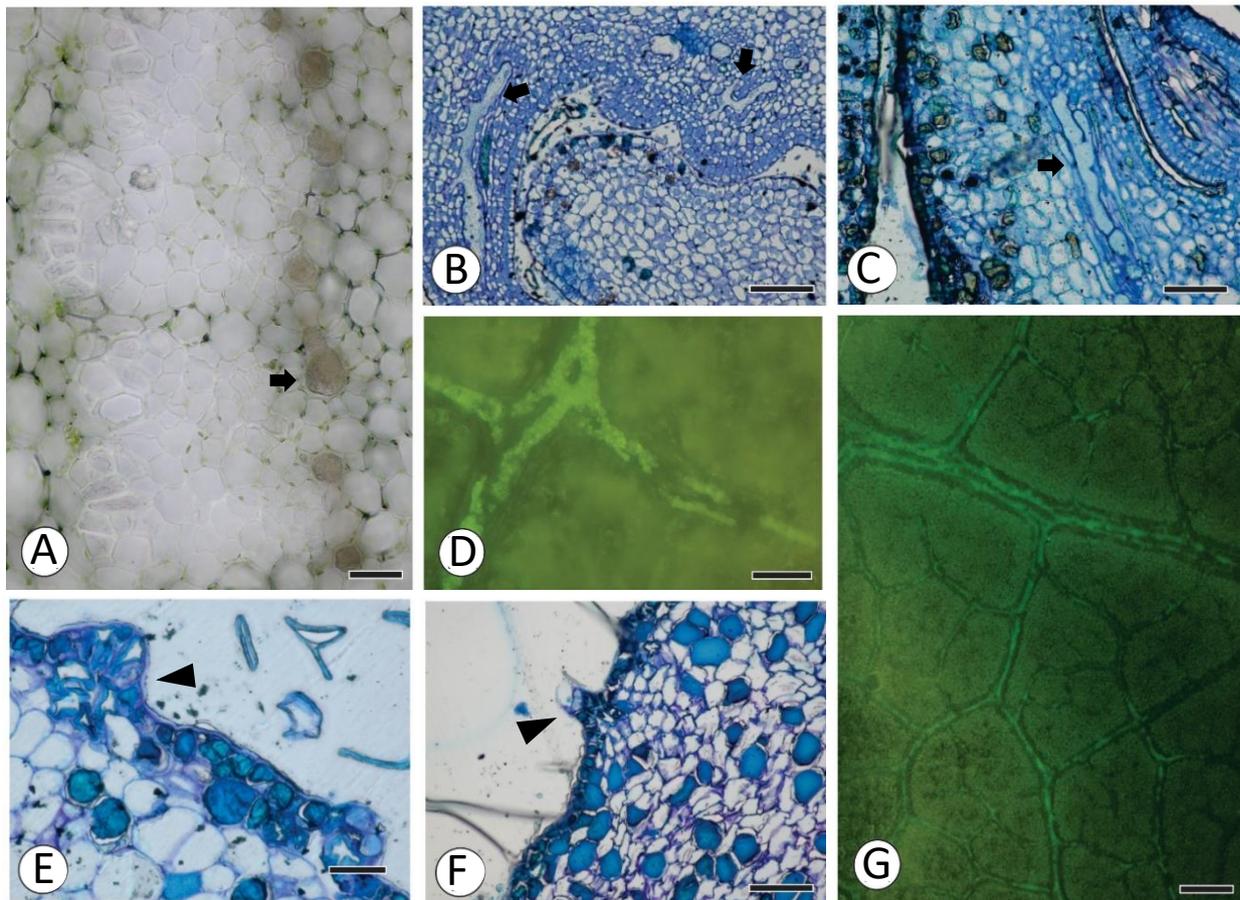
O pecíolo é caracterizado por uma camada epidérmica, múltiplas camadas subepidérmicas e uma camada clorenquimatosa associada a canais laticíferos (Fig 1 I). A epiderme é constituída por células de menor tamanho e formato arredondado. Abaixo da camada clorenquimatosa ocorre uma camada de colênquima angular (Fig. 1 J) e em seguida, o floema também associado a inúmeros canais laticíferos (Figs. 3 A-D, G). Os laticíferos são do tipo anastomosado articulado (Fig 3 B,C, G) . Fibras do esclerênquima são notadas próximo ao floema. A presença de laticíferos ocorre tanto próxima ao parênquima paliçádico, quanto associado aos feixes vasculares. O xilema ocorre na forma de numerosos feixes concêntricos que cercam uma medula parenquimática (Figs. 1 I e 2 G).



**Figura 1:** Microscopia óptica de folha e pecíolo. A: Corte transversal do limbo foliar evidenciando estômato na face adaxial da epiderme. B: Detalhe de corte transversal do limbo foliar evidenciando feixe vascular rodeado por bainha de células. C: Detalhe de corte transversal do limbo foliar evidenciando cristais do tipo drusa em um estômato. D-F: Vista frontal de folha diafanizada evidenciando a presença de cristais do tipo drusa ao longo de todo sistema vascular. G e H: Corte transversal da nervura central da folha e detalhe do colênquima angular que interrompe o parênquima paliçádico na nervura. I e J: Corte transversal do pecíolo e detalhe do colênquima angular. Barras: A e H: 50 $\mu$ m; B, C e J: 20 $\mu$ m; D e E: 100 $\mu$ m; F, G e I: 200 $\mu$ m.

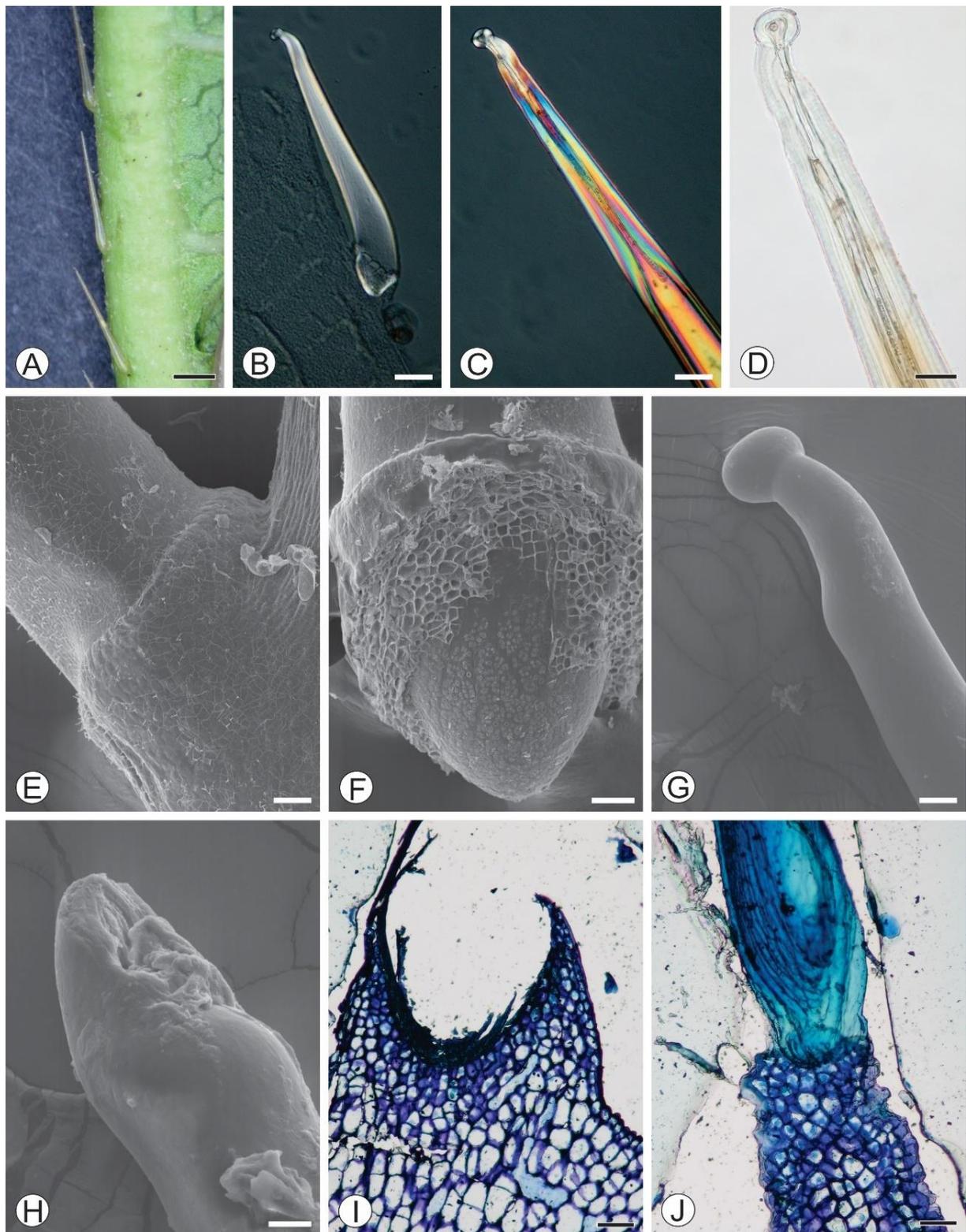


**Figura 2:** Microscopia eletrônica de varredura de folha e pecíolo. A e B: Vista frontal da face adaxial da epiderme foliar onde nota-se ornamentação da cutícula. C a F: Vista frontal e detalhe da face abaxial da epiderme foliar onde nota-se uma grande quantidade de estômatos. G: Corte transversal de um pecíolo na região de inserção de um tricoma urticante. Barras: A, C e E: 25 $\mu$ m; B, D e F: 10 $\mu$ m; G: 100 $\mu$ m.



**Figura 3:** Microscopia óptica do pecíolo e primórdios foliares. A: Corte transversal do pecíolo evidenciando os canais laticíferos próximos ao floema abaixo do esclerênquima B e C: corte longitudinal dos primórdios foliares mostrando o início da formação dos laticíferos. D e G: Vista frontal de folha diafanizada sob luz fluorescente, evidenciando a presença de laticíferos ao longo de todo sistema vascular. E e F: Corte transversal da glândula do pecíolo evidenciando-se o início da formação de um tricoma urticante. Seta: laticífero. Cabeça de seta: surgimento do tricoma urticante. Barras: A e E: 20 $\mu$ m; B e D: 100 $\mu$ m; C e F: 50 $\mu$ m; G: 200 $\mu$ m.

Em *Cnidocolus pubescens* estão presentes tricomas urticantes e não urticantes sendo estes últimos do tipo tector, multicelulares e presentes apenas nas fases imaturas da folha onde formam um indumento pubescente e velutino. Os tricomas urticantes são formados por uma única célula tubular alongada, com base cilíndrica ou cônica, paredes silicosas rígidas, situada sobre uma base multicelular e com um bulbo na ponta que ao se quebrar revela uma abertura oblíqua (Figs. 2 G, 4 A-J). É possível observar laticíferos chegando à célula basal dos tricomas urticantes (Fig. 4 I).



**Figura 4:** Fotografia, microscopia óptica e eletrônica de varredura de tricomas urticantes. A: Fotografia de tricomas urticantes na base da nervura central da folha. B a D: Microscopia em campo claro e sub luz polarizada de um tricoma urticante evidenciando-se o canal interno do tricoma e a sua birrefringência. E, F, I e J: Microscopia óptica e eletrônica de varredura mostrando base do tricoma urticante e sua inserção na epiderme. Nota-se em I, a presença de laticíferos chegando a base do tricoma. G e H: Microscopia eletrônica de varredura mostrando ápice do tricoma urticante evidenciando-se bulbo na ponta e local de rompimento do tricoma. Barras: A: 6mm; B: 100 $\mu$ m; C, I e J: 50 $\mu$ m; D: 20 $\mu$ m; E e F: 100 $\mu$ m; G: 25 $\mu$ m; H: 10 $\mu$ m.

## DISCUSSÃO

A anatomia das folhas, pecíolo, tricomas e laticíferos de *Cnidoscolus pubescens* estão de acordo com a descrição geral para os membros da família Euphorbiaceae (Thakur 2011). As folhas para as espécies do gênero *Cnidoscolus* podem ser palmatinervias e palmatilobadas, pinatilobadas ou inteiras, variando o número de nervuras de 3 a 13 e de lobos foliares de 3 a 7 (Melo & Sales 2008). Desta forma a configuração e número de feixes vasculares, tamanho das folhas e formato do limbo são caracteres importantes para a distinção de espécies dentro de *Cnidoscolus*. A descrição de outras espécies deve considerar ainda características como o número de camadas subepidérmicas da folha, e aspecto da glândula peciolar, uma vez que também são caracteres taxonômicos importantes para a família Euphorbiaceae (Thakur 2011).

A falta de estudos anatômicos de mais espécies dentro do gênero *Cnidoscolus*, não permite inferir comparações relevantes. Características como o tipo de colênquima, ornamentação da cutícula e a presença de cristais do tipo drusa devem ser mais estudadas dentro do gênero para possibilitar melhores comparações. Em *Jathropa*, um gênero próximo de *Cnidoscolus*, caracteres anatômicos foliares como tipo de estômato, tipos de tricoma, formato da parede periclinal, tipo de ornamentação da cera epicuticular, formato das células da epiderme e das nervuras foram utilizados para separar 37 diferentes espécies (Dehgan 1980), demonstrando assim a importância destes caracteres na taxonomia do grupo.

A ocorrência de laticíferos associados ao floema em *Cnidoscolus pubescens* segue um padrão bem conhecido para a maioria dos gêneros dentro da família Euphorbiaceae. O surgimento do laticífero ocorre logo após a formação do floema sendo originado também pelo procâmbio no ápice e câmbio quando no floema secundário (Rudall 1986). A presença abundante de laticíferos associados ao floema juntamente com os cristais do tipo drusa são responsáveis pela proteção deste importante tecido.

O látex tem sido relacionado com defesa da planta por possuir moléculas frequentemente relacionadas a ações contra patógenos e herbívoros. Vários estudos foram realizados com o intuito de evidenciar esta função defensiva (Sessa *et al.*, 2000, Konno *et al.* 2004 e 2006, Agrawal & Konno 2009, PEREIRA *et al.* 2010, Konno 2011).

Dentro da família Euphorbiaceae, podemos encontrar gêneros que possuem laticíferos tanto articulado quanto não articulado, sendo o tipo de laticífero muito variável dentro da família (Rudall 1986). A ocorrência de diferentes tipos de laticífero pode ser utilizada como informação para a sistemática evolutiva dos gêneros dentro da família. Os laticíferos encontrados no gênero *Cnidoscolus* ajudam a reforçar a posição sistemática que o coloca na mesma tribo de *Jatropha* (Rudall 1986). Sendo essencial, porém, para a sua distinção uma vez que os laticíferos são não-

articulados em *Jatropha* e articulados em *Cnidoscolus* (Rudall 1987). Em *Cnidoscolus pubescens* foram encontrados laticíferos do tipo articulados anastomosados, mas o estudo dos laticíferos de um número significativo de espécies dentro do gênero é necessário para se inferir uma característica diagnóstica.

Os tricomas urticantes são fundamentais para evitar a predação de seus mais diversos órgãos, como folhas, flores, frutos e até mesmo casca evitando aproximação e fazendo com que seja evitada em seu meio natural. A estrutura do tricoma urticante é uma perfeita arma contra predadores herbívoros que ao menor contato com estas estruturas faz romper um bulbo em seu ápice deixando exposta uma extremidade inoculante dos conteúdos irritantes (Pollald & Briggs 1984). Além disso, o formato dos tricomas também tem um importante significado taxonômico dentro de toda família Euphorbiaceae, podendo ser do tipo tector, glandular e urticante (Thakur 2011).

Podem ser encontrados diferentes tipos de tricoma urticantes em espécies do gênero *Cnidoscolus*. As variações consistem em base cilíndrica ou turgesciente ao invés de cônica, flácida ao invés de rígida, sustentando uma célula tubular curta ao invés de longa (Melo & Sales 2008). A densidade dos tricomas em *Cnidoscolus* tem caráter ambiental uma vez que pode ser influenciado pela abundância de nutrientes, de chuva e até mesmo pelo grau de herbivoria sofrido pelas plantas (Roberts 2005).

As substâncias urticantes encontradas no interior destes tricomas no gênero *Cnidoscolus* são constituídas principalmente por histamina, acetilcolina e serotonina (Lookadoo & Pollard 1991). Em algumas espécies como *C. angustidens* a irritação se torna muito mais severa devido a presença de proteases no interior dos tricomas (Scheman 2001). A presença de laticíferos e tricomas urticantes demonstram uma característica marcante do grupo que é o grande investimento em defesa. Essas características corroboram com a ecologia da espécie que é pioneira oportunista crescendo vigorosamente em áreas de clareira.

A presença de tricomas lactescentes que expõem látex pelos seus ápices quando rompido já foram relatados para algumas espécies de *Cnidoscolus* (Melo & Sales 2008). Acredita-se que a presença de alguns triterpenoides no látex seja responsável por causar irritações cutâneas quando entram em contato (Scheman 2001). Este tipo de tricoma não foi encontrado em *Cnidoscolus pubescens* apesar dos laticíferos alcançarem a base dos tricomas.

Também são relatados para a maioria das espécies do gênero *Cnidoscolus* a presença de tricomas não urticantes simples, unicelulares revestindo tanto partes vegetativas quanto florais (Melo & Sales 2008). Em *Cnidoscolus pubescens* os tricomas não urticantes estão presentes apenas em órgãos prematuros sendo totalmente perdidos durante o desenvolvimento do órgão.

Melo & Sales (2008), ao fazer o levantamento das espécies do gênero *Cnidoscolus* encontradas em Pernambuco, descreveu espécies restritas as regiões de clima seco, outras restritas a regiões de maior umidade e ainda espécies generalistas presentes em ambos os locais. Para Santos (2006), as espécies do gênero *Cnidoscolus* tendem a ser mais abundante nas áreas com drenagem mais eficiente e com predominância de solos mais pobres, correlacionando ainda à presença de *Cnidoscolus pubescens* a condições de menor disponibilidade de água.

Apesar da maioria das espécies de *Cnidoscolus* ser principalmente de ambiente semiáridos e subtropicais secos a presença de uma folha anfiestomática e o grande número de células compondo o parênquima lacunoso demonstra adaptação *C. pubescens* a um ambiente úmido (Luz *et al.* 1999, Webster 1994). Trabalhos anatomofisiológicos de folhas de plantas de caatinga (Ferri 1955 e 1963, Ferri & Labouriau 1952, Morretes & Ferri 1972, Santos & Grisi 1976) referem que plantas dessa região não apresentam, habitualmente na folha, caracteres xéricos.

*C. pubescens* também não demonstra a maioria das características de adaptação ao xeromorfismo. O município de Itaperuna (Rio de Janeiro, Brasil) é quente, mas não se compara com a baixa umidade das regiões do semiárido. Além disso, este município é cortado por um rio, com a floresta relativamente próxima. Talvez exista uma relação de dependência por um determinado grau de umidade mesmo nas regiões secas. Esse fato pode ser corroborado pela comparação da abrangência desta espécie com as demais do gênero no Brasil, se fazendo presente apenas nas áreas com maior disponibilidade hídrica entre as regiões secas como as áreas de mata. Isto também pode significar que esta planta possui uma grande plasticidade anatômica podendo se adaptar tanto a ambientes mais úmidos, quanto secos. O estudo anatômico de outras espécies deste gênero de mesma ocorrência ou mesmo restritas a outras condições climáticas são fundamentais para o entendimento das relações ambientais e adaptações anatômicas foliares. Em parte, o fato de esta planta perder todas suas folhas durante toda época mais seca pode justificar a ausência de tais caracteres xéricos, uma vez que seu brotamento e desenvolvimento de novas folhas ocorrem sempre em épocas com maior índice pluviométrico.

Todas essas características anatômicas são fundamentais como ferramenta para distinção a nível específico. As características da espécie demonstram grande adaptabilidade e vigor podendo ser indicada para o uso na recuperação de áreas a serem reflorestadas na região. Seu uso, porém, oferece uma série de restrições devido a sua toxicidade devido aos abundantes laticíferos e a presença dos inúmeros tricomas urticantes, sendo dessa forma uma ameaça a animais que venham a fazer uso dessas áreas.

## CONCLUSÃO

*Cnidocolus*, gênero com grande representatividade e potencial, carece ainda de estudos nas mais diversas áreas. O estudo anatômico foliar desta espécie é um primeiro passo para o melhor aproveitamento e entendimento das estratégias adaptativas das espécies do gênero *Cnidocolus*. Entender o porquê das folhas de *C. pubescens* não apresentarem características xéricas deve ser objeto de mais estudos, levando em conta outras espécies do gênero e espécies com diferentes locais de ocorrência. Estudos, em anatomia do lenho, seriam importantes para esclarecer as estratégias de adaptação e a sua relação com a baixa disponibilidade hídrica.

As descrições anatômicas da folha, tricomas urticantes e sistema laticífero acrescentam maiores ferramentas para a identificação taxonômica desta espécie uma vez que não se tem estudos sobre caracteres anatômicos dos representantes deste gênero. *Cnidocolus pubescens* é uma espécie com grande investimento metabólico na produção de proteção contra herbivoria, na forma de cristais de drusa, grande quantidade de laticíferos e de tricomas urticantes. Isto faz dela um interessante alvo para maiores estudos fitoquímicos e de atividade biológicas uma vez que pode ser um risco para os animais ou mesmo fonte de substâncias com potencial medicinal ou industrial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, A. A.; KONNO, K. 2009. Latex: A model for understanding mechanisms, ecology, and evolution of plant defense against herbivory. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 40:311-31.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Met. Zet.* 22 (6): 711-728.
- BAAS, P. 1973. The anatomy of *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. *Blumea* 21: 193-258.
- DEHGAN, B. 1980. Application of epidermal morphology to taxonomic delimitations in the genus *Jatropha* L. (Euphorbiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 80: 257-278.
- CASTRO, M.M. & MACHADO, S.R. 2006. Células e tecidos secretores. In Anatomia vegetal (Apezzato-da-Glória, B & Carmello-Guerreiro, SM eds). Universidade Federal de Viçosa, 2ed.
- ESAU K. 1974. **Anatomia das plantas com sementes**. Tradução: Berta Lange de Morretes. Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 231p.
- FERRI, M.G.; LABOURIAU, L. G. 1952. Water balance of plants from the “caatinga”. I Transpiration of some of the most frequent species of the “caatinga” of Paulo Afonso (Bahia) in the roingslason. *Rev. Bras. Biol.* 12(3): 301-312.

- FERRI, M.G. 1955. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. *Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. S. Paulo Bot.* 12(195): 1-70.
- FERRI, M.G. 1963. Evolução do conceito de xeromorfismo. *Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. S. Paulo Bot.* 19(267): 101-113.
- KONNO, K. 2011. Plant latex and other exudates as plant defense systems: Roles of various defense chemicals and proteins contained therein. *Phytochem.* 72:1510-1530.
- KONNO, K.; ONO, O.; NAKAMURA, M.; TATEISHI, K.; HIRAYAMA, C. 2006. Mulberry latex rich in antidiabetic sugar-mimic alkaloids forces dieting on caterpillars. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:1337-41.
- KONNO, K.; HIRAYAMA, C.; NAKAMURA, M.; TATEISHI, K.; TAMURA, Y. HATTORI, M; KOHNO, K. 2004. Papain protects papaya trees from herbivorous insects: role of cysteine proteases in latex. *Plant J.* 37:370-378.
- LOOKADOO, S.E. & POLLARD, A.J. 1991. Chemical contents of stinging trichomes of *Cnidoscolus texanus*. *J. Chem. Ecol.* 17, 1909–1916.
- LORENZI, H. 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, Plantarum, v.2, 352p.
- LUTZ, O. 1914. The poisonous nature of the stinging hairs of *Jatropha urens*. *Science* 40: 609-610.
- LUZ, J. L. L.; DIÉGUEZ, E. T.; NIEBLAS, M. M. O.; GUTIÉRREZ, F. L. 1999. "Caribe" (*Cnidoscolus angustidens* Torr.), a promising oilseed geophyte from north-west Mexico. *J. Arid Env.* 41: 299-308.
- MACFARLANE, W.V. 1963. The stinging properties of *Laportea*. *Econ. Bot.* 17: 303-311.
- MARTIN, J. T. & JUNIPER, B. E. 1970. **The cuticles of plants.** 1° ed. London, Edward Arnold (Publishers) LTD, 347p.
- MARTIN, L.; SUGUIU, K.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M. 1997. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.** Belo Horizonte, CPRM, 112p.
- MELO, A.L. & SALES M.F. 2008. O gênero *Cnidoscolus* Pohl (Crotonoideae-Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta bot. bras.* 22(3): 806-827.
- MILLER, K.I. & WEBSTER, G.L. 1961. A study of the relationship between *Cnidoscolus* and *Jatropha*. *Am. J. Bot.* 48:1-548.
- MORRETES, B.L. & FERRI, M.G. 1972. Contribuição ao conhecimento da anatomia das folhas de plantas de uma "caatinga" do Rio Negro (Amazonas). *Rev. Biol.* 8(1- 4):97-122.
- MUENSCHER, W.C. 1958. Euphorbiaceae. Pp. 142-152. In: W.C. Muenscher. **Poisonous plants of the United States.** New York, The Macmillan Company.

- O'BRIAN, T.P.; MCCULLY, M.E. 1981. **The study of plant structure: principles and selected methods.** Australia, Termarcarphi Pty Ltd., 352p.
- OLIVEIRA, D.M.; PIMENTEL, L.A.; ARAUJO, J.A.S.; *et al.* 2008. Intoxicação por *Cnidoscolus phyllacanthus* (Euphorbiaceae) em caprinos. *Pesq. Vet. Bras.* 28(1):36-42.
- PEREIRA, D. A.; RAMOS, M. V.; SOUZA, D. P.; PORTELA, T. C. L.; GUIMARÃES, J. A.; MADEIRA, S. V. F.; FREITAS, C. D.T. 2010. Digestibility of defense proteins in latex of milkweeds by digestive proteases of Monarch butterflies, *Danaus plexippus* L.: A 112 potential determinant of plant–herbivore interactions. *Plant Sci.* 179:348-355.
- POLLARD, A.J.; BRIGGS, D. 1984. Genecological studies of *Urtica dioica* L. III. Stinging hairs and plant-herbivore interactions. *New Phytol.* 97:507-522.
- RIBEIRO, M.L.R.C & BARROS, C.F. 2006. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Leguminosae - Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Atlântica. *Acta Bot. Bras.* 20: 839-844.
- ROBERTS, L.A.; PARRA-TABLA, V. 2005. Artificial Defoliation Induces Trichome Production in the Tropical Shrub *Cnidoscolus aconitifolius* (Euphorbiaceae). *Biotropica* 37(2): 251–257.
- RUDALL, P.J. 1987. Laticifers in Euphorbiaceae - a conspectus. *Bot. J. of the Linn. Soc.* 94: 143-163.
- RUDALL, P. 1986. Taxonomic significance of leaf anatomy in Australasian Iridaceae. *World J. Bot.* 6: 277–289.
- SANTOS, A. V. P. & GRISI, B. M. 1976. Anatomia foliar ecológica de algumas plantas da caatinga. *Rev. Bras. Biol.* 36: 773-787.
- SANTOS, R.M. 2006. Variações florísticas e estruturais de sete fragmentos de caatinga arbórea nos municípios de Montalvânia e Juvenília, norte do estado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação (Mestrado) – UFPA, Minas Gerais, Brasil.
- SCHEMAN, A.J. & CONDE, A. 2001. Contact dermatitis from *Cnidoscolus angustidens*. *Contact Dermatitis* 45(1): 39.
- SESSA, R.; BENETT, M. H.; LEWIN, M. J.; MANSFIRLS, J. W.; BEALE, M. H. 2000. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. *J. Biol. Chem.* 275:26877-84.
- STACE, C.A. 1965. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. *Bull. Br. Mus. Bot.* 4: 3-78.
- TAIZ & ZEIGER. 2004. **Fisiologia Vegetal.** 3º ed., Porto Alegre, Editora Artmed, 719p.
- THAKUR, H. A.; PATIL D. A. 2011. Petiolar anatomy of some unstudied Euphorbiaceae. *J. Phytol.* 2:54-59.
- VOGELMANN, T.C.; MARTIN, G. 1993. The function significance of palisade tissue: penetration of directional versus diffuse light. *Plant, Cell and Env.* 16: 65-72.

WEBSTER, G. L. 1994. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81:3-32.

WINKLER, H. 1922. Die Urticaceen Papuasians. *Bot. Jahrb.* 57:501-608.

## **Estrutura do lenho de *Cnidoscolus pubescens* Pohl (Euphorbiaceae)**

Jonas de Brito Campolina Marques, Guilherme Rodrigues Rabelo & Maura Da Cunha

*<sup>1</sup>Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Biologia Celular e Tecidual, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.*

*Running title: Estrutura do lenho em *Cnidoscolus pubescens**

*\*Corresponding author: Maura Da Cunha*

*Adress: Av. Alberto Lamego 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brazil. CEP 28013-602; Fone 55 2227397263, Fax 55 22 27397178.*

*e-mail – [maurauenf@gmail.com](mailto:maurauenf@gmail.com)*

**Trabalho a ser submetido ao IAWA Journal.**

## RESUMO

*Cnidoscolus pubescens*, pertencente à família Euphorbiaceae, é uma árvore decídua, heliófita, seletiva xerófita, pioneira, característica da caatinga arbórea e da mata pluvial atlântica de tabuleiro. É uma árvore que pode medir de 6 a 10 m de altura e medir de 25 a 45 cm de diâmetro. É também uma planta rústica e de rápido crescimento alcançando facilmente 3 m de altura aos 2 anos de idade, podendo ser incluída em programas de reflorestamentos heterogêneos destinados a recuperação da vegetação de áreas degradadas ou para caixotaria leve. Devido a representatividade do gênero, sua ocorrência em ambientes secos e a falta de estudos sobre as características de seu lenho este trabalho visou caracterizar a anatomia do lenho de *Cnidoscolus pubescens*. O lenho de *C. pubescens* é caracterizado por apresentar camadas de crescimento pouco distintas, porosidade difusa e vasos solitários ou em cachos de até 4 vasos. Possuem placas de perfuração simples, pontoações na maioria das vezes areoladas, fibras libriformes não septadas e raios de uma a duas células de largura, compostos por células procumbentes ou quadradas no corpo e eretas nas bordas. Em linhas gerais segue o padrão de características anatômicas do lenho para família Euphorbiaceae indicando, porém, possíveis características para a delimitação do gênero. A anatomia do lenho de *C. pubescens* permitiu ainda identificar características importantes de adaptação destas plantas ao ambiente em que ocorre.

**Palavras-chave:** Euphorbiaceae, anatomia do lenho, xilema secundário, xeromorfismo.

## INTRODUÇÃO

A anatomia do lenho é o ramo da ciência que procura conhecer e descrever os diversos tipos celulares que compõe o xilema secundário, suas funções, organização e peculiaridades estruturais.

A diversidade estrutural no xilema secundário está em grande parte condicionada às variações ambientais relacionadas com o grau de umidade disponível, à taxa de transpiração, à sazonalidade hídrica e à necessidade de investimento em resistência mecânica (Carlquist 2001). A anatomia do lenho tem se mostrado importante também no estudo do arranjo interno das famílias e das prováveis afinidades entre diferentes táxons, contribuindo para o esclarecimento das relações filogenéticas entre as plantas (Barros *et al.* 2006). É muito importante ainda no estudo das florestas tropicais uma vez que possibilita a identificação de espécies sem material reprodutivo (Divisão de Madeiras - IPT 1985).

Com isso, o estudo da anatomia do lenho vem sendo utilizado a mais de um século para investigações taxonômicas, filogenéticas e evolutivas, destacando-se, ainda, na determinação do uso potencial de madeiras e na compreensão de aspectos ambientais e de conservação (Barros *et al.* 1997, 2001; Teixeira 1977; Paula *et al.* 2000; Callado *et al.* 2001).

*Cnidoscolus pubescens*, pertencente à família Euphorbiaceae, é uma árvore decídua, heliófita, seletiva xerófita, pioneira, de frequência elevada, porém muito descontínua, uma característica da caatinga arbórea e da mata pluvial atlântica de tabuleiro. É uma árvore lactescente dotada de copa arredondada ampla e rala que pode medir de 6 a 10 m de altura. Seu tronco é ramificado e cilíndrico podendo medir de 25 a 45 cm de diâmetro. Em sua casca quase lisa espinhos muito urticantes se ramificam de protruções espalhadas em pontos esparsos dos ramos (Lorenzi 1998).

Esta espécie é rústica e de rápido crescimento, alcançando facilmente 3 metros de altura aos 2 anos de idade, podendo ser incluída em programas de reflorestamentos heterogêneos destinados a recuperação da vegetação de áreas degradadas. Esta possui madeira leve, macia, de textura grossa, grã direita, baixa resistência mecânica e muito suscetível ao apodrecimento podendo ser empregada apenas para caixotaria leve (Lorenzi 1998).

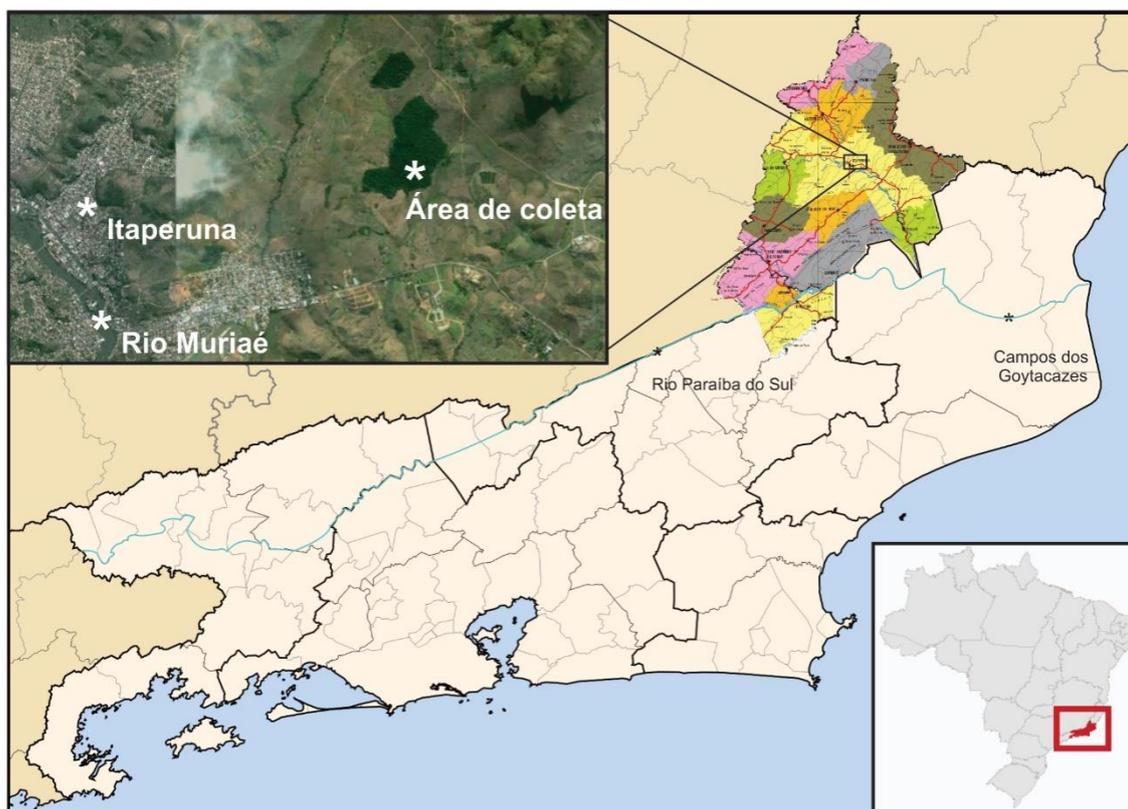
Devido à representatividade do gênero, sua ocorrência em ambientes secos e a falta de estudos sobre as características de seu lenho este trabalho busca descrever a anatomia do lenho de *Cnidoscolus pubescens* verificando padrões de semelhança e divergência quanto aos padrões estabelecidos para sua família e gênero. Além disso, visa ainda relacionar suas características anatômicas com o tipo específico de clima em que ocorre revelando suas estratégias adaptativas e ainda recomendar possíveis usos para esta planta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Amostras foram coletadas em um fragmento remanescente de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, localizada na margem direita do Rio Muriaé (21°11'44.30"S; 41°50'51.30"O), próximo à entrada do Município de Itaperuna, noroeste do estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fig. 1).

O clima da região é classificado como Aw, tropical com estação seca de inverno, segundo Köppen (Alvares *et al.* 2014). O distanciamento do litoral e o relevo baixo e ondulado conferem características climáticas de continentalidade marcadas por dois períodos nítidos com grande amplitude térmica, um verão quente e chuvoso de outubro a março e um inverso frio e seco de abril a setembro. A região tem como principais tipos de solo as associações de latossolo alaranjado e latossolo vermelho podzólico. Toda região é drenada pelo Rio Muriaé, afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, e seus afluentes.

Os indivíduos foram identificados e exemplares da espécie foram depositadas no herbário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – HUENF- número H9455. Para análise da anatomia do lenho, foram selecionados 5 indivíduos, com caule reto, sem defeito aparente e mais de 10 cm de DAP. As amostras foram removidas por método não destrutivo utilizando-se Sonda de Pressler a altura de 1,30 m do solo.



**Figura 1:** Área de coleta localizada no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro próximo ao município de Itaperuna. Note que o fragmento fica na margem esquerda do rio Muriaé, um dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul.

A partir das amostras de madeira, foram confeccionados corpos de prova (Coradin & Muniz 1991) que em seguida foram seccionados ao micrótomo de deslizamento Leica SM 2010R equipado com navalhas do tipo C, nos planos transversal e longitudinal (radial e tangencial), obtendo-se cortes com espessura média de 20  $\mu\text{m}$ .

O material seccionado foi clarificado em hipoclorito de sódio 50%, desidratado em série etílica ascendente (Johansen 1940) e submetido à dupla coloração por safranina hidroalcoólica e azul de Astra (Bukastch 1972). Posteriormente, os cortes foram submersos em xilol e montados em lâminas permanentes, empregando-se a resina sintética *Entellan*<sup>®</sup> (Burger & Richter 1991). Foram confeccionadas 15 lâminas por indivíduo, as quais posteriormente ao estudo serão incorporadas ao acervo da Xiloteca da Universidade Estadual do Norte Fluminense (HUENF).

Para as mensurações do comprimento dos elementos de vaso e do comprimento, lúmen e diâmetro das fibras, lâminas semipermanentes foram confeccionadas com material dissociado através de solução de Jeffrey (Johansen 1940) e corado com safranina aquosa a 1%.

As descrições, as mensurações e as contagens dos elementos celulares seguiram as recomendações e a nomenclatura adotada pela International Association of Wood Anatomists Committee (IAWA 1989).

Para comparação foram utilizados dados anatômicos do lenho de outras duas espécies, *Cnidoscolus phyllacanthus* retirado de “Estudo das estruturas anatômicas e de algumas propriedades físicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em áreas de caatinga” (Paula 1980) e *Jatropha mutabilis* retirado de “Estrutura anatômica da madeira e do carvão de espécies da caatinga” (França 2015).

Para análises em microscopia eletrônica de varredura, fragmentos do lenho, seccionados com navalha a uma espessura de 2 mm, nos planos transversal, longitudinal (radial e tangencial), foram afixados com fita adesiva de carbono em suportes próprios e metalizados com uma fina camada de ouro de 20 nm (Bal-Tec Sputer Coater SCD 050). As amostras foram observadas e imagens obtidas no microscópio eletrônico de varredura ZEISS - DSEM 962 a uma voltagem de 25 KV.

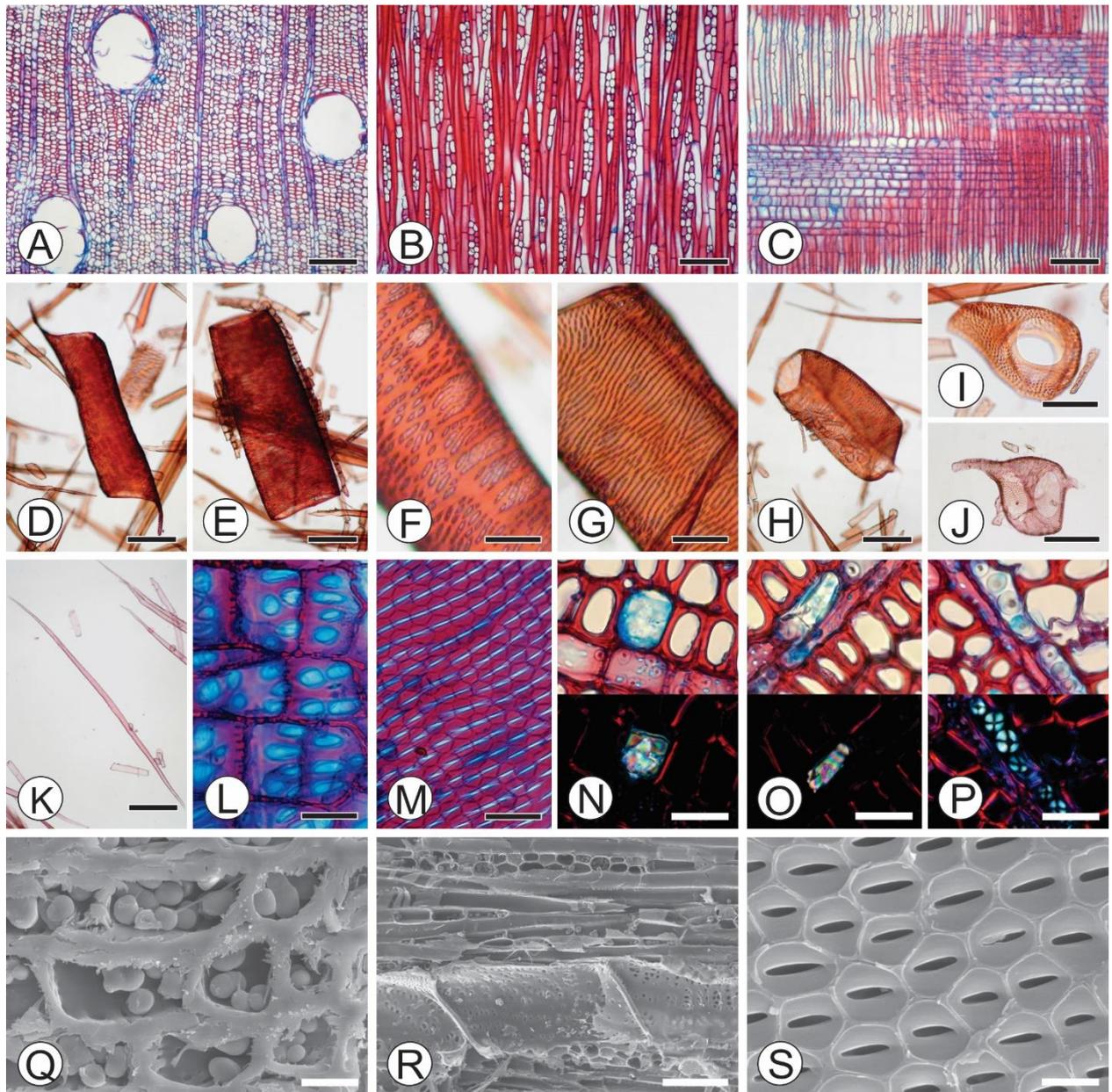
## **RESULTADOS**

O lenho de *Cnidoscolus pubescens* é caracterizado por apresentar camadas de crescimento distintas, porosidade difusa de vasos solitários ou em cachos de até 4 vasos. Os elementos de vasos são pouco frequentes, porém de grande diâmetro (Tab. 1). Podem se apresentar em três tamanhos distintos, médios, curtos ou muito curtos, com ou sem apêndice nas extremidades. Possuem placas de perfuração simples, pontoações na maioria das vezes areoladas um padrão de espessamento muito variável (Fig. 2).

As fibras são libriformes não septadas de tamanho grande. Parênquima axial do tipo apotraqueal difuso e paratraqueal vasicêntrico. Raios muito frequentes, estreitos e de médio tamanho (Tab. 1). Seus raios podem ter de uma a duas células de largura, compostos por células procumbentes, quadradas no corpo e eretas nas bordas. Estão presentes raios agregados e fusionados. Nota-se a presença de amido e cristais do tipo estilóide tanto nas células do raio quanto no interior das fibras (Fig. 2).

**Tabela1:** Dados anatômicos quantitativos do lenho de *Cnidoscolus pubescens*, em comparação com *Cnidoscolus phyllacanthus* (Paula 1980) e *Jatropha mutabilis* (França 2015).

	Espécie	<i>C. pubescens</i>	<i>C. phyllacanthus</i>	<i>J. mutabilis</i>
		Média/Desv.Pad	Média/ Desv.Pad	Média/ Desv.Pad
Elementos de vaso	Vasos/mm <sup>2</sup>	1,92/0,82	2,10/1,3	5/1,43
	Comprimento (µm)	488,39/104,98	Não encontrado	Não encontrado
	Diâmetro tangencial (µm)	130,24/18,15	127,2/37,50	57,29/9,28
Fibras	Comprimento (µm)	1217,27/100,37	Não encontrado	1049/128,39
	Lúmen (µm)	22,29/5,32	17,1/3,55	16,39/3,40
	Espessura da parede (µm)	3,12/0,91	3,30/0,60	8,22/1,72
Raios	Raios/mm <sup>2</sup>	12,57/1,45	11/2,00	16/2,17
	Altura (µm)	663,73/133,80	570,00/207,00	772,71/326,50
	Largura (µm)	35,91/3,47	37/6,50	31,56/5,90



**Figura 2:** Microscopia óptica e eletrônica de varredura do lenho. A: corte no plano transversal. B: Corte no plano longitudinal tangencial. C: Corte no plano longitudinal radial. D a J: Macerado mostrando elemento de vaso de diferentes tamanhos e detalhe das pontuações dos elementos de vaso. K: Macerado mostrando fibra. L e M: Detalhe de corte longitudinal radial mostrando as pontuações raio-vasculares e intervasculares respectivamente. N e O: Corte transversal evidenciando cristais do tipo estilóide em fibras e células do raio respectivamente. P e Q: Microscopia óptica e eletrônica de varredura de corte transversal evidenciando grãos de amido nas células do raio. R e S: Microscopia eletrônica de varredura de corte longitudinal tangencial evidenciando a conexão entre elementos de vaso e o formato de suas pontuações. Barras: A-E, H-K: 200 µm; F, G, L-P: 20 µm; Q e S: 10 µm; R: 100 µm.

## DISCUSSÃO

Em geral os dados anatômicos do lenho de *Cnidoscolus pubescens* estão de acordo com o proposto para a família Euphorbiaceae por Metcalfe & Chalk (1972), Siegloush (2013), Hayden & Hayden (2000) e Mennega (2005): anéis de crescimento distintos; porosidade difusa; vasos

solitários, em cachos, geralmente arredondados, pouco numerosos de comprimento médio; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares areoladas, alternas, pequenas; pontoações raio-vasculares areoladas com bordas aparentemente reduzidas; raios heterogêneos, fusionados, geralmente bisseriados, compostos por células quadradas, eretas e procumbentes; fibras, geralmente, libriiformes, delgadas e de comprimento médio.

Algumas características, porém, escapam da descrição geral podendo ser consideradas mais específicas em nível de gênero como o fato de apresentar vasos largos ao invés de estreitos e o tipo de parênquima axial. Além disso, a presença de vasos pouco frequentes, raios estreitos, baixos e muito frequentes e de fibras não septadas é uma característica deste gênero (Sieglosh 2013).

Sobre a comparação feita entre as espécies *Cnidoscolus pubescens*, *Cnidoscolus phyllacanthus* e *Jatropha mutabilis* não foram observados caracteres anatômicos quantitativos do lenho distintos. Os gêneros *Jatropha L.* e *Cnidoscolus Pohl* são considerados gêneros irmãos e por muito tempo faziam parte de um único gênero. Caracteres principalmente em relação à estrutura do pecíolo, glândula peciolar, laticíferos, estrutura do pólen e dados moleculares sustentaram a divisão dos dois gêneros (Melo e Sales 2008). Porém a falta da descrição de caracteres qualitativos destas espécies não permitiu uma comparação com tais aspectos de *C. pubescens*, características importantes para que pudessem diferenciá-las.

Apesar de comum para a família não foram encontradas fibras gelatinosas, laticíferos e nem células disjuntivas. Os laticíferos foram encontrados de forma abundante associados à periderme e floema secundários não sendo observado no xilema secundário (observação pessoal, dados não mostrados). As fibras gelatinosas devido ao seu caráter higroscópico estão diretamente relacionadas com o acúmulo e reserva de água, uma estratégia comum a plantas em condições xéricas, porém não observada nesta espécie. A presença do amido pode ser justificada pelo fato do material analisado fazer parte do alburno, onde esse tipo de material é comum. Esse fato também pode justificar a presença dos diferentes espessamentos na parede dos elementos de vaso, uma vez que existe a possibilidade destas células ainda não estarem completamente desenvolvidas. A presença de cristais em células do raio apesar de relativamente comum para a família pode ser explorado como uma importante característica taxonômica uma vez que cristais do tipo estiloides são incomuns e cada tipo específico de cristal é geneticamente regulado (Menega 2005). Estas características devem ser mais exploradas dentro do gênero para que possa haver o estabelecimento de padrões taxonômicos.

Os anéis de crescimento em *C. pubescens* podem ter relação com o fato de ser uma espécie decídua. Coster (1927, 1928) observou que espécies tropicais com um período de ausência de folhas tendem a apresentar anéis de crescimento distintos.

No semi-árido do nordeste do Brasil, a maioria das plantas apresenta queda de folhas e diminuição do ritmo de crescimento durante o período de seca de maio a outubro (Ratisbona 1976). Espécies da caatinga nordestina, como *Caesalpinia pyramidalis* Tul. e *Cnidoscolus phyllacanthus* (M. Arg.) Pax et K. Hoffm., reiniciam sua atividade vegetativa ao começar o período de chuvas e evidenciam uma grande variabilidade anual e na largura de seus anéis, relacionado a intensidade e extensão temporal da época seca (Tsuchiya 1990, 1995).

A frequência de vasos está relacionada com segurança hidráulica. Ter uma maior quantidade de vasos em uma determinada área pode ser considerado mais seguro, pois mesmo se alguns vasos se tornarem não funcionais, outros garantem a condução de seiva bruta. O diâmetro do lúmeno vaso é uma característica ligada diretamente à eficiência na condução hídrica da árvore. Vasos de menor diâmetro são considerados menos eficientes, porém são mais seguros uma vez que é mais difícil de desenvolverem bolhas (Baas *et al.* 1983, Marcati *et al.* 2001, Carlquist 2001, McCulloh *et al.* 2010). Os elementos de vaso largos e em pequeno número de *Cnidoscolus pubescens* refletem a necessidade de um transporte eficiente de água mesmo que com alto risco de embolia. Isso pode ser justificado pelas altas taxas de transpiração exigidas pelos climas quentes onde esta planta ocorre. E também para que haja uma otimização da condução durante os escassos momentos de precipitação que ocorrem geralmente de forma intensa, porém pouco frequente (Silva 2006).

A idade dos indivíduos pode influenciar algumas características anatômicas do lenho, principalmente em relação a espessura e frequência dos elementos de vaso, características essas que se relacionam diretamente com a adaptação hídrica. Indivíduos em fases iniciais de crescimento apresentam características anatômicas do lenho semelhantes a indivíduos de porte arbustivo. Muitas vezes suas características próprias da adaptação a ambientes xeromórficos não estão necessariamente relacionadas a disponibilidade hídrica sendo apenas uma característica do habitó ou idade do indivíduo (Arévalo 2017). Tendo isto em vista o porte arbóreo e o variado diâmetro entre os indivíduos coletados não permitem inferir que a presença de determinadas características esteja sendo influenciada pelo habitó ou idade do indivíduo. Porém o fato de que a grande maioria das espécies pertencentes ao gênero *Cnidoscolus* são de porte herbáceo ou arbustivo pode significar que *C. pubescens* está em um momento de transição sendo influenciado ou fugindo de sua ancestralidade o que pode ser refletido em seus caracteres anatômicos (Arévalo 2017).

A presença de parênquima axial e presença de lenho tardio são sinais importantes de adaptação desta planta a ambientes xéricos. Plantas que possuem fibras libriformes na maioria das vezes se utiliza do parênquima axial para melhor realizar a condução lateral de água.

A ausência de parênquima axial e presença de lenho tardio são sinais importantes de adaptação desta planta a ambientes xéricos. Ambientes secos também geram pressão na seleção de elementos de vaso com placas de perfuração simples devido à necessidade de eficiência no transporte hídrico sendo muito rara a ocorrência de espécies arbóreas com placa escalariforme em ambientes secos (Paula & Alves 1980, McCulloh *et al.* 2010, França 2015). Cabe ressaltar a importância das pontoações intervasculares na segurança hidráulica, a resistência à cavitação que está diretamente ligada ao diâmetro e ornamentação destas pontoações (Carlquist 2001). Em *Cnidocolus pubescens* essas pontoações devem desempenhar papel importante uma vez que são diminutas, areoladas e ornamentadas. As pontoações diminutas não permitem a formação de tilos, informação que corrobora com os dados observados uma vez que não foi encontrado a formação de tilos. O papel da ornamentação é essencial para a prevenção da cavitação nos vasos e se traduz em uma eficiente adaptação a ambientes xéricos.

Alves e Angyalossy-Alfonso (2002) propôs que raios homogêneos, formados exclusivamente por células procumbentes estejam relacionados com ambientes secos, região nordeste do Brasil, clima semi-árido e áreas de Caatinga. Apesar disso *Cnidocolus pubescens* apresentou raios heterogêneos compostos por células eretas, quadradas e procumbentes indo mais uma vez contra as características anatômicas esperadas para o local onde ocorre. O município de Itaperuna é quente, mas não se compara com a baixa umidade das regiões do semi-árido. Além disso, este município é cortado por um rio do qual o fragmento florestal onde as amostras foram coletadas fica relativamente próximo. A presença do corpo hídrico próximo pode ser a resposta para as características mesomórficas presentes no lenho de uma árvore característica de locais semiáridos e com grande deflúvio hídrico, isso pode demonstrar o quão grande é a plasticidade anatômica do lenho desta espécie (Cosmo *et. al* 2010).

Apesar de *Cnidocolus pubescens* possuir uma madeira leve usada apenas para caixotaria, é uma árvore de crescimento vigoroso, muito abundante, de fácil adaptação e resistente a condições desfavoráveis. Estas características sugerem potencialidade desta planta para o uso em reflorestamentos ou manejo de áreas degradadas.

Segundo Freitas (2013) a madeira de *Cnidocolus quercifolius*, uma espécie muito encontrada na caatinga, tem alto potencial para geração de energia através de queima direta constituindo importante fonte energética no semi-árido, se comparado a outras espécies. Mais

estudos sobre o gênero e espécie em questão são necessários em relação aos potenciais usos do lenho dessas espécies, como por exemplo, para geração de energia.

## CONCLUSÃO

As características anatômicas da madeira de *Cnidoscolus pubescens* estão em linhas gerais de acordo com o descrito para a família Euphorbiaceae. Outras características como a presença de fibras não septadas, raios heterogêneos muito frequentes, presença de cristais, ausência de laticíferos no xilema secundário, ausência de fibras gelatinosas e baixa frequência dos elementos de vaso podem ser características marcadoras importantes em nível de gênero ou espécie.

Apesar de *C. pubescens* ser uma planta de ocorrência restrita a ambientes secos, muitas adaptações anatômicas comuns a esse tipo de ambiente não se mostraram presentes. Outras características, no entanto, como o aspecto dos raios, podem justificar sua adaptabilidade a esses ambientes secos. A proximidade de um rio de tamanho médio e da região não ter um clima tão extremo, visto que a vegetação estacional também é reconhecida por espécies semi-decíduais, pode ter se refletido nos caracteres anatômicos desta comunidade. Estudos mais aprofundados sobre fluxo de seiva, comparações com outros climas, ou mesmo sobre a fenologia desta planta se fazem necessários para esclarecer porque algumas adaptações comuns a esse tipo de planta não se fazem presentes. Por ser uma árvore com recursos tão peculiares estudos em diversas outras áreas ainda se fazem necessários para se entender ou mesmo direcionar os usos desta planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Met. Zet.* 22(6): 711-728.
- ALVES, E.S. & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2002. Ecological Trends in the Wood Anatomy of Some Brazilian Species. Axial, Parenchyma, Rays and Fibres. *IAWA J.* 23 (4): 391--418.
- ARÉVALO, R; BENJAMIN, W. VAN EE; RIINA, R.; BERRY, P.E.; WIEDENHOEFT A.C. 2017. Force of habit: shrubs, trees and contingent evolution of wood anatomical diversity using *Croton* (Euphorbiaceae) as a model system. *Ann. Bot.* 1-17.
- BAAS, P.; WHEELER, E.; FAHN, A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bull.* 4:141-159.

BARROS, C. F.; CALLADO, C. H.; COSTA, C. G.; PUGIALLI, H. R. L.; CUNHA, M.; MARQUETE, O. 1997. **Madeiras da Mata Atlântica: Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil**. Vol. I. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 86p.

BARROS, C. F.; CALLADO, C. H.; MARCON, M. L.; COSTA, C. G.; CUNHA, M.; LIMA, H. R. P. & MARQUETE, O. 2001. **Madeiras da Mata Atlântica: Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil**. Volume II. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 94p.

BARROS, C. F.; MARCON-FERREIRA, M. L.; CALLADO, C. H.; LIMA, H. L. P.; CUNHA, M.; MARQUETE, O.; COSTA, C. G. 2006. Tendências Ecológicas na Anatomia da Madeira de Espécies da Comunidade Arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 57 (3): 443-460.

BUKASTCH, F. 1972. Bemerkungen Zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. *Mikrokosmos* 61: 1-255.

BURGER, L.M. & RICHTER, H.G. 1991. **Anatomia da Madeira**. Nobel, São Paulo. 154 p.

CALLADO, C. H.; SILVA NETO, S. J.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. *IAWA J.* 22(1): 29-4.

CARLQUIST S. 2001. **Comparative wood anatomy: Systematic, ecological and evolutionary aspects of Dicotyledon wood**. 2° Ed. Springer-Verlag. 448p.

CORADIN, V.T.R. & MUÑIZ, G.M.B. 1991. Normas de Procedimentos em Estudos de Anatomia de Madeira: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. *LPF*. 15: 1-19.

COSMO, N.L.; KUNIYOSHI, Y.S. & BOTOSSO, P.C. 2010. Anatomia da madeira de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae): aspectos funcionais e ecológicos. *Acta Bot. Bras.* 24(3): 747-755.

COSTER, C. 1927. Zur anatomie und physiologie der zuwachszone und jahrringbildung in den tropen. *Ann. Bot. Gard. Buitenzorg* 37: 49-160.

COSTER, C. 1928. Zur anatomie und physiologie der zuwachszone und jahrringbildung in den tropen. *Ann. Bot. Gard. Buitenzorg* 38: 1-44.

DIVISÃO DE MADEIRAS – IPT. 1985. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada**. IPT, São Paul, 1985. 189p.

FRANÇA, R.F. 2015. Estrutura anatômica da madeira e do carvão de espécies da caatinga. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

FREITAS, M.L. 2013. Estudo das espécies *Cnidoscopus quercifolius* Pax e K. Hoffm e *Annona muricata* L. para geração de energia. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil.

- HAYDEN, W. J. & S. M. HAYDEN. 2000. Wood anatomy of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). *IAWA J.* 21: 213-235.
- IAWA Commitee. 1989. List of Microscopic Feature of Hardwood Identification. *IAWA Bull.* 10(3): 219-332.
- JOHANSEN, D. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 52p.
- LORENZI, H. 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, vol. 2, 352p.
- MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera Langsdorffii* desf. (Leguminosae-Caesalpinoidae) de Floresta e Cerradão. *Rev. Bras. Bot.* 24(3): 311-320.
- MCCULLOH, K.; SPERRY, J. S.; LACHENBRUCH, B.; MEINZER, F. C.; REICH, P. B.; VOELKER, S. 2010. Moving water well: comparing hydraulic efficiency in twigs and trunks of coniferous, ring-porous, and diffuse-porous saplings from temperate and tropical forests. *New Phytol.* 186 (2): 439-450.
- MELO, A.L. & SALES, M.F. 2008. O gênero *Cnidoscolus* Pohl (Crotonoideae-Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco-Brasil. *Acta Bot. Bras.* 22:806-827.
- MENNEGA, A. M. W. 2005. Wood anatomy of the subfamily Euphorbioideae. A comparison with subfamilies Crotonoideae and Acalyphoideae and the implications for the circumscription of the Euphorbiaceae. *IAWA J.* 26 (1): 1-68.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. 1972. **Anatomy of the dicotyledons, Leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy**. Vol. II. Clarendon Press, Oxford, 150p.
- PAULA, J.E. & ALVES, J.L.H. 1980. Estudo das estruturas anatômicas e de algumas propriedades físicas da madeira de 14 espécies ocorrentes em áreas de Caatinga. *Florestal* 10(43): 47-58.
- PAULA, J.E.; SILVA-JÚNIOR, F.G. da; SILVA, A.P.P. 2000. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro-oeste brasileiro. *Sci. Forestalis* 58: 73-89.
- RATISBONA, L.R. 1976. The climate of Brazil. In: W. Schwerdtfeger (ed.), **Climates of Central and South América**. Oxford, Elsevier. 219-293p.
- SIEGLOCH, A.M., MARCHIORP, J.N.C., SANTOS, S.R. 2013. Anatomia da madeira de dezesseis espécies de Euphorbiaceae. *Balduinia* 40: 09-17.
- SILVA, L. B. 2006. Variação na estrutura da madeira de quatro espécies da Caatinga Nordestina e seu potencial para o desenvolvimento sustentável. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil, 116p.
- TEIXEIRA, L. L. 1977. Identificação botânico-dendrológica e anatômica da madeira de seis espécies euxilóforas do sudoeste paranaense. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná Curitiba, PR, Brasil, 113p.

TSUCHIYA, A.1990. Hypertrophic growth of trees of the caatinga plant community and water balance. *Latin Am. Stud.* 11: 51-70.

TSUCHIYA, A. 1995. Preliminary study on the relationship between vessel growth of thorny shrubs and water balance in the semi-arid region, northeastern Brazil. *Geo. Sci.* 50: 123-131.

**Ontogenia e senescência de glândulas peciolas e de coléteres em *Cnidoscolus pubescens*  
(Euphorbiaceae)**

**Jonas de Brito Campolina Marques, Camilla Ribeiro Alexandrino, Cristiane  
Ferrante Tullii, Guilherme Rodrigues Rabelo & Maura Da Cunha**

*<sup>1</sup>Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Biologia Celular e Tecidual,  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de  
Janeiro, Brasil.*

*\*Corresponding author: Maura Da Cunha*

*Adress: Av. Alberto Lamago 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de  
Janeiro, Brazil. CEP 28013-602; Fone 55 2227397263, Fax 55 22 27397178.*

*e-mail – [maurauenf@gmail.com](mailto:maurauenf@gmail.com)*

**Trabalho submetido ao Journal Plant Research**

## RESUMO

Em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas da região Noroeste Fluminense pode ser encontrada a espécie *Cnidoscolus pubescens* pertencente à família Euphorbiaceae. Existem escassos trabalhos acerca desta espécie cuja presença de tricomas urticantes e glândulas peciolares são uma característica marcante. Alguns integrantes deste gênero possuem potencial medicinal ou tóxico. Neste sentido, este trabalho visa caracterizar os processos de ontogênese, exsudação da secreção e senescência das glândulas secretoras e dos coléteres peciolares de *C. pubescens*. As glândulas peciolares desta espécie estão localizadas na porção adaxial do ápice do pecíolo, na sua junção com a lâmina foliar. Estas glândulas aparecem do início do desenvolvimento foliar, senescendo durante os estágios iniciais das folhas. No desenvolvimento destas glândulas ocorre o aparecimento de cavidades chamadas de glândulas peciolares na literatura. Na superfície interna destas cavidades, os coléteres começam a se formar a partir da epiderme. Posteriormente, essas cavidades se abrem tornando a glândula semelhante a um par de estípulas. A face externa e as extremidades dessa estrutura são as que primeiro começam a senescer. Os coléteres em seu interior são formados tanto por tecido epidérmico quanto por meristema fundamental e vascular, possuem constrição na base e apresentam a diferenciação da camada em paliçada do eixo central apenas após todo seu desenvolvimento. Após a fase de diferenciação, a cutícula começa a se soltar do extrato em paliçada tornando o coléter flácido. No ápice uma série de estípulas contendo coléteres semelhantes aos do pecíolo se sobrepõe juntamente com os primórdios foliares. Tanto na estípula, quanto nos coléteres e na glândula do pecíolo se fazem presentes cristais do tipo drusa e canais laticíferos do tipo anastomosado articulado. A secreção de caráter básico possui composição polissacarídica demonstrado pela reação com Reagente de Schiff. A composição polissacarídica é comum para a secreção de coléteres, porém a ausência de marcação para outras substâncias indica se tratar de uma secreção com função contra desidratação.

**Palavras-chave:** Cavidades, coléteres, histoquímica, estruturas secretoras, mecanismos de defesa

## INTRODUÇÃO

O gênero *Cnidoscolus* pertencente à família Euphorbiaceae, compreende de 50 a 75 espécies, distribuídas exclusivamente na América Tropical e África. Estão concentradas, principalmente em ambientes semiáridos e subtropicais secos do norte do México e nordeste do Brasil (Webster 1994; Luz *et al.* 1999). As plantas deste gênero destacam-se por apresentarem tricomas urticantes em quase todas as suas partes vegetativas e florais e glândulas peciolares importantes para sua taxonomia (McVaugh 1944; Melo & Sales 2008).

Embora pouco aproveitadas economicamente, várias são as formas em que as espécies do gênero *Cnidoscolus Pohl* podem ser empregadas, tais como: forrageira (Lima 1998), oleífera (Mors & Rizzini 1966), laticífera (Williams 1962), na medicina caseira (Braga 1976) e ornamental (Ingram 1957; Pott & Pott 1994). Apesar de ser um gênero com grande potencial na síntese de metabólitos secundários com propriedades biológicas importantes, ainda são poucos os estudos desses metabólitos e suas atividades ou se concentram em algumas poucas espécies. Uma espécie de *Cnidoscolus* muito encontrada no Brasil, porém ainda pouco estudada é *Cnidoscolus pubescens*, conhecida por "urtiga-de-mamão" ou "arre diabo".

O estudo de estruturas secretoras em plantas vem contribuindo para diferentes áreas da botânica recebendo enfoques ecológico, funcional, econômico e taxonômico (Evert 2006). Estas estruturas se desenvolvem a partir de diferentes tipos de tecidos meristemáticos e, em geral, sofrem transformações relativamente rápidas durante sua diferenciação. Os processos de diferenciação geram especializações que auxiliam ou otimizam o processo de produção da secreção (Carvalho & Recco-Pimentel 2007). Algumas características citológicas comuns a estas células são paredes primárias delgadas, núcleo grande, citoplasma hialino ou denso, vacúolos pequenos e mitocôndrias numerosas, que evidenciam alta atividade metabólica (Fahn 1979).

As plantas produzem uma grande variedade de secreções, misturas mais ou menos complexas constituídas essencialmente por metabólitos primários e/ou metabólitos secundários. Tais secreções são sintetizadas e acumuladas em células especializadas que ocorrem isoladas ou que constituem estruturas altamente diferenciadas (Ascensão 2007). Ao serem liberadas essas secreções podem desempenhar diversas funções como: defesa contra a herbivoria, patógenos, atração de polinizadores e adaptação ambiental (Evert 2006).

O estudo das estruturas secretoras apresenta investigações acerca da estrutura da glândula, do exsudato produzido e da função atribuída à glândula, uma relação entre estrutura, tipo de exsudato e contexto ecológico/evolutivo sob o qual a planta está submetida (Lambert *et al.* 2010). Dentre os tipos de estruturas secretoras existentes algumas das mais pesquisadas são os coléteres, objeto de estudo deste trabalho.

Os coléteres podem se desenvolver em diversas partes da planta como pecíolos (Johansson 1987), cálices (Dave *et al.* 1988), brácteas, bractéolas, corola (Thomas & Dave 1989) e nas estípulas (Lersten 1974; Thomas 1991). Estes podem apresentar variações morfológicas em tamanho, formato, ausência ou presença de constrição na base, presença ou ausência de vascularização e apresentar ou não ramificações (Robbrecht 1988). O número de coléteres e seus modos de inserção podem ser variáveis: estes podem estar presentes em maior ou menor número; cobrir mais ou menos o interior da estípula e/ou do cálice; podem estar localizados na borda ou inseridos em uma, ou mais, fileiras na base (Klein *et al.* 2004; Miguel *et al.* 2006). A variação da ocorrência nos diferentes órgãos, as diferentes morfologias dos coléteres e sua distribuição são muito úteis para a taxonomia de algumas famílias, gêneros e espécies (Robbrecht 1988; Klein *et al.* 2004; Lopes-Mattos *et al.* 2015).

O exsudato dos coléteres é comumente constituído por mucilagem ou uma mistura de mucilagem, resinas e substâncias lipofílicas tais como ácidos graxos e compostos fenólicos. A função biológica desse exsudato envolve o aumento da proteção dos tecidos meristemáticos e de órgãos em desenvolvimento, lubrificando e evitando que sofram com a dessecação, herbivoria, ação de filófagos e proliferação de fungos e outros patógenos (Thomas *et al.* 1989; Demarco 2005; Miguel *et al.* 2006; Tullii *et al.* 2013).

O uso do termo "coléter" varia entre diferentes autores devido ao critério usado ao definir estas estruturas, como morfologia, localização e natureza química da secreção (Leitão & Cortelazzo 2008). O termo coléter neste trabalho levou em consideração a composição e a função do exsudado bem como sua anatomia e ontogênese, devendo ter origem tanto epidérmica quanto subepidérmica (Thomas 1991; Klein *et al.* 2004; Miguel *et al.* 2006; Mayer 2011).

O mecanismo de secreção, ou seja, a forma pela qual o exsudato dos coléteres é externalizado pode variar de acordo com a espécie. Quando há ocorrência de poros na superfície da estrutura, acredita-se que eles sejam o canal para a saída da secreção (Vitarelli & Santos 2009). Quando há cutícula, esta se rompe e o material é, então, liberado para o espaço extracelular (Thomas 1991; Curtis & Lersten 1974; Fjell 1983; Mohan & Inamdar 1986).

Após sua fase secretora os coléteres, em geral, entram em processo de senescência. O fato de ser uma estrutura que inicia seu processo secretor no início de seu desenvolvimento e que possui um tempo de vida curto faz dessa estrutura um excelente modelo para o estudo da senescência e morte celular programada em plantas (Tullii *et al.* 2013).

Em coléteres, processos de senescência têm sido observados e anatomicamente bem caracterizados como em *Aganosoma* e *Gardenia* (Dave *et al.* 1987, 1988), *Roupelia* (Thomas *et al.* 1989), *Mandevilla* (Appezato-da-Glória & Estelita 2000) e *Bathysa* (Miguel *et al.* 2006,

2010). De um modo geral as características observadas são: mudança na coloração do coléter que deixa de ser clara e passa a ser marrom, retração e degeneração do citoplasma de maneira basipetalar. Segundo Thomas (2003), o processo de senescência nos coléteres está relacionado com o volume metabólico direcionado a produção de secreção distanciando-se da biossíntese de substâncias essenciais que com o tempo podem levar este tecido a um tipo de morte celular programada.

Neste sentido, este trabalho visa caracterizar os processos de ontogênese, exsudação da secreção e senescência das glândulas secretoras e dos coléteres peciolares de *C. pubescens*.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O material botânico foi coletado em um fragmento remanescente de Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, localizada na margem direita do Rio Muriaé (21°11'44.30"S; 41°50'51.30"O), próximo à entrada do Município de Itaperuna, noroeste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. O clima da região é classificado como Aw, tropical com estação seca de inverno, segundo Köppen (Alvares *et al.* 2014). Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro com temperaturas médias de 26 °C enquanto o mês mais frio é junho com temperaturas médias de 19 °C. O mês de dezembro é o mais chuvoso com média de 247,5 mm de chuva enquanto na estiagem o mês de agosto tem média de 15 mm de chuva.

Indivíduos foram identificados e exemplares da espécie foram depositadas no herbário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – HUENF- número H9455. Para fins de descrição foram coletadas folhas totalmente desenvolvidas e ápices de ramos vegetativos de até três indivíduos com mais de 10 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). Para caracterização morfológica das partes vegetativas do estudo, amostras foram observadas e imagens capturadas com a câmera Power Shot A640, (CANON, New York, USA) acoplada ao estereomicroscópio (ZEISS Stemi SV 11).

Fragmentos do pecíolo, glândula peciolar e ápices vegetativos foram fixados em uma solução de glutaraldeído 2,5 %, paraformaldeído 4,0 % e tampão cacodilato de Sódio 0,05 M em pH 7,2, por duas horas. A glândula peciolar e as estípulas do ápice foram dissecadas com o emprego de bisturis e pinças para alcançar os coléteres. Todos os fragmentos foram pós-fixados em uma solução de tetróxido de Ósmio 1 % e tampão cacodilato de Sódio 0,05 M, à temperatura ambiente por duas horas. As amostras foram lavadas, desidratadas em série etílica, infiltradas e incluídas em Historessina (Historessin, Leica Instruments). Em micrótomo rotativo de mesa Leica SM 2010R (SLEE Technik GmbH), foram retirados cortes seriados entre 3 e 5 micrômetros com auxílio de faca de tungstênio. Os cortes obtidos foram corados com azul de toluidina 1 % por 1

minuto. Lâminas permanentes foram montadas, seladas com Entelan®, observadas em microscópio de campo claro (Axioplan ZEISS) e as imagens foram capturadas com a câmera digital Cannon Power Shot 14 mpixel (acoplada ao microscópio) com o auxílio do programa Axiovision (ZEISS).

Amostras foliares, frescas e previamente fixadas como descrito no item anterior, foram desidratadas em série etílica, infiltradas e incluídas em Historessina (Historessin, Leica Instruments). Posteriormente, foram obtidas secções transversais do material, com 3,0 µm de espessura, através do micrótomo de mesa CUT 4050 (SLEE Technik GmbH). O material seccionado da folha foi disposto em lâminas e submetido a diferentes corantes / reagentes e observados em microscópio óptico de campo claro, fluorescência e de luz polarizada para detecção de cristais (Axioplan ZEISS). Os corantes/reagentes usados foram: vermelho de Rutênio 0,02% para analisar a presença compostos pécticos e mucopolissacarídeos (Chamberlain 1932), azul de toluidina a 0,05% para análise de compostos ácidos e básicos (O'Brien *et al.* 1964), Sudan IV para detecção de lipídios (Pearse 1980), reagente de NADI para detecção de terpenoides (David & Carde 1964), azul brilhante de Comassie para detecção de proteínas (Fischer 1968), cloreto de ferro III para detecção de compostos fenólicos (Johansen 1940), ácido rubiânico para a detecção de ácidos graxos (Ganter & Jollés 1970), lugol para a detecção de amido e Dragendorff para detecção de alcaloides (Johansen 1940).

Para análises em microscopia eletrônica de varredura, após etapas de desidratação, amostras da glândula peciolar e estípulas do ápice foram submetidas ao ponto crítico com o auxílio do aparelho Bal-Tec Critical Point Dryer CPD 030. Em seguida, os fragmentos secos foram afixados com fita adesiva de carbono em suportes próprios e metalizados com uma fina camada de ouro de 20 nm (Bal-Tec Sputer Coater SCD 050). As amostras foram observadas e imagens obtidas no microscópio eletrônico de varredura ZEISS - DSEM 962 a uma voltagem de 25 KV.

## RESULTADOS

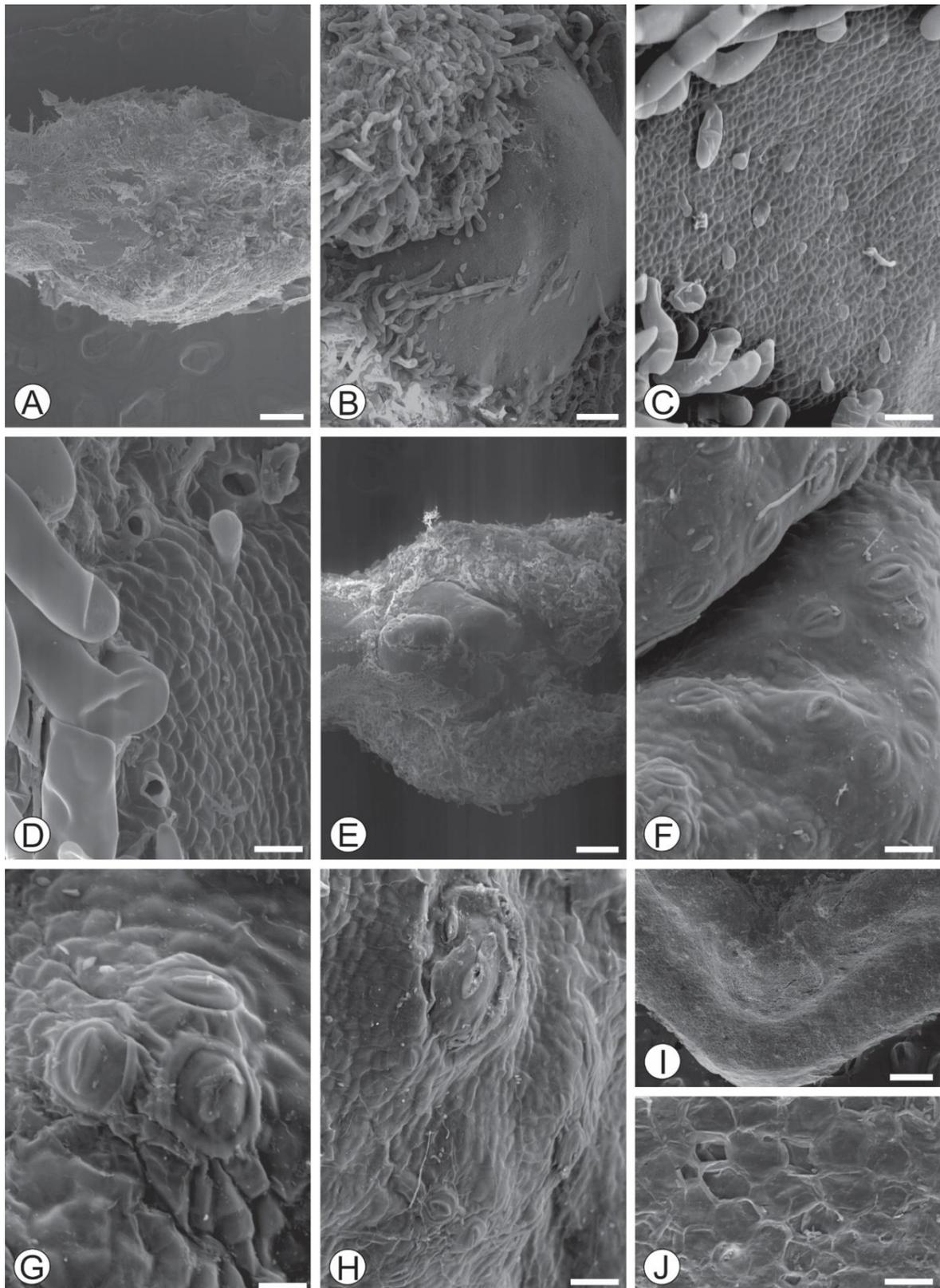
As glândulas peciulares de *Cnidoscolus pubescens* estão localizadas na porção adaxial do ápice do pecíolo, na sua junção com a lâmina foliar. As glândulas peciulares apresentam uma estrutura única de formato globular ou carnosos (Fig. 1 A-F; 2 A, B, E) e estão presentes apenas nos estágios iniciais de desenvolvimento foliar desaparecendo completamente quando a folha se expande por completo (Figs. 1 G-I; 2 I-J). No início do desenvolvimento desta estrutura a superfície externa se apresenta repleta de tricomas tectores (Figs. 2 B,C) que se rompem deixando um poro em sua superfície (Fig. 2 D). Posteriormente aparecem numerosos estômatos

formando estruturas anômalas como projeções contendo mais de um estômato ou estômatos com estômatos ao seu redor (Figs. 2 F,G). As glândulas são compostas por uma porção tenra que posteriormente se separa em duas praticamente indistinguíveis com essas estruturas secretoras na face interna (Figs. 3 A-C). No interior das glândulas peciolares em *C. Pubescens* as estruturas secretoras começam a se formar a partir da epiderme em cavidades fechadas (Figs. 3 D-F). Estas estruturas secretoras são denominadas coléteres tanto pelo seu formato, função secretora e estrutura anatômica. As extremidades dessas estruturas apresentam uma camada de células em paliçada semelhante à dos coléteres, inclusive com sinais de acúmulo de secreção entre esse extrato e a cutícula (Figs. 3 G-I). Posteriormente essas cavidades se abrem tornando a glândula semelhante a um par de estípulas (Fig. 3 J).

A face externa e as extremidades dessa estrutura são as que primeiro começam a senescer, chegando ao final do estágio de senescência sem nenhuma organização celular (Fig. 3 H-K).



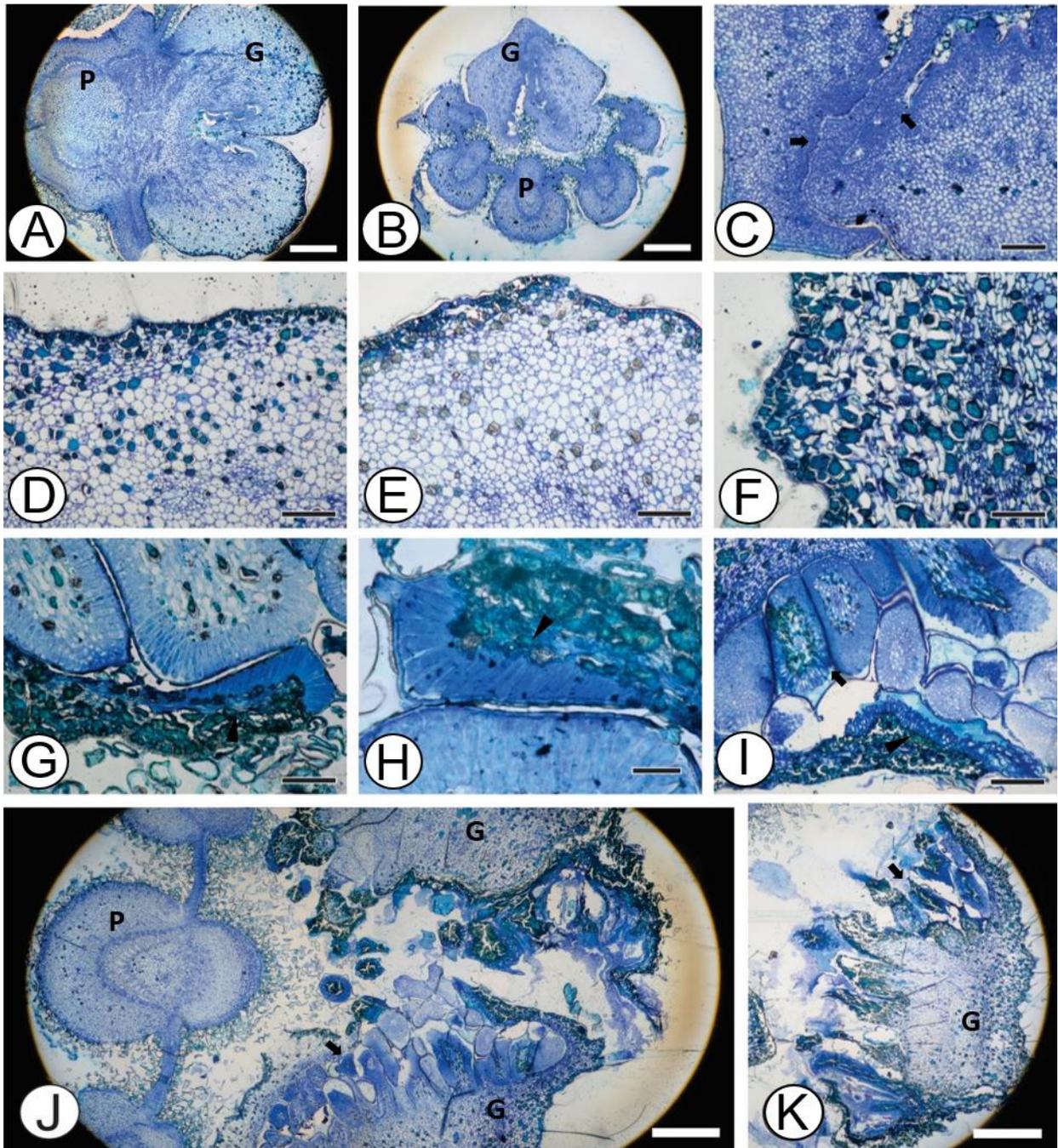
**Figura 1:** Imagens da glândula do pecíolo mostrando seu desenvolvimento e senescência. Barras: A e B: 2 mm; B - D: 4 mm; E - I: 6 mm.



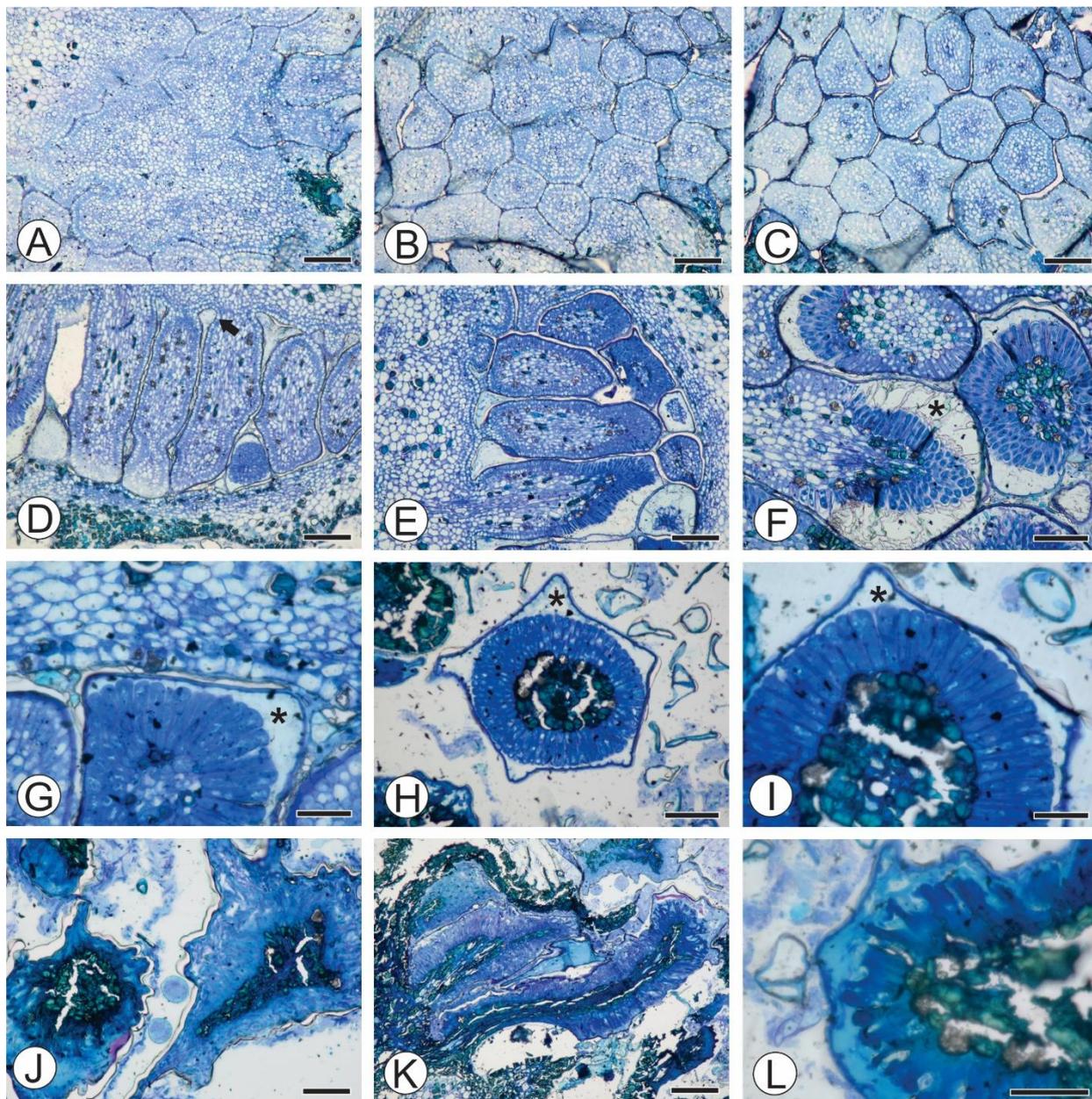
**Figura 2:** Microscopia eletrônica de varredura da glândula do pecíolo. A - D: Visão frontal e detalhe da superfície da glândula do pecíolo ainda em estado imaturo. Note a presença de diversos tricomas que se rompem na superfície da glândula. E - H: Visão frontal e detalhe da glândula do pecíolo em um estágio mais avançado de desenvolvimento. Note a presença de inúmeros estômatos em sua superfície formando muitas vezes estruturas anômalas. I e J: Visão frontal e detalhe da superfície da cicatriz deixada pela glândula do pecíolo após sua total senescência. Barras: A e E: 400 µm; B: 100 µm; C, F e J: 25 µm; D, F, G e H: 10 µm; I: 250 µm.

Os coléteres em seu interior são formados tanto por tecido epidérmico quanto do meristema fundamental e vascular (Figs. 4 A-C), possuem constrição na base e apresentam a diferenciação da camada em paliçada do eixo central apenas após todo seu desenvolvimento (Figs. 4 D-F). Após a fase de diferenciação a cutícula começa a se soltar do extrato em paliçada tornando o coléter flácido (Figs. 4 G-I). No início da senescência desses coléteres ocorre um rompimento dessa cutícula no ápice do coléter onde se nota o murchamento do coléter bem como a invasão por hifas de fungos (Figs. 4 J-L).

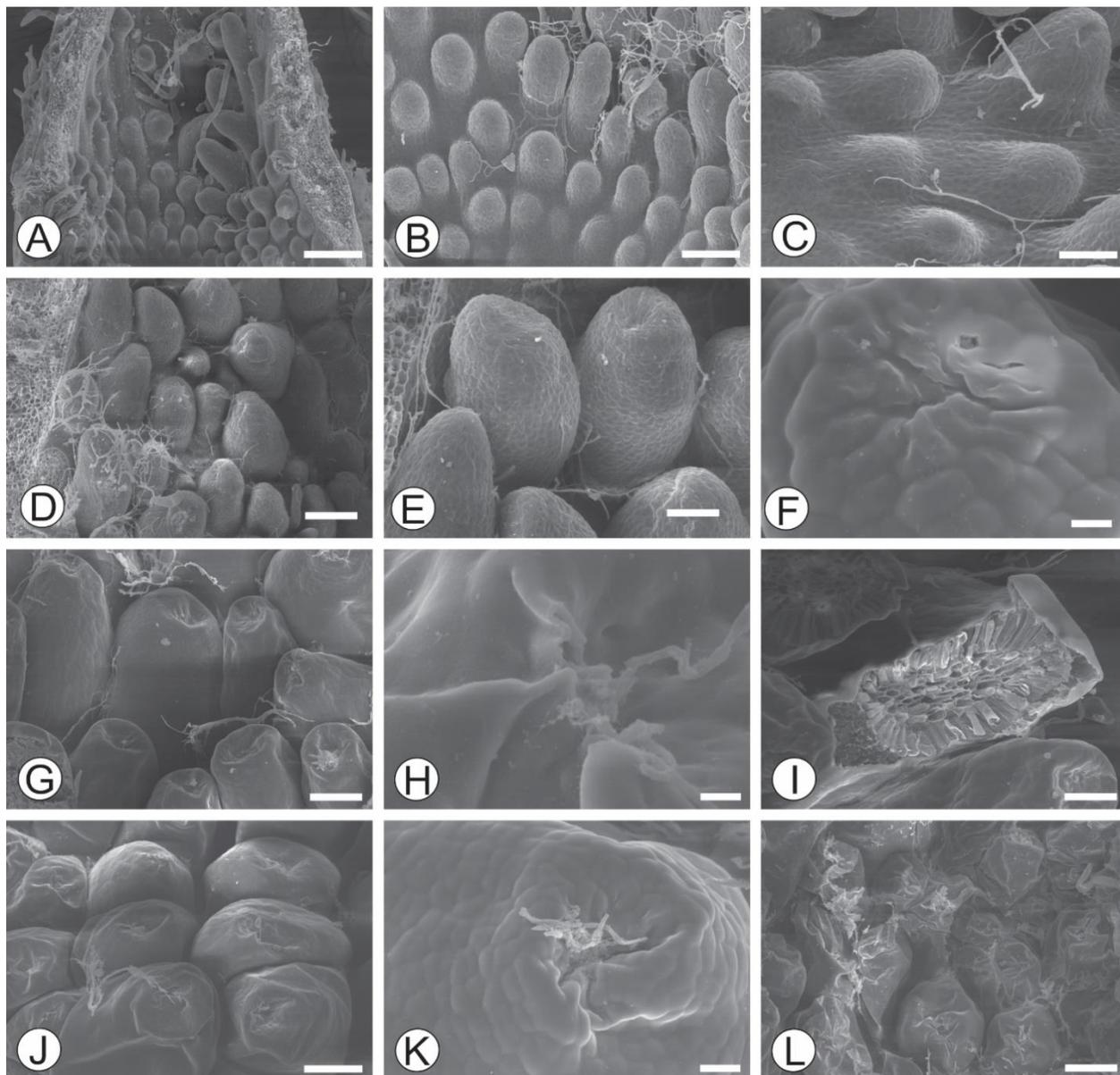
No ápice *Cnidoscolus pubescens* uma série de estípulas se sobrepõe juntamente com os primórdios foliares. Os coléteres estipulares do ápice de *Cnidoscolus pubescens* se apresentam em grande número e diferentes fases de desenvolvimento nas faces internas de cada estípula (Figs. 5 e 6). Nas estípulas mais internas são observados coléteres em estágio inicial (Figs 5 A-C; Fig. 6 A-C) e intermediário de desenvolvimento (Figs 5 D-F; Fig. 6 D-F), enquanto que nas estípulas mais externas são observados coléteres em todos os estágios de desenvolvimento inclusive senescendo (Figs 5 G-K; Fig. 6 G-I). As bordas dessas estípulas também possuem uma camada de células em paliçada como na estrutura do pecíolo (Fig. 6 J-L). As características do processo de formação e senescência destes coléteres são semelhantes às descritas para os coléteres do interior das glândulas peciolares. Nota-se que o coléter se torna flácido e depois murcho. Nota-se que tanto na estípula, quanto nos coléteres e na glândula do pecíolo se fazem presentes cristais do tipo drusa (Figs. 4 D-F) e canais laticíferos do tipo anastomosado articulado (Fig. 6 E).



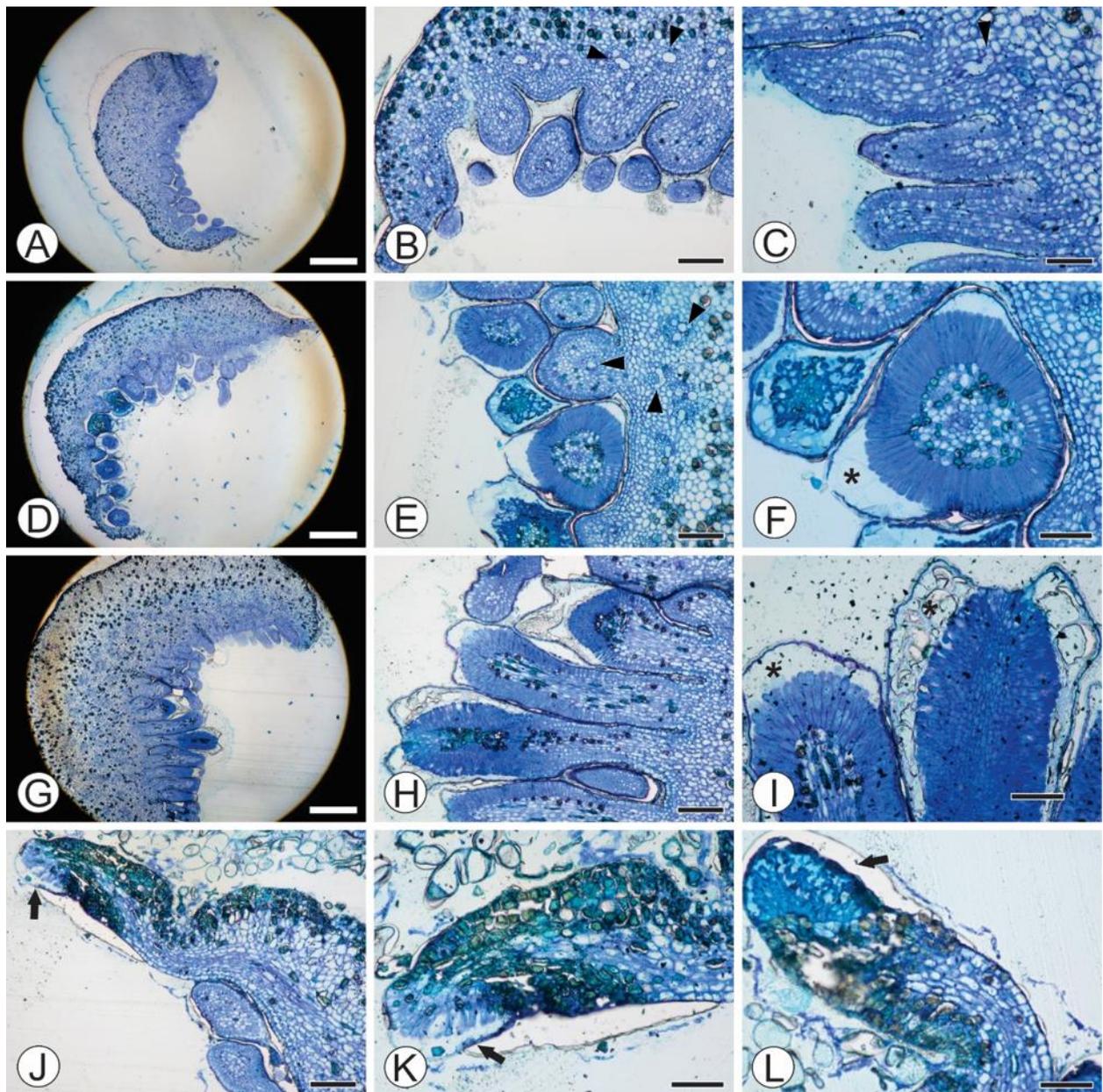
**Figura 3:** Microscopia óptica de cortes longitudinais da glândula do pecíolo. A: Primórdio foliar e glândula do pecíolo imatura. B: Primórdio foliar e glândula do pecíolo madura, formando cavidades e invaginações C: Detalhe das cavidades da glândula onde ocorre o desenvolvimento dos coléteres. D a F: Detalhe da face externa da glândula do pecíolo em diferentes estágios de desenvolvimento. G: Glândula do pecíolo e coléteres em estágio avançado de senescência. H a J: Corte longitudinal da extremidade da glândula do pecíolo em estágio avançado de degeneração ressaltando-se a presença de uma camada de células em paliçada provavelmente com função secretora. P: Primórdio foliar. G: glândula. Seta: coléter. Ponta de seta: extremidade em paliçada da glândula. Barras: A-C, E, G, H, J-L: 400 $\mu$ m; D: 50 $\mu$ m; F e I: 100 $\mu$ m.



**Figura 4:** Microscopia óptica dos coléteres presentes na glândula do pecíolo. A-C: Corte transversal seriado de coléteres jovens no interior da glândula do pecíolo. Note que ocorre a bifurcação dos coléteres quanto mais os cortes se aprofundam na estrutura. D: Corte transversal de coléteres em estágio pouco diferenciado, note (seta) a constrição na base dos coléteres. E: Corte longitudinal de coléteres em nível avançado de diferenciação notando-se o eixo central e a epiderme em paliçada. F: Corte longitudinal de coléteres em estágio avançado de secreção. G-I: Corte transversal de coléteres no estágio inicial da senescência notando-se o início da desorganização do eixo central. J-L: Corte longitudinal de coléteres em estágio avançado de senescência. Nota-se a completa desorganização tanto do extrato paliçádico quanto do eixo central. \*: acúmulo de secreção entre a cutícula e o extrato paliçádico do coléter. Barras: A-E: 100 $\mu$ m; F, H, J e K: 50 $\mu$ m; G, I e L: 20 $\mu$ m.



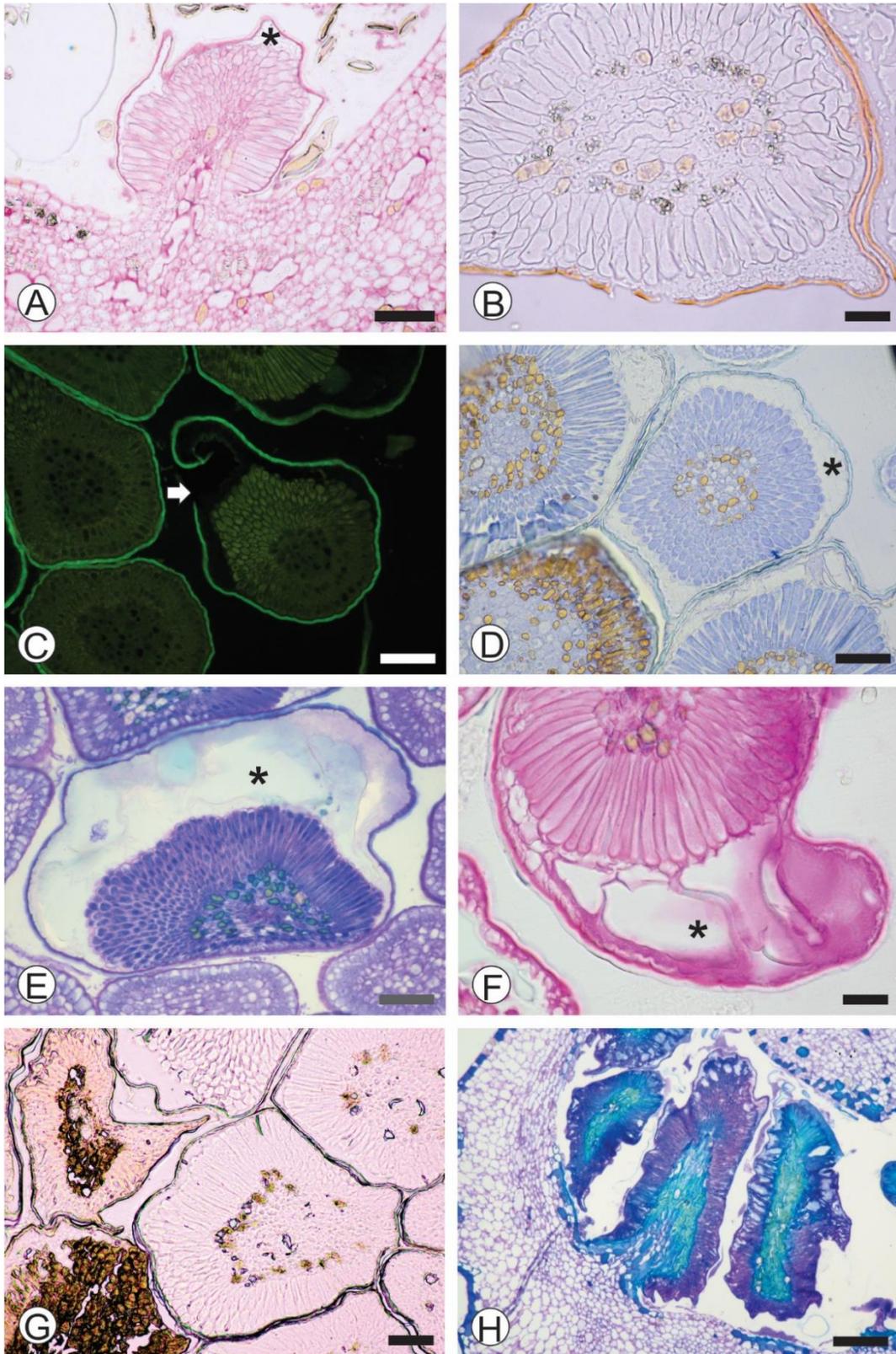
**Figura 5:** Microscopia eletrônica de varredura de coléteres estipulares do ápice. A - C: Visão frontal de uma estipula jovem com inúmeros coléteres em estágio inicial de desenvolvimento. D - F: Vista frontal de coléteres de uma estipula em estágio intermediário de maturação, com ênfase para o detalhe de haver um princípio de senescência ou murchamento do ápice do coléter para a base. G - I: Vista frontal de coléteres da estipula apical em estágio avançado de secreção onde se percebe o turgor dos coléteres com o descolamento da cutícula da região em paliçada bem como o afundamento e rompimento de seu ápice. J e K: Vista dos coléteres estipulares do ápice em fase de senescência onde nota-se o murchamento dos coléteres e a presença de fungos. L: Vista frontal dos coléteres de uma estipula do ápice em estágio avançado de degeneração notando-se uma enorme quantidade de fungos e o total murchamento dos coléteres. Barras: A, D, G, J e L: 100  $\mu$ m; B, C e E: 25; C: 50  $\mu$ m; F, H e K: 10  $\mu$ m.



**Figura 6:** Microscopia óptica de coléteres das estípulas apicais. A-C: Vista geral e detalhe de cortes transversais de uma estípula mais interna com coléteres em formação ou em estágio indiferenciado. D-F: Vista geral e detalhe de cortes transversais de uma estípula intermediária com coléteres indiferenciados e em pleno processo de secreção. Note os laticíferos na figura E (ponta de seta) G-I: Vista geral e detalhe de cortes transversais de uma estípula mais externa com coléteres em pleno processo de secreção e iniciando o processo de senescência. J-L: Vista geral e detalhe de cortes transversais de uma estípula mais externa onde nota-se o processo de senescência da mesma. \*: Espaços formados pela secreção entre a cutícula e o extrato paliçádico do coléter. Seta: presença de um extrato paliçádico possivelmente secretor. Barras: A, D e G: 400 $\mu$ m; B, C, E, H e J: 100 $\mu$ m; F e I: 20 $\mu$ m; K e L: 50 $\mu$ m.

Nas análises histoquímicas dos coléteres de *C. Pubescens* a reação com o vermelho de Rutênio indicou que uma das camadas da parede periclinal externa é rica em mucopolissacarídeos (Fig. 7 A). Testes com Sudan IV (Fig. 7 B) e Auramina O (Fig. 7 C) evidenciaram que os coléteres são cobertos por cutícula e que a mesma se rompe com o acúmulo de secreção. Através do teste com o azul brilhante de Coomassie, notou-se a presença de proteínas tanto nas células parenquimáticas e secretoras quanto na parede periclinal externa, no entanto, não houve marcação na secreção acumulada no espaço subcuticular (Fig. 7 D). A reação metacromática do azul de toluidina mostrou que a secreção possui compostos básicos, evidenciados pela coloração azul-arroxeadada revelada em alguns pontos (Fig. 7 E). Testes com Reagente de Schiff mostrou que a secreção é rica em polissacarídeos (Fig. 7 F).

O teste para compostos fenólicos com o cloreto férrico foi positivo somente em coléteres senescentes (Fig. 7G), mostrando que o acúmulo desses compostos só acontece nesta fase. A reação metacromática do azul de toluidina em coléteres senescentes evidenciou a mudança do caráter básico para ácido, com a coloração passando do azul-arroxeadado ao verde, iniciando no eixo central dos coléteres (Fig. 7H). Os testes para detecção de terpenoides e ácidos graxos não revelaram marcação.



**Figura 7:** Microscopia óptica de coléters submetidos a testes histoquímicos. A: Corte longitudinal de coléter do ápice marcado com Vermelho de Rutênio. B a G: Corte transversal de coléters do pecíolo marcados com Sudan IV, Auramina O, Azul de Coomassie, Azul de Toluidina e Reagente de Schiff respectivamente. H: Corte longitudinal de coléter do ápice, em estágio avançado de senescência, marcado com azul de toluidina. \*: detalhe do espaço preenchido por secreção após descolamento da cutícula. Seta: detalhe do rompimento da cutícula. Barras: A, C, D, E e G: 20  $\mu$ m; B e F: 10  $\mu$ m; H: 100  $\mu$ m

## DISCUSSÃO

No gênero *Cnidoscolus* a presença de glândulas peciulares é uma característica marcante para a descrição taxonômica. Em geral, as glândulas peciulares presentes neste gênero ocorrem na região adaxial do ápice do pecíolo, na junção do pecíolo com a lâmina foliar ou abaixo desta região. Estas glândulas em algumas espécies podem ser ausentes ou ainda estar sobre um espessamento da base da lâmina foliar prolongada em direção ao pecíolo (Melo & Sales 2008). Seu formato é geralmente laminar, papiliforme ou cilindriformes alongados. São encontradas geralmente em pares ou em grupos numerosos. Algumas apresentam papilas na face interna (Melo & Sales 2008). A glândula peciolar em *C. pubescens* foge da descrição habitual para as glândulas peciulares do gênero já que é encontrada em estrutura única de formato globular ou carnoso. As papilas internas destas glândulas, que algumas vezes foram relatadas em trabalhos descritivos taxonômicos, foram tratadas neste trabalho como coléteres tanto pelo seu formato, função secretora e estrutura anatômica. Devido às semelhanças quanto à estrutura e distribuição dos coléteres encontrados em partes vegetativas, estes podem frequentemente ser confundidos com nectários extraflorais (Mohan & Inamdar 1986). Na família Apocynaceae, os coléteres presentes nas partes vegetativas constituem-se em emergências ou glândulas persistentes observadas na base da lâmina foliar e na face adaxial da base do pecíolo (Thomas 1991), podendo ocupar posição interpeciolar ou intrapeciolar (Sennblad *et al.* 1998).

Neste contexto, é a primeira vez que coléteres são relatados para este gênero já que a ausência de trabalhos anatômicos impossibilitava a descrição desta estrutura. De acordo com a terminologia definida por Lersten (1974), os coléteres tanto do pecíolo quanto do ápice de *C. pubescens* são do tipo padrão ou “standard”, caracterizado pela presença de uma cabeça alongada recoberta por epiderme secretora em paliçada.

O fato da glândula peciolar de *C. pubescens* estar presente apenas nos estágios de iniciais do desenvolvimento foliar pode ser o motivo de uma estrutura tão importante para o gênero não ter sido notada em algumas espécies. A senescência precoce da glândula nesta espécie sugere que o estudo anatômico foliar nas espécies deste gênero deva acompanhar todo o desenvolvimento das estruturas analisadas.

Em geral os coléteres ocorrem principalmente na superfície adaxial de estípulas (Horner & Lersten 1968; Lersten 1974; Thomas 1991), mas também podem ser encontrados em pecíolos (Johansson 1987), em cálice (Robbrecht 1987; Dave *et al.* 1988), brácteas, bractéolas e corola (Thomas & Dave 1989). Ademais, o fato destas estruturas em *C. pubescens* estarem relacionadas a folhas prematuras, sua senescência precoce e as semelhanças estruturais dos coléteres em seu interior com os presentes nas estípulas apicais, reforçam a ideia de que sua função se assemelha a

destas estípulas, que com seus coléteres secretores desempenham papel protetor dos primórdios foliares (Thomas 1991).

Não houve diferença anatômica significativa entre os coléteres encontrados no interior da glândula peciolar e dos coléteres estipulares do ápice. A não ser pela maior concentração de coléteres nas glândulas peciulares, ambos apresentando desenvolvimento, forma de secreção e senescência semelhantes. Embora o número de coléteres seja um fator taxonômico importante em algumas famílias, em *C. pubescens* não existe um número específico de coléteres ocorrendo na glândula peciolar ou na estípula apical (Woodson & Moore 1938; Rio 2001). O descolamento da cutícula do estrato em paliçada em ambos os coléteres é gerado pelo acúmulo de secreção que gera certa pressão de turgor na cutícula distendida. Este inchaço do coléter devido ao excesso de secreção nos faz descartar a hipótese de que a secreção esteja passando diretamente pela cutícula através de pequenas vesículas como já foi proposto como mecanismo de secreção para coléteres de outras espécies (Klein *et al.* 2004; Miguel *et al.* 2006, 2009, 2010; Tullii *et al.* 2013). Também não foram verificados poros ou nenhum outro tipo de abertura na superfície destes coléteres. Neste sentido, todos os coléteres desta espécie tanto presentes na glândula peciolar quanto nas estípulas apicais extravasam seus conteúdos ao meio externo através do rompimento da cutícula já muito distendida. É também pelo ápice do coléter que se inicia o processo de senescência diferentemente do processo basipetalar descrito por Thomas (1991).

Outra característica pouco descrita para os coléteres é a ausência do desenvolvimento sincronizado dos coléteres em uma mesma estrutura. Este fato também ocorre em coléteres de outros gêneros (Klein *et al.* 2004; Miguel *et al.* 2010). Os coléteres em *C. pubescens* surgem; se desenvolvem e senescem em diferentes momentos em uma mesma estrutura sendo possível encontrar coléteres iniciando o seu desenvolvimento em meio a coléteres maduros ou em início de senescência. Desta forma, não foi possível distinguir fases estritamente imaturas, secretoras e senescentes, apenas o momento em que a maioria dos coléteres presentes atingiu seu estágio secretor ou quando a maioria dos coléteres já estava em estágio avançado de senescência. A mudança na metacromasia do azul de toluidina de um coléter maduro para um coléter senescente segue o padrão descrito para as demais espécies uma vez que os citoplasmas se tornam mais ácidos gerando a coloração esverdeada (Tullii *et al.* 2013)

O desaparecimento da glândula peciolar durante o desenvolvimento foliar pode indicar que essas glândulas desempenham papel diferenciado em relação às glândulas peciulares persistentes e comuns as demais espécies deste gênero. Talvez isso se deva ao fato de a folha de *C. pubescens*, posteriormente, desenvolver um amplo sistema laticífero e tricomas urticantes que a protegem. Mas essa justificativa não leva em consideração o fato de que na maioria das

espécies que a glândula é persistente por toda maturidade da folha. Estas também possuem sistema laticífero e tricomas urticantes como proteção. Talvez a diferença esteja apenas na função da substância secretada. Os testes histoquímicos não revelaram a presença de alcaloides na secreção, substância comum utilizada para a defesa da planta. Os compostos fenólicos e proteínas foram encontrados no corpo do coléter e sua concentração se intensificou durante o processo de senescência. A secreção de caráter básico, uma vez que foi marcada de roxo pelo azul de toluidina, também possui composição polissacarídica demonstrado pela reação com Reagente de Schiff. A composição polissacarídica é comum para a secreção de coléteres, porém a marcação negativa para outras substâncias indica se tratar de uma secreção com função de nutrição para outros organismos. Essa é uma relação comum de mutualismo entre plantas que secretam substâncias nutritivas a fim de serem protegidas por um determinado grupo de animais e esses animais que a protegem da predação e de parasitas. Uma observação importante foi a de que todos os coléteres ao iniciarem a liberação da secreção continham hifas fúngicas na região de ruptura da cutícula. Esses fungos por sua vez proliferavam sobre os coléteres senescentes até perecerem ao final da senescência de toda a estrutura não se fazendo presentes nas folhas. Muitas secreções de coléteres têm a função de proteção contra micro-organismos. Mas no caso de *C. pubescens* o aparecimento das hifas durante a liberação da secreção indica ausência de substâncias de proteção contra esses organismos e reforça a idéia de que a natureza polissacarídica esteja relacionada à nutrição de outros organismos, além do controle da hidratação destas partes vegetativas.

## CONCLUSÃO

Embora a presença de coléteres nas glândulas peciolares de *C. pubescens* seja uma surpresa, a semelhança com os coléteres estipulares do ápice e a forma simples de secreção através da ruptura da cutícula podem ser um exemplo de como estas estruturas são mais comuns do que se imagina. Os coléteres da glândula peciolar de *C. pubescens* são mais um entre vários exemplos de coléteres ocorrendo em diferentes órgãos ou estruturas. Seu grande número e estrutura complexa são um bom exemplo para o entendimento do funcionamento e senescência dessas estruturas. Estudos químicos da secreção destes coléteres ou estudos ecológicos podem trazer maiores informações sobre a função destas glândulas para esta espécie e ajudar a entender a função destas glândulas também para o gênero. O que podemos dizer até aqui é que a singularidade anatômica dessas glândulas peciolares e a descrição dos coléteres pela primeira vez para o gênero é de extrema importância taxonômica.

## Referencias bibliográficas

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Met. Zet.* 22: 711-728.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & ESTELITA, M.E.M. 2000. Development, structure and distribution of colleters in *Mandevilla illustris* and *M. Velutina* (Apocynaceae). *Rev.Bras. Bot.* 23:113-120.
- ASCENSÃO, L. 2007. Estruturas secretoras em plantas: Uma abordagem morfoanatômica. In: FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G. (Eds). **Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais**. 3ª Ed. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - Centro de Biotecnologia Vegetal, Lisboa, 19-28 p.
- BARREIRO, D. P., 2006. Coléteres dendróides em *Alibertia sessilis* K. Schum. (Rubiaceae). Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 36p.
- BRAGA, R. 1976. **Plantas do nordeste brasileiro – especialmente do Ceará**. Mossoró, Editora Mossoró, 540p.
- CARVALHO, H. F. & RECCO-PIMENTEL, S.M. 2007. **A célula**. 2ª ed. Barueri, SP, 380p.
- CHAMBERLAIN C.J. 1932. **Methods in plant histology**. 5ª ed. Chicago, The University of Chicago Press, 416 p.
- CURTIS, J. D. & LERSTEN, N. R. 1974. Morphology, seasonal variation and function of resin glands on buds and leaves of *Populus deltoides* (Salicaceae). *Am. J. Bot.* 61:835-845.
- DAVE, Y.; THOMAS, V. & KURIACHEN, P.M. 1987. Structure and development of colleters in *Aganosoma caryophyllata* G. Don. *Pakist. J. Bot.* 19:243-248.
- DAVE, Y., KURIACHEN, P.M. & THOMAS, V. 1988. Development, structure and senescence of colleters in *Gardenia lucida* Roxb. (Rubiaceae). *Acta Soc. Bot. Pol.* 57:3-7.
- DAVID, R.; CARDE, J. P. 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du Pin maritime au moyen du reactif Nadi. *C. R. Hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, Série D, 258: 1338-1340.
- DEMARCO, D. 2005. Estruturas secretoras florais e coléteres foliares em espécies de cerrado de *Aspidosperma* Mart. e *Blepharodon* Decne (Apocynaceae s.l.). Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- EVERT, R. F. 2006. **Esau's Plant anatomy: Meristems, cells, and tissues of the plant body : their structure, function, and development**. 3ª Ed, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 601p.
- FAHN, A. 1979. **Secretory tissues in Plants**. Academic Press, London, 302p.
- FISCHER, D.B. 1968. Protein staining of ribboned epon sections for light microscopy. *Histochemie* 16: 92-96.

- FJELL, I. 1983. Anatomy of the xeromorphic leaves of *Allamanda neriifolia*, *Thevetia peruviana* and *Vinca minor* (Apocynaceae). *Nord. J. Bot.* 3:383-392.
- GANTER, P.; JOLLÉS, G. 1970. **Hitologie normale at pathologique**. Vol II, Gauthier, Villars, Paris, 1904p.
- HORNER, H. T. & LERSTEN, N. R. 1968. Development, structure and function of secretory trichomes in *Psychotria bacteriophila* (Rubiaceae). *Am. J. Bot.* 55:1089-1099.
- INGRAM, J. 1957. Notes on the cultivated Euphorbiaceae 1. The flowers of the Euphorbiaceae 2. *Cnidoscolus* and *Jatropha*. *Baileya* 5: 107-117.
- JOHANSEN, D. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. p 52.
- JOHANSSON, J. T. 1987. Revision of the genus *Prismatomeris* Thw. (Rubiaceae, Morindae) *Opera Bot.* 94:1-62.
- KLEIN, D. E.; GOMES, V. M.; SILVA-NETO, S. J.; DA CUNHA, M. 2004. The structure of colleters in several species of *Simira* (Rubiaceae). *An. Bot.* 94: 733-740.
- LAMBERT, J., HECKENBACH, E., WU, Y. & SANTIAGO-BLAY, J. 2010. Characterization of Plant Exudates by Principal-Component and Cluster Analyses with Nuclear Magnetic Resonance Variables. *J. Nat. Prod.*73: 1643–1648.
- LEITÃO, C. A. E. & CORTELAZZO, A. L. 2008. Structural and histochemical characterization of the colleters of *Rodriguezia venusta* (Orchidaceae). *Aust. J. Bot.* 56: 161-165.
- LERSTEN, N.R. 1974. Morphology and distribution of colleters and crystals in relation to the taxonomy and bacterial leaf nodules in *Psychotria* (Rubiaceae). *Am. J. Bot.* 61: 973-981.
- LOPES-MATTOS, K. L. B.; OTUKI, S. A. P.; AZEVEDO, A. A.; PEREIRA, Z. V.; MEIRA, R. M. S. A. 2015. Colleters in 10 species belonging to three tribes of Rubiaceae: morphoanatomical diversity and potential as useful characters for taxonomy. *Bot.* 93: 1-10.
- LIMA, J.L.S. 1998. **Plantas forrageiras das caatingas - usos e potencialidades**. EMBRAPA, Petrolina, PE, Brasil 44p.
- LUZ, J. L. L.; DIÉGUEZ, E. T.; NIEBLAS, M. M. O.; GUTIÉRREZ, F. L. 1999. "Caribe" (*Cnidoscolus angustidens* Torr.), a promising oilseed geophyte from north-west Mexico. *J. Arid Env.* 41: 299-308.
- MAYER, JLS CARDOSO-GUSTAVSON, P & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 2011. Colleters in monocots: New record for Orchidaceae. *Flora* 206:185-190.
- MCVAUGH, R. 1944. The genus *Cnidoscolus*: generic limits and intrageneric groups. *Bull. Torrey Bot. Club* 71: 457-474.
- MELO, A.L. & SALES M.F. 2008. O gênero *Cnidoscolus* Pohl (Crotonoideae-Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 22: 806-827.

- MIGUEL, E.C.; KLEIN, D.E.; DE OLIVEIRA, M.A.; DA CUNHA, M. 2010. Ultrastructure of secretory and senescence phase in colleters of *Bathysa gymnocarpa* K. Schum. and *B. stipulata* (Vell.) C. Presl. (Rubiaceae). *Rev. Bras. Bot.* 33: 455-466.
- MIGUEL, E. C.; GOMES, V.M.; DE OLIVEIRA, M.A.; DA CUNHA, M. 2006. Colleters in *Bathysa nicholsonii* K. Schum. (Rubiaceae): Ultrastructure, secretion protein composition and antifungal activity. *Plant Biol.* 8: 715-722.
- MIGUEL, E. C., MORAES, D.G. & DA CUNHA, M. 2009. Stipular colleters in *Psychotria nuda* (Cham. & Schldl.) Wawra (Rubiaceae): micromorphology, anatomy and crystals microanalysis. *Acta Bot. Bras.* 23: 1034-1039.
- MOHAN, J.S.S. & INAMDAR, J. R. 1986. Ultrastructure and secretion of extrafloral nectarines of *Plumeria rubra* L. *Ann. Bot.* 57: 389-401.
- MORS, W.B. & RIZZINI, C.T. 1966. **Useful Plants of Brazil**. London, Amsterdam, Holden-Day Inc, 166p.
- NOODÉN, L.D. & LEOPOLD, A.C. 1988. **Senescence and Aging in Plants**. Academic Press, San Diego, CA.
- O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.
- PEARSE, A.G.E. 1980. **Histochemistry, theoretical and applied: preparative and optical technology**. 4<sup>o</sup> ed. Churchill Livingstone, Edinburgh, 439p.
- POTT, A. & POTT, V.J. 1994. **Plantas do Pantanal**. EMBRAPA, Corumbá, MS, Brasil, 320p.
- RIO, M.C.S. DO; CASTRO, M. DE M.; KINOSHITA, L.S. 2002. Distribuição e caracterização anatômica dos coléteres foliares de *Prestonia colliata* (Vell.) Woodson (Apocynaceae). *Rev. Bras. Bot.* 25: 339-349.
- ROBBRECHT, E. 1987. The african genus *Tricalysia* A. Rich. (Rubiaceae).4. A Revision of the species of section *Tricalysia* and section *Rosea*. *Bull. Nat. Plant. Belg.* 57:39-208.
- ROBBRECHT, E. 1988. Tropical woody Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. *Opera Bot. Belg.* 1: 1-271 p.
- SENNBLAD, B., ENDRESS, M.E. & BREMER, B. 1998. Morphology and molecular data in phylogenetic fraternity: the tribe Wrightieae (Apocynaceae) revisited. *Am. J. Bot.* 85:1143-1158.
- THOMAS, V. & DAVE, Y. 1989. Structure, origin, development and senescence of colleters in *Nerium indicum* Mill. (*N. odorum* Soland., Apocynaceae). *Kor. J. Bot.* 32:163- 172.
- THOMAS, H.; OUGHAM, H.J.; WAGSTAFF, C.; STEAD, A.D. 2003. Defining senescence and death. *J. Exp. Bot.* 54:1127–1132.
- THOMAS, V. 1991. Structural, functional and phylogenetic aspects of the colleter. *Ann. Bot.* 68: 287 - 305.

- THOMAS, V., DAVE, Y. & MENON, A.R.S. 1989. Anatomy and histochemistry of colleters in *Roupelia grata* Wall. (Apocynaceae). *Nord. J. Bot.* 8:493-496.
- TULLII, C., F.; MIGUEL, E., C.; DA CUNHA, M. 2013. Stipular colleters of *Alseis pickelli* Pilger et Shmale (Rubiaceae): Structure and function. *Botany* 91(6): 403-413.
- THOMAS, V., 1991. Structural, functional and phylogenetic aspects of the colleter. *Ann. Bot.* 68: 287 - 305.
- VITARELLI, N. C. & SANTOS, M. 2009. Anatomia de estípulas e coléteres de *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae). *Acta Bot. Bras.* 23(4): 923-928.
- WEBSTER, G.L. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 81: 3-32.
- WILLIAMS, L. 1962. Laticifers plants of Economic Importance II. Mexican chilte (Cnidoscolus): A source of gutta-like material. *Econ. Bot.* 16: 53-70.
- WOODSON, R.E. & MOORE, J.A. 1938. The vascular anatomy and comparative morphology of Apocynaceous flowers. *Bull. Torrey Bot. Club* 65:135-165.

#### 4. Considerações finais:

O estudo dos caracteres anatômicos da folha, pecíolo, estruturas secretoras e lenho são ainda importantes ferramentas para o entendimento de relações ecológicas, fisiológicas, taxonômicas e sistemáticas. Estes estudos são úteis ainda para indicar possíveis potencialidades de uso ou ainda direcionar futuras pesquisas. A espécie *Cnidoscolus pubescens* chamou a atenção por diversos motivos. A sua ocorrência restrita a determinadas fitofisionomias em especial ligadas a condição de xeromorfismo. Atributos funcionais de espécie pioneira e de rápido crescimento. A presença de abundantes tricomas urticantes tanto nas folhas, quanto nas estruturas reprodutivas e no caule. A presença de látex abundante tanto nas folhas quanto no caule. A presença de glândulas características na união do pecíolo e limbo apenas em folhas no início de seu desenvolvimento. A presença de estípulas apicais contendo coléteres. O fato de ser uma árvore lenhosa que pode atingir grande diâmetro dentro de um gênero predominantemente arbustivo. O fato de haver poucos trabalhos sobre os representantes deste gênero e praticamente nenhum sobre esta espécie. Com isso os dados obtidos permitiram criar uma base de comparação para outras espécies do gênero ou mesmo de outros gêneros no que se refere a estrutura anatômica tanto da folha quanto do lenho. Verificou-se que muitas características são comuns a Família Euphorbiaceae, outras são comuns apenas ao gênero *Cnidoscolus* e outras podem ainda ser usadas na diferenciação a nível específico. Houve divergências quanto as características esperadas para condições de xeromorfismo tanto na folha quanto no lenho, apesar do lenho ter demonstrado algumas destas características. A falta de estudos anatômicos em um maior número de espécies deste gênero dificulta a comparação e o entendimento das pressões ambientais sofridas e suas adaptações. Estudos do fluxo de seiva, incremento radial e atividade cambial ajudariam a relacionar suas características anatômicas ao tipo de estresse a que ela é submetida. Estudos em fisiologia podem trazer maiores respostas quanto as pressões sofridas e suas adaptações em especial se fossem comparadas comunidades de diferentes fitofisionomias ou de extremos climáticos. O estudo de sua glândula peciolar e a caracterização dos seus coléteres permitiu esclarecer um novo e importante aspecto para o gênero. O desenvolvimento, forma de secreção e de senescência destes coléteres ajuda a exemplificar os mecanismos de funcionamento desta importante estrutura. O estudo das estruturas secretoras desta planta permitiu esclarecer suas peculiaridades sendo possível compará-las as que se fazem presentes em outros gêneros ou famílias. O conteúdo do látex, da secreção dos coléteres e dos tricomas urticantes ainda não foi descrito para *Cnidoscolus pubescens* e nem para outros membros deste gênero. O histórico da família Euphorbiaceae em relação a presença de substâncias com potenciais usos para o homem, os relatos de uso medicinal de alguns representantes do gênero

*Cnidoscolus*, bem como relatos de algumas espécies tóxicas, faz deste um gênero promissor para estudos químicos. As espécies do gênero *Cnidoscolus* são ricas em nutrientes como ácido ascórbico, carotenóides e substâncias antioxidantes como o kaempferol-3-O-glicosídeos, e quercetin-3-O-glicosídeos (Kuti 2004; Piña 2010). Porém, devido a presença de outras diversas substâncias tóxicas, inclusive glicosídeos cianogênicos, muitas são impróprias para consumo ou necessitam de cozimento o que reduz muito os compostos benéficos (Oliveira 2008; Seigler 1969; Kolterman 1982). Óleos e extratos da espécie *Cnidoscolus phyllacanthus* mostrou possuir potente atividade larvicida contra o mosquito *Aedes aegypti* (Candido 2013). Ainda sobre *Cnidoscolus phyllacanthus*, Endo (1991) isolou um novo composto chamado favelanone, um novo derivado do ciclopropano tetracíclico com atividade citotóxica, promissora no tratamento contra células cancerígenas. Trabalhos visando estudar as substâncias presentes nas folhas, caule e estruturas secretoras de *Cnidoscolus pubescens* tem enorme potencial de resultados positivos.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, K.M.P; BRAGA, J.M.A.; NASCIMENTO, M.T. 2014. Tree species diversity of coastal lowland semideciduous forest fragments in northern Rio de Janeiro state, Brazil. *Biosci. J.* 30 (5) 1529-1550.

AGUIAR, J.S.; COSTA, M.C.C.D. 2005. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae): levantamento de publicações nas áreas química, agrônômica e farmacológica, no período de 1979 a 2004. *Rev. Bras. Plant. Med.* 8(1):79-84.

ALQUINI, Y., BONA, C., BOEGER, M.R.T., COSTA, C.G. & BARROS, C.F. 2006. Epiderme. In **Anatomia Vegetal** (B. Appezato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro, eds.). UFV, Viçosa, p.87-107.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Met. Zet.* 22 (6): 711-728.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & ESTELITA, M.E.M. 2000. Development, structure and distribution of colleters in *Mandevilla illustris* and *M. Velutina* (Apocynaceae). *Rev. Bras. Bot.* 23:113-120.

ASCENSÃO, L. 2007. Estruturas secretoras em plantas: Uma abordagem morfoanatômica. In: FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G. (Eds). **Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Medicinais**. 3ª Ed. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, p.19-28.

BAAS, P. 1973. The anatomy of *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. *Blumea* 21:193-258.

BARROS, C. F.; CALLADO, C. H.; COSTA, C. G.; PUGIALLI, H. R. L.; CUNHA, M. & MARQUETE, O. 1997. **Madeiras da Mata Atlântica: Anatomia do lenho de espécies**

**ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil.** Vol. I. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 86p.

BARROS, C. F.; MARCON-FERREIRA, M. L.; CALLADO, C. H.; LIMA, H. L. P; CUNHA, M.; MARQUETE, O.; COSTA, C. G. 2006. Tendências Ecológicas na Anatomia da Madeira de Espécies da Comunidade Arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 57 (3): 443-460.

BARROSO, G. M. 1984. **Sistemática de Angiospermas do Brasil.** Vol. II. Imprensa Universitária UFV, Viçosa, MG, Brasil, 377p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 1998. Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica – Brasil. Brasília: MMA, 283p.

BERRY, P. E.; HIPPEL, A. L., WURDACK, K. J.; VAN ECK, B. W. & RIINA, R. 2005. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonaeae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and trnL-trnF sequence data. *Am. J. Bot.* 92: 1520–1534.

BONZANI, N. E.; FILIPPA, E. M.; BARBOZA, G. E. 1997. Particularidades epidérmicas em algumas espécies de Verbenaceae. *Anal. Inst. Biol. Univ. Nac. México* 68: 47-56.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2011. Quarto relatório nacional 1 para a convenção sobre diversidade biológica. Brasília, DF, Brasil. 247 p.

CALLADO, C. H.; SILVA NETO, S. J.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. *IAWA J.* 22(1): 29-4.

CÂMARA, I. G. 2005. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas, State of the Hotspots.** Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional, Belo Horizonte, MG, Brasil 31-42 p.

CAMPBELL, G.; RABELO, G. R.; Da CUNHA, M. 2016. Ecological significance of wood anatomy of *Alseis pickelii* Pilg. & Schmale (Rubiaceae) in a Tropical Dry Forest. *Acta Bot. Bras.* 30(1): 124-130.

CANDIDO, L.P., PEREIRA, L. CAVALCANTI, M.T., TEJO, M. 2013. Bioactivity of plant extracts on the larval and pupal stages of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 46(4):420-425.

CARLQUIST S. 2001. **Comparative wood anatomy: Systematic, ecological and evolutionary aspects of Dicotyledon wood.** 2º Ed., Springer-Verlag, 448p.

CARVALHO, H. F. & RECCO-PIMENTEL, S.M. 2007. **A célula.** 2ª Ed. Barueri, SP, 380p.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. 2006. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. *Acta Bot. Bras.* 20(3): 727-740.

- CASTRO, M.M. & MACHADO, S.R. 2006. Células e tecidos secretores. **In Anatomia vegetal** (Apezzato-da-Glória, B & Carmello-Guerreiro, SM eds). 2° ed., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 438p.
- CONEGERO, L.S.; *et al.* 2003. Constituintes químicos de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae). *Quim. Nova* 26 (6): 825-827.
- CORDEIRO, R., ARAGAO, J., MORHY, L. 1983. The presence of histamine in *Cnidoscopus* [sic] *oligandrus* (Euphorbiaceae). *An. Acad. Bras. Cienc.* 55:123-128.
- CROIZAT, L. 1943. New or critical Euphorbiaceae of Brazil. *Trop. Woods* 76: 11-14.
- CURTIS, J. D. & LERSTEN, N. R. 1974. Morphology, seasonal variation and function of resin glands on buds and leaves of *Populus deltoides* (Salicaceae). *Am. J. Bot.* 61:835-845.
- CUTTER, E.G. 1986. **Anatomia Vegetal. Parte 1: Células e Tecidos.** 2ª Ed. São Paulo, Rocca Ltda, 343 p.
- DA CUNHA, M. & VIEIRA, R.C. 1997. Anatomia foliar de *Psychotria vellosiana* Benth. (Rubiaceae). *Rodriguésia* 49: 39-50.
- DANON, A.; DELORME, V.; MAILHAC, N.; GALLOIS, P. 2000. Plant programmed cell death: A common way to die. *Plant Physiol. Bioch.* 38:647-655.
- DAVE, Y.; THOMAS, V.; KURIACHEN, P.M. 1987. Structure and development of colleters in *Aganosoma caryophyllata* G. Don. *Pakist. J. Bot.* 19:243-248.
- DAVE, Y., KURIACHEN, P.M.; THOMAS, V. 1988. Development, structure and senescence of colleters in *Gardenia lucida* Roxb. (Rubiaceae). *Acta Soc. Bot. Poloniae* 57:3-7.
- DEMARCO, D. 2005. Estruturas secretoras florais e coléteres foliares em espécies de cerrado de *Aspidosperma* Mart. e *Blepharodon* Decne (Apocynaceae s.l.). Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- DI STASI, L. C., HIMURA-LIMA C. A. 2002. Rubiales medicinais. In: **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica.** Ed. UNESP, São Paulo, SP, Brasil, 492-495 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. 1985. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada.** IPT, Divisão de Madeiras, São Paulo, SP, Brasil.
- DOORN, W. G.; WOLTERING, E. J. 2005. Many ways to exit? Cell death categories in plant. *Trends Plant Sci.* 10: 117-122.
- ENDO Y, OHTA T, NOZOE S. 1991. Favelines novel tricyclic benzocycloheptans with cytotoxic activities from the Brazilian plant, *Cnidoscopus phyllacanthus*. *Tetrahedron Lett.* 32:3083-3086.
- ESAÚ, K. 1965. **Plant Anatomy.** 2ª Ed. New York, John Wiley & Sons, 767 p.
- ESAÚ, K. 1974. **Anatomia das plantas com sementes.** Tradução: Berta Lange de Morretes. Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo 231p.
- ESAÚ, K. 1976. **Anatomia vegetal.** 3ª. Ed., Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 779p.

- FAHN, A. 1979. **Secretory tissues in Plants**. Academic Press, London, 302p.
- FJELL, I. 1983. Anatomy of the xeromorphic leaves of *Allamanda neriifolia*, *Thevetia peruviana* and *Vinca minor* (Apocynaceae). *Nord. J. Bot.* 3:383-392.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2002. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 1995-2000: relatório final. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. 2010. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2008-2010. São Paulo. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/dados/> Acesso em: 4 fev. de 2013.
- GONZALEZ, A. M.; ARBO, M. M. 2004. Trichome complement of *Turnera* and *Piriqueta* (Turneraceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 144: 85-97.
- GREEN, D.; KROEMER, G., 1998. The central executioners of apoptosis caspases or mitochondria? *Trends Cell Biol.* 8: 267-271.
- HADFIELD, K.A & BENNETT, A.B. 1997. Programmed senescence of plant organs. *Cell Death Diff.* 4: 662-670.
- HODGES, D.M. & FORNEY, C.F. 2000. The effects of ethylene, depressed oxygen and elevated carbon dioxide on antioxidant profiles of senescing spinach leaves. *J. Expt. Bot.* 51: 645-655.
- HOEBERICHTS, F.A.; DE JONG, A.J; WOLTERING, E.J. 2005. Apoptotic-like cell death marks the early stages of gypsophila (*Gypsophila paniculata*) petal senescence. *Posth. Biol. Technol.* 35: 229-236.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE. n. 1, 271p.
- JOLY, C.A.; LEITÃO-FILHO, H.F.; SILVA, S.M. 1991. O patrimônio florístico In: Cecchi, J.C. & Soares, S.M. (eds.). **Mata Atlântica / Atlantic Rain Forest**. Fundação SOS Mata Atlântica: 95-125p.
- JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S., KELLOGG, E. A., STEVENS, P. F. & DONOGHUE, M. J. 2009. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3° ed. Artmed, Porto Alegre, RS, Brasil 632 p.
- KLEIN, D. E.; GOMES, V. M.; SILVA-NETO, S. J.; DA CUNHA, M. 2004. The structure of colleterial glands in several species of *Simira* (Rubiaceae). *Ann. Bot.* 94: 733-740.
- KOLTERMAN, D. A.; BRECKON, G. J. 1982. Chemotaxonomic studies in *Cnidocolus* (Euphorbiaceae). I. Flavonol glycosides of the *C. tubulosus* complex. *Syst. Bot.* 7:178-185.
- KUTI J.O.; KONURU H.B. 2004. Antioxidant Capacity and Phenolic Content in Leaf Extracts of Tree Spinach (*Cnidocolus* spp.). *J. Agric. Food Chem.* 52, 117-121

LEE, C. J.; CHEN, L. G.; CHANG, T. L.; KE, W. M.; LO, Y. F.; WANG, C. C. 2011. The correlation between skin-care effects and phytochemical contents in Lamiaceae plants. *Food Chem.* 124: 833-841.

LEITÃO, C. A. E.; CORTELAZZO, A. L. 2008. Structural and histochemical characterization of the colleters of *Rodriguezia venusta* (Orchidaceae). *Austr. J. Bot.* 56: 161-165.

LEITÃO FILHO, H.F. 1994. Diversity of arboreal species in atlantic rain forest. *An. Acad. Bras. Ci.* 66 (supl. 1):91-96.

LEME, E.M.C. & SIQUEIRA-FILHO, J.A. 2006. Taxonomia das bromélias dos fragmentos de mata atlântica de Pernambuco e Alagoas. In: Siqueira-Filho, J.A. & Leme, E.M.C. **Fragmentos de mata atlântica do Nordeste – biodiversidade, conservação e suas bromélias**. Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 190-381p.

LEME, C.L.D. 1994. Anatomia comparada do lenho do caule, raiz e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 73p.

LIMA, J.L.S. 1998. **Plantas forrageiras das caatingas - usos e potencialidades**. EMBRAPA, Petrolina, PE, Brasil 44p.

LORENZI, H. 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, vol.2, 352p.

LUTZ, O. 1914. The poisonous nature of the stinging hairs of *Jatropha urens*. *Sci.* 40: 609-610.

LUZ, J. L. L.; DIÉGUEZ, E. T.; NIEBLAS, M. M. O.; GUTIÉRREZ, F. L. 1999. "Caribe" (*Cnidoscolus angustidens* Torr.), a promising oilseed geophyte from north-west Mexico. *J. Arid Env.* 41: 299-308.

MACBRIDE, J.F. 1951. Euphorbiaceae. In: Macbride, J.F. **Flora of Peru**. Field Museum of Natural History 13: 1-200.

MACFARLANE, W.V. 1963. The stinging properties of *Laportea*. *Econ. Bot.* 17:303-311.

MARQUES JBC, CALLADO CH, RABELO GR, et al (2015) Comparative wood anatomy of species of *Psychotria* L. (Rubiaceae) in Atlantic Rainforest remnants of Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Bot Bras.* 29:433-444

MARTIN, J. T. & JUNIPER, B. E. 1970. **The cuticles of plants**. 1° ed. London, Edward Arnold (Publishers) LTD, 347p.

MARTIN, L.; SUGUIU, K.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M. 1997. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte, CPRM, 112p.

MAYER, JLS CARDOSO-GUSTAVSON, P & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 2011. Colleters in monocots: New record for Orchidaceae. *Flora* 206:185-190.

- MCCABE, P. E.; LEAVER, C. J., 2000. Programmed cell death in cell cultures. *Plant Mol. Biol.* 44: 359-368.
- MCVAUGH, R. 1944. The genus *Cnidoscolus*: generic limits and intrageneric groups. *Bull. Torrey Bot. Club* 71: 457-474.
- MELO, A.L. & SALES M.F. 2008. O gênero *Cnidoscolus* Pohl (Crotonoideae-Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 22(3): 806-827.
- MIGUEL, E.C., KLEIN, D.E., DE OLIVEIRA, M.A, DA CUNHA, M. 2010. Ultrastructure of secretory and senescence phase in colleters of *Bathysa gymnocarpa* K. Schum. and *B. stipulata* (Vell.) C. Presl. (Rubiaceae). *Rev. Bras. Bot.* 33: 455-466 CrossRef.
- MIGUEL, E. C.; GOMES, V.M.; DE OLIVEIRA, M.A.; DA CUNHA, M. 2006. Colleters in *Bathysa nicholsonii* K. Schum. (Rubiaceae): Ultrastructure, secretion protein composition and antifungal activity. *Plant Biology* 8: 715-722.
- MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOUREX, J. & FONSECA, G. A. B. 2004. **Hotspots revisited**. CEMEX, Mexico City, 392p.
- MOHAN, J.S.S. & INAMDAR, J. R. 1986. Ultrastructure and secretion of extrafloral nectarines of *Plumeria rubra* L. *Ann. Bot.* 57: 389-401.
- MORAES, T.M. DA S.; RABELO, G.R.; ALEXANDRINO, C.R. *et al.* 2011 Comparative leaf anatomy and micromorphology of *Psychotria* species (Rubiaceae) from the Atlantic Rainforest. *Acta Bot. Bras.* 25:178–190
- MORAIS, N.R.L.; OLIVEIRA NETO, F.B.; MELO, A.R.; BERTINI, L.M.; SILVA, F.F.M.; ALVES, L.A. 2016. Prospecção fitoquímica e avaliação do potencial antioxidante de *Cnidoscolus phyllacanthus* (müll. Arg.) Pax & k.hoffm. Oriundo de apodi – RN. *Rev. Bras. Pl. Med.* 18 (1): 180-185.
- MORI, S.A., BOOM, B.M., PRANCE, G.T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest species. *Brittonia* 33:233-245.
- MUENSCHER, W.C. 1958. Euphorbiaceae. Pp. 142-152. In: W.C. Muenscher. **Poisonous plants of the United States**. New York, The Macmillan Company.
- MÜLLER, J. 1865. *Jatropha*. Pp. 207-212. In: J. Müller. *Linnaea, Journal für Botanik Pflanzenkunde*.
- MÜLLER, J. 1866. *Jatropha*. In: A.P. De Candolle. **Prodromus systematics naturalis regni vegetabilis**. Victor Masson et filii, Paris, 1076-1105p.
- MÜLLER, J. 1873. Euphorbiaceae. In: C.F. Martius. **Flora Brasiliensis**. Munique, Lipsiae, 1-752p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

- NOODÉN, L.D. & LEOPOLD, A.C. 1988. **Senescence and Aging in Plants**. Academic Press, San Diego, CA.
- OELRICHS, P.B., and ROBERTSON, P.A. 1970. Purification of pain-producing substances from Dendrocnide (*Laportea*) moroides. *Toxicon* 8:89-90.
- OLIVEIRA, D.M. PIMENTEL, L.A. ARAÚJO J.A.S. *et al.* 2008. Intoxicação por *Cnidoscolus phyllacanthus* (Euphorbiaceae) em caprinos. *Pesq. Vet. Bras.* 28(1):36-42.
- OLIVEIRA, R.B; GIMENEZ, V. M. M.; GODOY, S.A.P. 2007. Intoxicações com espécies da família Euphorbiaceae. *Rev. Bras. Bioci.* 5 (1) 69-71.
- OLIVEIRA FILHO A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32:793-810.
- PASCUAL, M.E.; SLOWING, K.; CARRETERO, M.E.; VILLAR, A. 2001. Antiulcerogenic activity of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). *Farmaco* 56:501-504.
- PAULA, J.E.; SILVA-JÚNIOR, F.G. da; SILVA, A.P.P. 2000. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro-oeste brasileiro. *Sci. Forestalis* 58: 73-89.
- PAX, F. & HOFFMANN, K. 1914. Euphorbiaceae-Acalypheae- Mercurialinae. In: A. Engler. **Das Pflanzenreich regni vegetabilis conspectus**. Weinheim, H.R. Engelmann, 397-401p.
- PAX, F. 1910. Euphorbiaceae-Jatrophaeae. In: A. Engler. **Das Pflanzenreich regni vegetabilis conspectus**. Weinheim, H.R. Engelmann, 1-148p.
- PIÑA, G.L. RAMOS S.M. REYNOSO G. 2010. Antioxidant, Antimutagenic, and Antidiabetic Activities of Edible Leaves from *Cnidoscolus chayamansa* Mc. Vaugh. *J. Food Sci.* 75 (2): 68-72.
- POHL, J.E. 1827. *Cnidoscolus*. In: J.E. Pohl. **Plantarum brasiliae icones et descriptiones**. Vindobanae, 56-63p.
- POLLARD, A.J., BRIGGS, D. 1984. Genecological studies of *Urtica dioica* L. III. Stinging hairs and plant-herbivore interactions. *New Phytol.* 97:507-522.
- POTT, A. & POTT, V.J. 1994. **Plantas do Pantanal**. EMBRAPA, Corumbá, MS, Brasil, 320p.
- RABELO, R. G. *et al.* 2013. Structural and ecophysiological adaptations to Forest gaps. *Trees*, 27: 259-272.
- RIBEIRO, M.L.R.C & BARROS, C.F. 2006. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Leguminosae - Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Atlântica. *Acta Bot. Bras.* 20: 839-844.
- RIZZINI, C. T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. Vol. 2. Aspectos ecológicos. Hucitec/Edusp, São Paulo, 474 p.
- ROACH, D.A. 1993. Evolutionary senescence in plants. *Genetica* 91: 53-64.

- ROBERTSON, P.A., & MACFARLANE, W.V. 1957. Pain-producing substances from the stinging bush *Laportea moroides*. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.* 35:381-393.
- SCARANO, F. R. & CEOTTO, P. 2015. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. *Biodiversity and Conservation*, 24 (9): 2319-2331.
- SCHVARTSMAN, S. 1979. **Plantas venenosas**. Sarvier, São Paulo, 76-98 p.
- SENJOBI, C. T.; MOODY, J. O. AND ETTU, A. O. 2011. Antimicrobial and Cytotoxic Effects of *Cnidocolus aconitifolius* (Miller) Johnson. *J. Agri. Biol. Sci.* 2 (2): 21-25.
- SEIGLER, D. S.; BLOOMFIELD, J. J. 1969. Constituents of genus *Cnidocolus*. *Phytoch.* 8(5): 935.
- SILVA, J.M.C. & CASTELETI, C.H.M. 2005. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. In: C. Galindo-Leal, & I.G. Câmara (eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica, 43-60p.
- SMITH, L.B., DOWNS, R.J. & KLEIN, R.M. 1988. Euforbiáceas. *Flora Ilustr. Catarinense* 1:1-408.
- SOBRINHO, T.J.S.P.; *et al.* 2011. Phenolic content and antioxidant capacity of our *Cnidocolus* species (Euphorbiaceae) used as ethnopharmacologicals in Caatinga. *African J. Pharm. Pharmacol.* 5: 2310-2316.
- SOFFIATI A. 2005. History of antropic actions on the native vegetable ecosystems in the north and northwest of the State of Rio de Janeiro. *Perspectivas* 4(7): 67-79.
- SOUKUP, J. 1968. Las erythroxilaceas y las euphorbiaceas del Peru, sus géneros e lista de espécies. *Biota* 55: 113-149.
- SOUZA, M.A. 2005. Isolation and partial characterization of d-galactose-binding lectin from the latex of *Synadenium carinatum*. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 46: 705-716.
- STACE, C.A. 1965. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. *Bull. Br. Mus. Bot.* 4: 3-78.
- TAIZ & ZEIGER 2004. **Fisiologia Vegetal**, 3º edição, Porto Alegre. Editora Artmed. 719p.
- TEIXEIRA, L. L. 1977. Identificação botânico-dendrológica e anatômica da madeira de seis espécies euxilóforas do sudoeste paranaense. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, 113p.
- THEOBALD, W., KRAHULIK, J. & ROLLINS, R. 1979. Trichome description and classification. In: Metcalfe C. & Chalk L. (eds.). **Anatomy of the dicotyledons**. vol. 2, Oxford, Clarendon Press. 40-53p.
- THOMAS, H.; OUGHAM, H.J.; WAGSTAFF, C.; STEAD, A.D. 2003. Defining senescence and death. *J. Exp. Bot.* 54: 1127-1132.
- THOMAS, V. 1991. Structural, functional and phylogenetic aspects of the colleter. *Ann. Bot.* 68: 287 - 305.

- THOMAS, V.; DAVE, Y. & MENON, A.R.S. 1989. Anatomy and histochemistry of colleterers in *Roupelia grata* Wall. (Apocynaceae). *Nord. J. Bot.* 8:493-496.
- THURSTON, E.L. & LESTERN, N.R. 1969. The morphology and toxicology of plant stinging hairs. *Bot. Review* 35: 393-412.
- THURSTON, E.L. 1974. Morphology, fine structure, and ontogeny of the stinging emergence of *Urtica dioica*. *Am. J. Bot.* 61:809-817.
- TULLII, C., F.; MIGUEL, E., C.; DA CUNHA, M. 2013. Stipular colleterers of *Alseis pickelli* Pilger et Shmale (Rubiaceae): Structure and function. *Botany* 91(6): 403-413.
- TULLII, C. F. 2014. Coléteres estipulares em *Palicourea* aubl. (rubiacae): aspectos estruturais e funcionais. Dissertação (mestrado). UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.
- VAN DOORN, W. G. 2011. Classes of programmed cell death in plants, compared to those in animals. *J. Exp. Bot.* 62: 4749–4761.
- VIEIRA, F.A.; DA CUNHA, M.; KLEIN, D.E.; CARVALHO, A.O.; GOMES, V.M. 2006. Purification and characterization of beta-1, 3-glucanase from the secretion of *Simira glaziovii* colleterers (Rubiaceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 49: 881–888.
- VITARELLI, N. C. & SANTOS, M. 2009. Anatomia de estípulas e coléteres de *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae). *Acta Bot. Bras.* 23(4): 923-928.
- VOGELMANN, T.C.; MARTIN, G. 1993. The function significance of palisade tissue: penetration of directional versus diffuse light. *Plant Cell Env.* 16: 65-72.
- WAGNER, G.J.; WANG, E.; SHEPHERD, R.W. 2004. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Ann. Bot.* 93:3–11.
- WEBSTER, G.L. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 81: 3-32.
- WILLIS, C.L. 1969. Toxic constituents of the stinging nettle. Dissertação (mestrado). Iowa State University, Ames, Iowa.
- WINKLER, H. 1922. Die Urticacecn Papuasiens. *Bot. Jahrb.* 57:501-608.
- WURDACK, K.J.; HOFFMANN, P.; SAMUEL, R.; BRUIJN, A.; VAN DER BANK, M. & CHASE, M.W. 2004. Molecular phylogenetic analysis of Phyllanthaceae (Phyllanthoideae pro parte, Euphorbiaceae s.l.) using plastid rbcL dna sequences. *Am. J. Bot.* 91: 1882-1900.