

VINÍCIUS COELHO KUSTER

**ANATOMIA E ASPECTOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES VEGETAIS
OCORRENTES NA RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL
PAULO CÉSAR VINHA (ES)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Botânica, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

VINÍCIUS COELHO KUSTER

**ANATOMIA E ASPECTOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES VEGETAIS
OCORRENTES NA RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL
PAULO CÉSAR VINHA (ES)**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Botânica, para obtenção do título de
Magister Scientiae

APROVADA: 29 DE MARÇO DE 2010.

Prof^ª. Dr^ª. Aristéa Alves Azevedo
(Co-orientadora)

Prof^ª. Dr^ª. Renata Maria Strozi Alves Meira
(Co-orientadora)

Prof^ª. Dr^ª. Luciana Dias Thomaz

Dr. Walnir Gomes Ferreira Júnior

Prof^ª. Dr^ª. Luzimar Campos da Silva
(Orientadora)

Dedico esse trabalho a meus pais, Arlindo e Rodivalda, que confiaram em mim e deram a chance de realizar mais uma conquista em minha vida, a meu irmão, Maicon, e amigos pelo grande apoio que me fizeram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), através do Departamento de Biologia Vegetal, pela oportunidade.

A minha orientadora do mestrado, Luzimar Campos da Silva, que me aceitou para o estágio e me apresentou o excelente curso na UFV, o que foi de fundamental importância para a decisão da realização deste mestrado. Lembro, quando cheguei para o mestrado, ela me deu o apoio necessário para superar momento de transição difícil. Acredito que cresci e aprendi muito, devido principalmente a Luzimar.

Aos professores da UFV, que me ensinaram muito durante esse mestrado. Em especial, as minhas co-orientadoras, Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira, pela ajuda em tudo que precisei e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Biologia Vegetal, em especial à Dona Edith pela ajuda nos procedimentos de laboratório e ao Ângelo pela atenção e apoio em qualquer problema.

A Walnir Júnior e Luiz Fernando por terem me ajudado nas análises estatísticas; e ao prof. Carlos Ernesto Schaefer pelo auxílio nas interpretações de solo.

Ao Centro Universitário Vila Velha (UVV) por ter disponibilizado estrutura para as coletas realizadas no Espírito Santo.

A DEUS, que proporcionou mais uma vitória em minha vida e que me deu forças para superar as barreiras impostas durante esse mestrado.

Aos meus pais, Rodivalda Coelho Kuster e Arlindo Kuster, que mesmo não entendendo plenamente a minha profissão, confiam em mim e fizeram de tudo para que eu pudesse iniciar e dar continuidade sempre aos meus estudos.

Ao meu irmão, Maicon Coelho Kuster, que sempre “zoa” da minha escolha (Botânica), mas em todos os momentos que precisei dele, estava sempre presente, levando-me para o campo, ajudando nas coletas, fixação, prensagem de plantas, etc. Já é um botânico também (rs).

A minha orientadora da graduação, Solange Zanotti Schneider, que transmitiu sua paixão pela botânica e fez com que eu também me apaixonasse pela profissão.

Aos amigos do mestrado e de laboratório que tornaram esses 2 anos uma excelente fase da minha vida, e que hoje, ao me despedir de Viçosa, vão me deixar

com muita saudade de todos e dos momentos que passei aqui. Em especial, a Dya, a Day, o Luiz Fernando, o Thiago Coser e a Vanessa Terra que nos momentos difíceis me deram amizade e apoio necessário para que hoje eu conseguisse chegar até nesse grande momento.

A Lucélia Possatti pela grande amizade e por, em todos os momentos que precisei, ter me ajudado nas coletas.

Aos estagiários, Danúbia, Tiago, Marcelino e Ana Carolina que me ajudaram durante o período de laboratório. Tenho a plena certeza que todos iram prosperar na carreira escolhida, pois trabalham com muita responsabilidade e eficiência.

E finalmente, a todos que direta ou indiretamente ajudaram, com trabalho ou simples amizade, para que eu pudesse terminar esse mestrado e continuar minha vida acadêmica.

BIOGRAFIA

VINÍCIUS COELHO KUSTER, filho de Arlindo Kuster e Rodivalda Coelho Kuster, nasceu no dia 25 de outubro de 1986, em João Neiva – Espírito Santo.

Estudou no colégio Estelida Dias, em Cariacica, da 1ª a 4ª série, transferindo-se para o colégio São Geraldo, também em Cariacica, permanecendo até o 2º ano. O ensino médio foi concluído no colégio Novo Milênio de Vila Velha.

Em 2004, iniciou o curso de Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Vila Velha (UVV), graduando-se em 2007.

Durante a graduação, realizou diferentes estágios na Botânica e em outras áreas, e monitorias. Dentre os estágios, destacam-se: escola da Ciência-Física, colégio Marista (laboratorista), laboratório de anatomia vegetal da UFV, gerência de resíduos sólidos de Vila Velha, casa de vegetação e laboratório de botânica da UVV. No caso das monitorias, foram realizadas: botânica estrutural, taxonomia de plantas vasculares e química orgânica.

Em fevereiro de 2008, iniciou o Mestrado na Botânica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Durante o mestrado foi bolsista REUNI e ministrou aulas para a disciplina BVE-210 (anatomia das espermatófitas). O término deste curso está previsto para março de 2010.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. Introdução.....	1
2. Referências Bibliográficas.....	3

Capítulo 1

Anatomia e aspectos ecológicos de raízes adventícias e caules de cinco espécies ocorrentes em Restinga

Resumo.....	7
Abstract.....	8
1. Introdução.....	9
2. Material de Métodos.....	10
2.1. Área de Estudo.....	10
2.2. Coleta de Material Botânico.....	10
2.3. Medições Microambientais.....	11
2.4. Coleta do Solo.....	12
2.6. Avaliações Morfoanatômicas.....	12
3. Resultados.....	13
3.1. Morfologia Externa.....	13
3.2. Medições Microambientais.....	14
3.3. Análise de Solo.....	14
3.4. Anatomia do Caule e Raiz.....	14
3.4.1. Caule.....	14
3.4.2. Raiz.....	16
4. Discussão.....	17
5. Referências Bibliográficas.....	22
Anexos.....	28

Capítulo 2

Caracterização anatômica e histoquímica de estruturas secretoras em folhas de *Ipomoea* ocorrentes em área de Restinga

Resumo.....	43
Abstract.....	44
1. Introdução.....	45
2. Material e Métodos.....	46
2.1. Área de Estudo.....	46
2.2. Coleta de Material Botânico.....	46
2.3. Avaliações Anatômicas.....	47
3. Resultados.....	47
4. Discussão.....	49
5. Referências Bibliográficas.....	52
Anexos.....	58
Considerações Finais.....	65

RESUMO

KUSTER, Vinícius Coelho, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2010. **Anatomia e aspectos ecológicos de espécies vegetais ocorrentes na Restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha.** Orientadora: Luzimar Campos da Silva. Co-orientadores: Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira.

Restinga é um ecossistema associado à Mata Atlântica, com as espécies próximas ao mar adaptadas a condições climáticas e edáficas adversas. Dentre os estudos atuais, a folha é o órgão mais utilizado para o entendimento das relações morfoanatômicas dos indivíduos com o ambiente, sendo incipientes os trabalhos sobre caules e raízes. Desta forma, o objetivo foi caracterizar a morfoanatomia de raízes adventícias e caules de *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) Dc. (Fabaceae), *Ipomoea pes-caprae* (L.) Stweet (Convolvulaceae), *Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae) e *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Goodeniaceae) ocorrentes na formação Halófila-Psamófila Reptante do Parque Estadual Paulo César Vinha, relacionando com parâmetros ambientais; descrever as estruturas secretoras e identificar as classes de metabólitos secundários presentes no secretado das folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*. Foram realizadas coletas de solo e medições microambientais. Para avaliações anatômicas, raízes, caules e folhas de diferentes regiões foram coletados, e processados segundo técnicas usuais em anatomia vegetal. O solo apresentou-se pobre em nutrientes e em matéria orgânica. Os dados microambientais demonstraram que as plantas herbáceas estão sujeitas a velocidade do vento, umidade relativa do ar e evaporação similares às da espécie subarbustiva. Em relação à morfoanatomia, as espécies apresentaram estratégias adaptativas distintas, com destaque para presença de estolões ou rizomas, tecido aquífero e aerênquima nas raízes e reserva de amido tanto no caule quanto na raiz. Em *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*, foram descritas, na lâmina foliar, tricomas mucilaginosos e laticíferos; e em *I. pes-caprae*, nectários no pecíolo. As estruturas morfoanatômicas encontradas nos caules, raízes e folhas das espécies estudadas foram características marcantes que possibilitaram a sobrevivência e competitividade dessas espécies na formação Halófila-psamófila Reptante, uma vez que fornecem capacidade adaptativa à alta temperatura, vento forte, alta salinidade, falta de nutrientes, dentre outros.

ABSTRACT

KUSTER, Vinícius Coelho, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, march 2010. **Anatomy and ecological aspects of plants species occurring on Restinga of the Parque Estadual Paulo Cesar Vinha (ES).** Professor advisor: Luzimar Campos da Silva. Co-advisors: Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira.

Restinga is an ecosystem associated to Mata Atlântica, in which the species closest to the sea are adapted to adverse climatic and edaphic conditions. Among recent studies, the leaf is the most utilized organ for the understanding of morpho-anatomical relationships between individuals and the environment, while works focusing stem and root are yet incipient. Thus, the aim of this work was to characterize the morpho-anatomy of adventitious roots and stems of *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) Dc. (Fabaceae), *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet (Convolvulaceae), *Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae) e *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Goodeniaceae) occurring in a Halophile-Psammophila Reptant formation of the Paulo César Vinha State Park, relating to environment parameters; to describe the secretory structures and to identify the classes of secondary metabolites present in the secretion of leaves of *Ipomoea pes-caprae* and *Ipomoea imperati*. Soil was sampled and micro environmental measurements were performed. For anatomical evaluations, roots, stems and leaves of different regions were collected and processed following usual techniques in plant anatomy. The soil had few nutrients and organic matter. The micro environmental data showed that herbaceous plants are susceptible to wind speed conditions, relative humidity and evaporation similar to that of sub shrubby species. Morpho-anatomically, the species presented distinct adaptive strategies, specially stolons or rhizomes, aquiferous tissue, aerenchyma in the roots and starch reserve in both stem and root. In *Ipomoea pes-caprae* and *Ipomoea imperati*, mucilaginous trichomes and laticifers were described on leaf lamina, and in *I. pes-caprae*, nectaries on petiole. The morpho-anatomical structures found in stems, roots and leaves of the studied species were outstanding features which allowed the survival and competitiveness of these species in the Non-flooded Herbaceous Formation, once they provide adaptive capacity to high temperature, strong wind, high salinity, lack of nutrients, among others.

1. Introdução

A Restinga é um ecossistema associado à Mata Atlântica, abrangendo 7.110 km da costa brasileira, que corresponde a 80% do litoral (Suguio & Tessler, 1984). Esse ecossistema localiza-se sobre áreas de sedimentação quaternária formando amplas planícies litorâneas arenosas (Suguio & Martin, 1993; Pereira & Assis, 2000) compostas por distintas fitofisionomias, influenciadas principalmente pelo nível do lençol freático, com plantas de porte variado, principalmente herbáceas, arbustivas e arbóreas (Scarano, 2002; Pereira, 2003). Na Restinga, ocorrem formações com níveis distintos de influência do lençol freático, sendo encontradas formações não inundáveis, nas regiões de cordões arenosos; formações inundadas no intercordão e formações inundáveis, na transição entre essas duas áreas (Pereira, 2002) (Fig. 1).

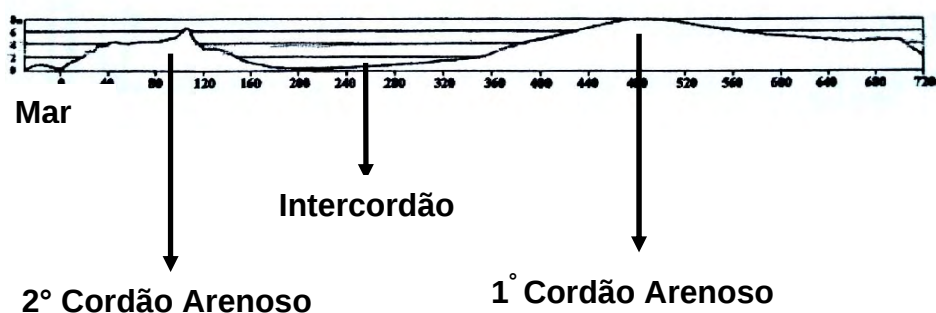


Figura 1. Regiões de cordão e intercordão, mostrando geomorfologia típica das restingas do Espírito Santo (Pereira, 2002 – modificado).

O Parque Estadual Paulo Cesar Vinha (PEPCV), localizado em Setiba, Guarapari/ES, representa um dos mais importantes fragmentos de Restinga do litoral do Espírito Santo, com vegetação constituída por formações bem estruturadas, seguindo um gradiente de distribuição e abundância de espécies no sentido da praia para o interior do continente (Assis *et al.*, 2004).

Nas Restingas brasileiras, a formação denominada Halófila é a mais próxima ao mar e, por esse posicionamento, sofre intensa ação das marés. É constituída predominantemente por *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), dentre outras espécies. Posteriormente, encontra-se a formação Psamófila Reptante, que congrega plantas em sua maioria estoloníferas, na qual se destacam *Ipomoea pes-capre* (L.) Sweet (Convolvulaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) Dc. (Fabaceae) e *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb. (Convolvulaceae) (Pereira, 1990).

Thomaz e Monteiro (1992) apresentaram outra classificação, com junção das duas formações vegetais, denominando de formação Halófila-Psamófila Reptante.

Na formação Halófila-Psamófila Reptante, as espécies vegetais estão expostas a condições extremas de luminosidade, salinidade, temperatura e estresse hídrico (Crawford, 2008). Tais condições devem ter contribuído para o desenvolvimento de um conjunto de adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas (Silva & Azevedo, 2007). Neste contexto, algumas estruturas secretoras, tais como glândulas de sal e hidatódios, por auxiliarem na sobrevivência frente às diferentes condições ambientais (Fanh, 1979), são de fundamental importância.

Os estudos botânicos na Restinga enfocaram principalmente a florística, a fitossociologia e a fitofisionomia das formações existentes (Andrade, 1967; Fabris *et al.*, 1990; Pereira & Fabris, 1990; Pereira *et al.*, 1992; Pereira & Araújo, 1995; Martins *et al.*, 1999; Assis, *et al.*, 2004), sendo menos frequentes os trabalhos de anatomia vegetal (Schneider, 1987; Schnheider & Poletti, 1994; Silva & Azevedo, 2007; Martins *et al.*, 2008).

Nas plantas das formações próximas ao mar, os trabalhos anatômicos realizados até o momento, basearam-se no estudo da folha e suas relações com os fatores ambientais. Foram evidenciados caracteres xeromórficos, como células armazenadoras de água, parede periclinal da epiderme espessada, abundância de tecidos mecânicos, ocorrência de estruturas secretoras, dentre outras (Andrade, 1967; Boeger & Gluzezak, 2006; Silva & Azevedo, 2007; Arruda, *et al.*, 2009), em *Ipomoea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Remirea maritima* e *Scaevola plumieri*. Entretanto, é pouco conhecida a relação da anatomia de caules e raízes com as estratégias adaptativas ao seu ambiente, sendo carentes nas espécies aqui estudadas: *Ipomoea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Remirea maritima* e *Scaevola plumieri*. Assim, os estudos anatômicos dos caules e raízes, aliados a dados microclimáticos e de solo, podem fornecer informações adicionais importantes sobre as estratégias adaptativas das espécies que permitiram a sobrevivência na formação Halófila-Psamófila Reptante da Restinga.

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivos gerais:

- Analisar a morfoanatomia do caule e das raízes adventícias de *Ipomoea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Remirea maritima* e *Scaevola plumieri* da formação Halófila-psamófila Reptante, a fim de contribuir

com o entendimento das estratégias adaptativas das espécies ao ambiente de Restinga;

- Relacionar a estrutura anatômica com as variáveis ambientais;
- Promover a caracterização de estruturas secretoras foliares e identificação do secretado nas duas espécies de *Ipomoea* nativas da formação Halófila-Psamófila Reptante de Restinga: *Ipomoea imperati* e *I. pes-caprae*.

Para melhor compreensão do trabalho, esta dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro capítulo retrata os aspectos morfoanatômicos e relações ecológicas de raízes adventícias e caules de cinco espécies ocorrentes na formação Halófila-Psamófila Reptante do Parque Estadual Paulo César Vinha, ES. O segundo capítulo refere-se à caracterização anatômica e histoquímica de estruturas secretoras em folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*.

2. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, M. A. B. 1967. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. Separata do boletim nº 305, **Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras** da USP, v. 22, p. 3-170.
- ARRUDA, R. C. O.; VIGLIO, N. S. F. & BARROS, A. A. M. 2009. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na Restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 333-352.
- ASSIS, A. M.; PEREIRA, O. J. & THOMAZ, L. D. 2004. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 349-361.
- BOEGER, M. R. T. & GLUZEZAK, R. M. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia**, v. 61, n. 1-2, p. 73-82.
- CRAWFORD, R. M. M. 2008. **Plants at the Margin: Ecological Limits and Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 478p.
- FABRIS, L. C.; PEREIRA, O. P. & ARAUJO, D. S. D. 1990. Análise fitossociológica na formação pós-praia da restinga de Setiba-Guarapari- Esp. San. In: **Anais** do II Simpósio Ecossistemas da Costa Sul-Sudeste. 2. Águas de Lindóia. São Paulo: ACIESP, p. 455-466.
- FAHN, A. 1979. **Secretory Tissues in Plants**. London: Academic Press. 302 p.

- MARTINS, M. L. L.; CARVALHO-OKANO, R. M. & LUCEÑO, M. 1999. Cyperaceae do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 13, n. 2, p. 187-222.
- MARTINS, S; MACHADO, S. H. & ALVES, M. 2008. Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 493-503.
- PEREIRA, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba. Guarapari, E.S. In: **Anais** do II Simpósio Ecossistemas da Costa Sul-Sudeste. 2. Águas de Lindóia. São Paulo: ACIESP, p. 207-219.
- PEREIRA, O. J. 2002. **Restingas: Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável** da Flora do Brasil. Recife: UFRPE / Imprensa Universitária, p. 38-41.
- PEREIRA, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. In: **Anais** sobre os Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal. Belém. Belém: Sociedade Botânica do Brasil/Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi/, p. 177-179.
- PEREIRA, O. J. & ASSIS, A. M. 2000. Florística da restinga de Camburi, Vitória, ES. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 4, p. 99-111.
- PEREIRA, O. J. & ARAUJO, D. S. D. 1995. Estrutura da vegetação de entre moitas da formação aberta de Ericaceae no Parque Estadual de Setiba, ES. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, p. 245-257.
- PEREIRA, O. J. & FABRIS, L. C. 1990. Análise fitossociológica da formação pós-praia da restinga de Setiba- Guarapari - Espírito Santo. In: **Anais** do II Simpósio Ecossistemas Da Costa Sul-Sudeste. 2. Águas de Lindóia. São Paulo: ACIESP, v. 3, p. 455- 466.
- PEREIRA, O. J.; THOMAZ, L. D. & ARAUJO, D. S. D. 1992. Fitossociologia da vegetação de ante dunas da restinga de Setiba/Guarapari e em Interlagos/Vila Velha, ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 1, p. 65-75.
- SCARANO, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524.
- SCHNEIDER, S. Z. 1987. Anatomia foliar de *Clusia hilariana* Schlechtendal e *Clusia spirictu-sanctensis* G. Mariz, Brasil Weinberg (Guttiferae) ocorrentes no Estado do Espírito Santo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1.

- SCHNEIDER, S. Z. & POLETTI, A. L. 1994. Anatomia foliar de *Emmotum nitens* Miers (Icacaceae) ocorrente na restinga de Setiba, Espírito Santo. In: **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Subsídios a um gerenciamento Ambiental**. Serra Negra. São Paulo, v. 3, p.188-194.
- SILVA, L. C. & AZEVEDO, A. A. 2007. Anatomia de plantas de restinga e sua aplicação como ferramenta para a bioindicação. In: MENEZES, L. F. T.; PIRES, F. R.; PEREIRA, O. J. **Ecossistemas Costeiros do Espírito Santo: Conservação e Restauração**. Vitória: EDUFES.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1993. Geomorfologia das restingas. In: ACIESP (org). **Anais do III Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, 3, 1993, Serra Negra. São Paulo: ACIESP, p. 185-205.
- SUGUIO, K. & TESSLER, M. G. 1984. Planícies de cordões arenosos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. p. 15-26. In: **Restingas: Origem, Estrutura e Processos**. Lacerda, L. D.; Araújo, D. S. D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.). CEUFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.
- THOMAZ, L. D. & MONTEIRO, R. 1992. Análise florística da comunidade Halófila-Psamófila das praias do estado do Espírito Santo. III Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 3,1993, Serra Negra. **Anais...** São Paulo: ACIESP, p. 58-66.

Capítulo 1

Anatomia e aspectos ecológicos de raízes adventícias e caules de cinco espécies ocorrentes em Restinga

RESUMO

KUSTER, Vinícius Coelho, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2010. **Anatomia e aspectos ecológicos de raízes adventícias e caules de cinco espécies ocorrentes em Restinga.** Orientadora: Luzimar Campos da Silva. Co-orientadores: Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira.

Estudos que relacionam a estrutura dos caules e raízes com fatores ambientais são raros e carentes para plantas de Restinga. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a morfoanatomia radicular e caulinar das espécies herbáceas *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) Dc. (Fabaceae), *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet (Convolvulaceae), *Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae) e *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Goodeniaceae), ocorrentes na formação Halófila-Psamófila Reptante e relacionar a estrutura com as características ambientais dessa formação. Foram realizadas análises de solo, medições microambientais de velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura do ar e evaporação; e avaliações anatômicas em raízes e caules em diferentes regiões. As amostras foram fixadas em F.A.A e armazenadas em etanol 70%. As amostras foram incluídas em parafina ou metacrilato, seccionadas em micrótomo e coradas com safrablau ou azul de toluidina. A análise e registro das imagens foram feitas em fotomicroscópio e em estereoscópico. O solo é arenoso, pobre em nutrientes e em matéria orgânica. As medições microambientais mostraram valores similares, entre espécies herbáceas e subarbustivas, exceto para os valores de temperatura que foram maiores próximo às plantas herbáceas. Todas as espécies apresentaram caule estolonífero ou rizomatoso, de onde partem grande quantidade de raízes adventícias. Caracteres como acúmulo de amido e água nos tecidos, ocorrência de aerênquima foram comuns, contudo, diferenciaram em distribuição e ocorrência entre as espécies. Sugere-se, que tais características tenham sido fundamentais para seleção e permanência das espécies na formação Halófila-Psamófila Reptante, em virtude as condições ambientais extremas do ambiente.

Palavras chave: Estratégia adaptativa, ambiente xérico, anatomia caulinar, radicular e Parque Estadual Paulo César Vinha.

ABSTRACT

KUSTER, Vinícius Coelho, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, march 2010. **Anatomy and ecological aspects of adventitious roots and stem of five species occurring in Restinga.** Professor Advisor: Luzimar Campos da Silva. Co-Advisors: Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira.

Studies that relate the stem and roots structures to environmental factors for plants from the Restinga are a few and lack of information. So, the present work aims to analyze the stem and root morphoanatomy of the herbaceous species *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) Dc. (Fabaceae), *Ipomoea pes-caprae* (L.) Stweet (Convolvulaceae), *Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae) and *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Goodeniaceae), occurring in a Halophile-Psammophila Reptant formation and to relate the structure to the environment features of this formation. Soil analyzes, microenvironmental measurements of wind speed, relative humidity, temperature and evaporation estimations were performed; besides anatomical evaluations in roots and stem in different regions. Samples were fixed in F.A.A, stored in ethanol 70% then, included in paraffin or methacrylate, sectioned in microtome and finally stained with safrablau or toluidine blue. Material analysis and photographic registering were made in photomicroscope and in estereomicroscopic. The soil is sandy, poor in nutrients and in organic matter. The microenvironmental measurements showed similar values, among herbaceous and sub shrubby species, except for the temperature values that were higher near to the herbaceous plants. All species presented stoloniferous or rhizomatous stems, from where a large amount of adventitious roots emerged. Characters such as starch and water accumulation on tissues, occurrence of aerenchyma were common, yet, its distribution and occurrence among the species were different. We suggest that these morphoanatomical features were meaningful on the selection and settling of the species found at the Halophile-Psammophila Reptant formation, as the environmental conditions at those areas are at the extreme.

Key word: Adaptive strategy, xeric environment, stem and root anathomy and Paulo César Vinha State Park.

1. Introdução

A Restinga, segundo Pereira (2007), é o conjunto da vegetação litorânea estabelecida sobre sedimento arenoso marinho depositado no Quaternário (Suguio & Tessler, 1984), tanto no Pleistoceno como no Holoceno (Martin *et al.*, 1997). A planície litorânea formada pode ou não estar associada a rios (Suguio & Tessler, 1984), apresentando, maior diversidade de espécies no sentido mar continente (Martin *et al.*, 1997). Nessa planície, ocorrem plantas de porte variado, desde herbáceas, junto à praia, até formações florestais em porções mais continentais (Pereira, 1990).

A formação vegetal que se instala próximo ao mar, denominada Halófila-Psamófila Reptante (Thomaz & Monteiro, 1992), está sujeita a um maior número de condições ambientais desfavoráveis, em especial, a salinidade elevada e o solo arenoso. No litoral do Espírito Santo, foram amostradas 27 espécies para esta formação (Thomaz & Monteiro, 1992) dentre as quais *Ipomoea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides* e *Canavalia rosea*, destacam-se pela grande representatividade, enquanto que *Scaevola plumieri* apresentou baixa distribuição para o Estado, tendo sido incluída na Lista de Espécies Ameaçadas do Espírito Santo (Kollmann *et al.*, 2007).

O estresse hídrico, a salinidade, o constante soterramento, o oligotrofismo, a alta temperatura, a intensa luminosidade e as grandes amplitudes térmicas diárias são citados como fatores ambientais limitantes para a sobrevivência de muitas espécies de ambientes costeiros (Suguio & Martin 1993, Crawford 2008).

A folha é o órgão vegetativo que apresenta maior variação morfológica, e as variações dos caracteres estruturais são interpretadas como adaptações a condições ambientais (Fahn & Cutler, 1992; Dickison, 2000). Assim, esse órgão normalmente é usado para estudos das adaptações e estratégias que permitiram a sobrevivência das plantas nos diferentes ambientes.

O estudo anatômico das folhas de espécies ocorrentes na formação Halófila-Psamófila Reptante já foi realizado por Andrade (1967); Boeger & Gluzezak (2006), Silva & Azevedo (2007) e Arruda *et al.* (2009). Esses autores encontraram caracteres morfoanatômicos que parecem representar os ajustes morfológicos das folhas, por reduzir a perda da água e diminuir a ação da intensidade da luz e das altas temperaturas. Dentre os caracteres morfoanatômicos encontrados,

destacaram-se como mais usuais: folhas reduzidas e suculentas, anfiestomáticas, espessas, com tecido aquífero, e mesofilo dorsiventral com poucos espaços intercelulares (Boeger & Gluzezak, 2006; Silva & Azevedo, 2007; Arruda *et al.*, 2009).

Estudo sobre a relação entre a morfologia de caules e raízes e as estratégias adaptativas de plantas não são comuns. Para plantas de Restinga, não foram encontrados registros na literatura com essa abordagem.

Dentro deste contexto, esse trabalho pretende fornecer informações sobre a morfoanatomia de caules e raízes adventícias de *Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprae*, *Remirea maritima* e *Scaevola plumieri*; e avaliar as condições ambientais da formação Halófila-Psamófila Reptante, a fim de melhor compreender as estratégias adaptativas destas espécies.

2. Material de Métodos

2.1. Área de Estudo

O Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) compreende uma planície litorânea de aproximadamente 1.500 ha em Setiba, município de Guarapari, Espírito Santo, entre as coordenadas 20° 33'- 20° 38' S e 40° 23'-40° 26' W (Fig. 1). O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, apresentando temperatura média anual de 23,3° C, precipitação média anual de 1.307 mm e umidade relativa média anual de 80% (Fabris, 1995).

Para coleta das espécies, foram feitas caminhadas aleatórias pela formação Halófila-Psamófila Reptante, partindo do final da trilha principal, que dá acesso à praia (Fig. 1). A localização dos pontos de coleta do material vegetal foi registrada com auxílio do GPS 12 XL – 12 Channel.

2.2. Coleta de Material Botânico

Foram realizadas expedições em campo onde foram coletados ramos floridos de *Blutaparon portulacoides* (A. St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Canavalia rosea* (Sw.) Dc. (Fabaceae), *Ipomoea pes-caprae* (L.) Stweet (Convolvulaceae), *Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae) e *Scaevola plumieri* (L.) Vahl. (Goodeniaceae) (Fig. 2).

Materiais testemunhos das espécies foram incorporados à coleção do herbário da Universidade Federal de Viçosa (VIC), com respectivos números de registro: 32582, 32588, 32586, 32584, 32587; e da Universidade Federal do Espírito Santo (VIES), sob números: 18720, 18724, 18723, 18719, 18725.

Para análises anatômicas foram coletados fragmentos das raízes adventícias, nas regiões da base, mediana (distância variável, normalmente, entre 150 a 200mm da base da raiz) e raízes laterais (região mediana, com distância de 40 a 70mm da raiz principal); e no caule, nas regiões do ápice caulinar (região meristemática e 1° entrenó), mediana (15° entrenó dos caules subterrâneos e 3° a 5° do caule aéreo) e na base.

Após coleta, ainda no campo, as amostras foram fixadas em FAA (formalina, ácido acético glacial, etanol 50%, 1:1:18 v/v) por 48 horas, e armazenadas em álcool 70% (Johansen, 1940).

2.3. Avaliações Microambientais

Para avaliações microambientais foram realizadas medições próximas a 5 indivíduos de cada espécie, na superfície do solo para plantas herbáceas e a uma altura de 80 cm do solo para o subarbusto *Scaevola plumieri*. Acima das herbáceas e do subarbusto, a uma altura de cerca de 2 metros, também foram realizadas mesmas medições, sendo agrupadas essas medidas para análise estatística. As medições foram realizadas entre 10:00hs e 12:00 hs, usando o equipamento Kestrel (modelo 4300, Nielsen-Kellerman, USA), em abril de 2009.

Foram avaliados a velocidade do vento (m/s^{-1}), a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), a umidade relativa (%) e o nível de evaporação ($\text{Kg/m}^{-2}/\text{h}^{-1}$). Para fins estatísticos, foram agrupadas as medidas das espécies herbáceas (*Blutaparon portulacoides*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprae*, *Remirea maritima*), separando-se da espécie subarbusiva, *Scaevola plumieri*; e ambos os resultados foram comparados com as medidas a 2 metros de altura.

Para análise estatística dos resultados, foi utilizado o programa STATISTICA (Statsoft, 1998), sendo verificada a normalidade (teste Shapiro-wilk's) e homogeneidade (teste Levene) dos dados, realizando transformação logarítmica para resultados não paramétricos. Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, a significância de 5%

2.4. Coleta do Solo

Foram realizadas coletas de solo na formação Halófila-Psamófila Reptante do PEPCV, no qual considerou-se apenas o solo presente de 0 a 100 mm do perfil existente. Para as análises, foram realizadas coletas em 5 pontos sem vegetação e ocorrentes na rizosfera de 5 indivíduos das espécies em estudo.

As análises químicas (macro e micronutrientes) e físicas (granulometria) dos solos amostrados foram realizadas pelo laboratório de solos da Universidade Federal de Viçosa. Os resultados foram comparados com a classificação de Alvarez *et al.* (1999), para plantas cultivadas.

Para comparação dos resultados entre os valores encontrados na rizosfera das 5 espécies com os de fora da rizosfera foi utilizado o programa STATISTICA (Statsoft, 1998). Foi verificada a normalidade (teste Shapiro-wilk's) e homogeneidade (teste Levene) dos dados, utilizando transformação logarítmica para resultados não paramétricos. Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, a significância de 5%.

2.5. Avaliações Morfoanatômicas

Para microscopia de luz, o material vegetal, após fixação e amolecimento usando etilenodiamina 20%, foi desidratado e incluído em metacrilato (Feder & O'Brian, 1968) ou parafina (Sass, 1951), sendo os blocos seccionados em micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA) nos planos longitudinal e transversal. Foram obtidos cortes com 5 µm de espessura para as amostras incluídas em metacrilato e 10 µm para aquelas em parafina e as secções foram coradas com azul de toluidina (O'Brian *et al.*, 1964) ou com safranina e azul de astra (Bukatsch, 1972), respectivamente, com montagem das lâminas em Permount. Quando necessário, cortes em micrótomo de mesa (modelo LPC, Rolemberg e Bhering Comércio e Importação Ltda., Belo Horizonte, Brasil) foram obtidos, os quais foram corados com safranina e azul de astra (Bukatsch, 1972). Nos cortes, as estruturas cristalinas foram evidenciadas através de luz polarizada.

Parte das amostras foi submetida à maceração utilizando-se a solução de Jeffrey (Kraus & Arduin, 1997), sendo o material lavado em água destilada, corado

com safranina e azul de astra (Bukatsch, 1972) e as lâminas, montadas com água glicerizada.

Cortes obtidos em micrótomo de mesa foram submetidos aos seguintes reagentes histoquímicos: floroglucina ácida, para verificar a presença de lignina (Sass, 1951); lugol, para amido (Johansen, 1940); e vermelho de rutênio, para substâncias pécticas (Jensen, 1962).

As observações e registro das imagens foram realizados em fotomicroscópio (modelo AX70 TRF, Olympus Optical, Tokyo, Japão), equipado com sistema U-photo. Para caracterização da morfologia externa, foram capturadas imagens utilizando microscópio estereoscópico (modelo ZZX7, Olympus Optical, Tokyo, Japão) com máquina digital acoplada (modelo E330, Olympus Optical, Tokyo, Japão), localizado no Laboratório de Cultura de Tecidos da UFV.

3. Resultados

3.1. Morfologia Externa

A formação Halófila-Psamófila Reptante do PEPCV é composta por plantas em sua maioria herbáceas (*Blutaparon portulacoides* e *Remirea maritima*, *Canavalia rosea* e *Ipomoea pes-caprae*), ou raramente subarbustiva (*Scaevola plumieri*). Foram observados estolões em *B. portulacoides* (Fig. 3A), em *C. rosea* (Fig. 3B), em *I. pes-caprae* (Fig. 3C) e em *S. plumieri* (Fig. 3D), enquanto que *R. maritima* apresenta rizoma (Fig. 3E).

As regiões de nó e entrenó são bem marcadas, tanto no caule subterrâneo quanto no aéreo. Na maioria dos nós (nos estolões ou rizomas) são formadas raízes adventícias, caules e folhas (Fig. 3A-E). No rizoma de *R. maritima*, foi observada uma bainha de folhas velhas envolvendo a região basal, folhas maduras na região mediana e folhas jovens no ápice, além de bainha na porção basal do caule aéreo (Fig. 3F).

C. rosea, *I. pes-caprae*, *R. maritima* e *S. plumieri* possuem grande quantidade de raízes adventícias em um mesmo nó que normalmente apresentam tamanho e diâmetro variável.

3.2. Medições Microambientais

Dos parâmetros avaliados, apenas a temperatura do ar variou estatisticamente entre as plantas herbáceas e subarbustivas (Fig. 4D) (Tab. 1). A velocidade do vento, a umidade relativa do ar e a evaporação foram iguais entre herbáceas e o subarbusto (Fig. 4A-C). Para todos os parâmetros, houve diferença entre as plantas herbáceas em relação às medições a dois metros de altura (Fig. 4A-D) (Tab. 1).

3.3. Análise de Solo

O solo é arenoso, composto principalmente por grãos grossos (Tab. 2), eutrófico (Índice de saturação de bases > 50%) em todos os pontos amostrados (Tab. 3). O solo é classificado como fortemente alcalino e muito pobre em matéria orgânica (Tab. 3, 4). Comparando-se os dados do presente trabalho com Alvarez *et al.* (1999), apenas os micronutrientes Zn e Cu apresentaram teores limitantes, enquanto Fe e Mn apresentaram teores médios a bons (Tab. 3, 4). Dos macronutrientes, os valores de K foram extremamente baixos, P/Ca baixos e Al inexistente nas amostras; em contrapartida, Na apresentou teores elevados e Mg valores médios (Tab. 3, 4). A ausência de Al e alta taxa de Na também foram expressos, respectivamente, pelo índice de saturação de Alumínio (m) e índice de saturação de Sódio (ISNa) (Tab. 3, 4).

Os teores de P, Fe e a acidez potencial ($H+Al^{2+}$) na rizosfera de *S. plumieri* foram superiores às rizosferas das outras espécies e fora dela (Tab. 3). Os teores de P e a acidez potencial foram estatisticamente similares ao solo fora da rizosfera (Tab. 3). Os teores de Fe na rizosfera de *S. plumieri* foram significativamente diferentes da região fora da rizosfera, mas similares ao encontrado em *C. rosea* (Tab. 3).

3.4. Anatomia do Caule e Raiz

3.4.1. Caule

Os ápices caulinares, em corte transversal, das eudicotiledôneas estudadas, *Blutaparon portulacoides*, *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea* e *Scaevola plumieri* apresentam organização meristemática típica para o grupo. Tricomas glandulares multicelulares foram encontrados na região do ápice caular em *I. pes-caprae* (Fig. 5A) e em *C. rosea* (Fig. 5B); tricomas tectores em *C. rosea* (Fig. 5E) e escamas em *S. plumieri* (Fig. 5D, F). Em *S. plumieri* e *C. rosea*, os tricomas e escamas foram mantidos em porções mais velhas do caule. No meristema fundamental de *C. rosea*, são encontrados idioblastos com acúmulo de compostos químicos.

Em estrutura primária, os caules das eudicotiledôneas apresentam organização eustélica (Fig. 6A), enquanto que em *R. maritima* (Monocotiledônea) o estelo é do tipo atactostelo (Fig. 6B), com idioblastos em meio as demais células parenquimáticas (Fig. 6B). A epiderme é unisseriada em todas as espécies, com parede periclinal externa espessada em *S. plumieri* e em *B. portulacoides* (Fig. 6C), e delgada nas demais (Fig. 6D). Apenas em *I. pes-caprae* e *C. rosea* foram observados estômatos (Fig. 6E, F). O córtex é constituído por parênquima fundamental em *I. pes-caprae* (Fig. 7A), *C. rosea* e *S. plumieri*; parênquima aquífero em *B. portulacoides* (Fig. 7B) e *R. maritima*; com acúmulo de amido em *B. portulacoides* (Fig. 7C). Colênquima sub-epidérmico (3 a 4 camadas) também ocorrem no córtex de *B. portulacoides* (Fig. 6C) e *I. pes-caprae* (Fig. 7D). Em *R. maritima*, fibras lignificadas são observadas entre o córtex e o cilindro vascular (Fig. 7E). Cristais de oxalato de cálcio podem ser observados nos espaços intercelulares de *R. maritima* (Fig. 7F), formando drusas em idioblastos em *B. portulacoides* (Fig. 7G). Em *I. pes-caprae* foram observado laticíferos (Fig. 7H). Os feixes vasculares bicolaterais foram encontrados em *B. portulacoides* e *I. pes-caprae* (Fig. 7I) e colaterais em *C. rosea*, *S. plumieri* e *R. maritima* (Fig. 7J). O floema primário é constituído, além dos elementos condutores, por células parenquimáticas com compostos fenólicos em *C. rosea*, fibras em *B. portulacoides*, *S. plumieri*, *C. rosea* e *I. pes-caprae* (Fig. 7L). Medula parenquimática foi comum a todas as espécies de Eudicotiledôneas estudadas.

A periderme tem origem a partir de regiões externas do parênquima cortical, ocorrendo a eliminação da epiderme e de algumas células do córtex (Fig. 8A), exceto em *B. portulacoides* e *R. maritima*, que mantiveram a epiderme nos caules analisados (Fig. 8B). Abaixo da epiderme de *R. maritima*, em porções mais velhas, é encontrado uma camada de células de paredes espessadas, podendo ser uma

hipoderme ou compor uma epiderme multisseriada (Fig. 8C). Em *C. rosea*, também foram observadas lenticelas (Fig. 8D).

Na estrutura secundária de *B. portulacoides*, *C. rosea* e *S. plumieri* ocorre a formação de câmbio fascicular e interfascicular; e origem dos tecidos secundários, formando um crescimento usual (Fig. 8F). Entre o xilema e o floema mais interno de *I. pes-caprae* é formado outra faixa cambial que origina floema secundário para o interior do órgão, caracterizando um crescimento não usual (Fig. 8G). Amido e drusas foram observados nos raios parenquimáticos de *I. pes-caprae* (Fig. 8E). Em *R. maritima* não foi observado crescimento secundário.

3.4.2. Raiz

As raízes laterais, em estrutura primária, apresentam epiderme unisseriada, com células altas em *I. pes-caprae* (Fig. 9A), tabulares em *C. rosea* (Fig. 9B) e *S. plumieri*; e acumuladoras de água em *R. maritima* (Fig. 9D). Em *B. portulacoides*, ocorre a formação de periderme, sendo eliminado todo o córtex (Fig. 9C).

O córtex, nas raízes laterais, é constituído por parênquima fundamental em *C. rosea* (Fig. 9B); lacunas em *I. pes-caprae* (Fig. 9A) e *S. plumieri* (Fig. 9E); e tricoesclereídes dispersos no córtex de *S. plumieri* (Fig. 9E-F). Em *R. maritima*, o córtex apresenta-se lignificado, composto por 2 camadas, onde a mais interna é a endoderme (Fig. 9D). A endoderme também é diferenciável das demais camadas do córtex em *I. pes-caprae*, *C. rosea* (Fig. 9A-B) e *S. plumieri*, principalmente pela topografia e disposição compacta das células.

O cilindro vascular, em todas as espécies, ocupa a região central, com estrutura triarca em *S. plumieri*, triarca a tetarca em *B. portulacoides*, *I. pes-caprae* (Fig. 9A) e *C. rosea* (Fig. 9B); e poliarca em *R. maritima*.

Nas raízes adventícias formadas diretamente do caule, em estrutura secundária, *I. pes-caprae* (Fig. 10A), *B. portulacoides* (Fig. 10B) e *C. rosea* (Fig. 10C), ocorre substituição da epiderme pela periderme, com exceção de *S. plumieri* e *R. maritima*, nos pontos radiculares analisados (Fig. 10D, E). O felogênio, em *I. pes-caprae* e em *C. rosea*, se estabelece a partir do parênquima cortical, o que leva a exclusão da epiderme e parte do córtex. Na base da raiz de *I. pes-caprae*, são encontradas lenticelas, composta por células de arranjo frouxo (Fig. 10A). Em *R. maritima*, não foi encontrado crescimento secundário na raiz.

O córtex, mantido nas espécies após crescimento secundário, é composto por parênquima fundamental, com presença de laticíferos, idioblastos com drusas, grandes espaços intercelulares e acúmulo de amido em *I. pes-caprae*, cristais prismáticos em camadas mais internas do córtex de *C. rosea* (Fig. 10C), que são deslocadas para regiões mais externas pelo crescimento secundário e impregnação de lignina nas camadas do córtex que estão em contato com o cilindro central de *R. maritima* (Fig. 10F). A medula ocorre nas raízes adventícias das espécies estudadas (Fig. 10E, F), com exceção de *B. portulacoides* e *C. rosea* (Fig. 10C)

Em *C. rosea*, *I. pes-caprae* e *S. plumieri* o crescimento secundário é usual (Fig. 10C, D), com acúmulo de amido no xilema de *I. pes-caprae* e *C. rosea* (Fig. 11A). Em *I. pes-caprae* ocorrem, no cilindro vascular, raios parenquimáticos de grande porte (Fig. 11B). *B. portulacoides* apresenta crescimento secundário não usual, formando câmbios vasculares acessórios, que produzem grupos de xilema secundário para dentro e floema secundário para fora (Fig. 11C).

Em todas as eudicotiledôneas e monocotiledôneas estudadas, as raízes laterais foram originadas possivelmente do periciclo (Fig. 11D).

4. Discussão

Na formação Halófila-psamófila Reptante, a velocidade do vento, a umidade relativa do ar e a evaporação são similares nas espécies herbáceas e nas subarbustivas, sendo igualmente limitantes para essas plantas. Em compensação, a temperatura é mais elevada na proximidade das herbáceas, dada, possivelmente, pelo porte dos indivíduos, ocasionando a ação direta dos raios solares, pela reflexão no solo arenoso, nas herbáceas, e a dissipação dos raios que chegam ao subarbusto, como relatado por Greaver & Herbert (2004).

A alta temperatura do ar, principalmente próxima às espécies herbáceas, o solo arenoso com baixa retenção hídrica, além de outros fatores, caracterizam a formação Halófila-psamófila Reptante como um ambiente xerófito. Nesse contexto, já foram relatadas estratégias relacionadas à tolerância ao estresse hídrico, como redução da transpiração, em *Ipomoea* sp. e *Canavalia* sp., durante determinadas horas dia, o que possibilita a retenção hídrica, enquanto que o subarbusto *Scaevola plumieri*, com maior disponibilidade hídrica, mantém os estômatos abertos durante todo o dia (Andrade, 1964; Peter *et al.*, 2003; Kamakura & Furukawa, 2008).

A manutenção da bainha em folhas velhas no rizoma de *Remirea maritima* pode funcionar como isolante térmico, como relatado para outras monocotiledôneas (Segecin & Scatena, 2004). Essa bainha juntamente com o súber observado nos caules e raízes das outras espécies, pode aumentar a proteção mecânica contra o atrito com o solo (Pita & Menezes, 2002; Segecin & Scatena, 2004).

No que diz respeito às características morfológicas, foram descritas, para plantas que se desenvolvem nas regiões próximas ao mar, presença de estolões e rizomas (Pereira, 1990; Silva & Azevedo, 2007), que foram confirmadas no presente estudo. A elevada produção de raízes adventícias, a partir de estolões e rizomas, nas espécies litorâneas, é eficiente para promover sua sobrevivência, uma vez que aumenta a superfície de contato e consequentemente a absorção de água e sais minerais (Silva & Azevedo, 2007; Kamakura & Furukawa, 2009). Além disso, os habitats costeiros estão sujeitos a constante erosão, movimentação dos grãos de areia e ação das ondas, o que ocasiona a destruição de populações, mantendo-se pequenos fragmentos originados de propagação vegetativa (Kamakura & Furukawa, 2009). Assim, são mantidas apenas as raízes adventícias para absorção de água e sais minerais (Kamakura & Furukawa, 2009), sendo importantes para a continuidade e o desenvolvimento das espécies que habitam a formação Halófila-psamófila Reptante.

A aderência de grãos de areia nas raízes de *Canavalia rosea* pode estar relacionada à possível produção de mucilagem pelas células da coifa, como observado em *Actinocephalus* (Eriocaulaceae) (Scatena *et al.*, 2005) e *Syngonanthus* (Eriocaulaceae) (Scatena & Menezes, 1996). A mucilagem pode proteger contra a desidratação da raiz no solo seco da Restinga e facilitar a penetração das raízes no solo, dentre outras funções.

O solo arenoso da formação Halófila-psamófila Reptante do PEPCV é facilmente carregado pelo vento forte, o que proporciona, muitas vezes, o soterramento das plantas das formações vegetais (Crawford, 2008) ou exposição do sistema radicular, causando a sua dessecação (Maun 1994; Castellani & Santos, 2006). O hábito reptante das plantas pode representar uma proteção direta contra a ação do vento, já que nas proximidades dessas plantas a velocidade do vento é menor, como observado nas análises microambientais deste trabalho, podendo reduzir a translocação da areia nas proximidades das espécies. Experimentos realizados com *Nigella arvensis* (Ranunculaceae) evidenciaram que, em condições

costeiras, os indivíduos desenvolvem a forma prostada (Waisel, 1959), enquanto que em condições não costeiras, os indivíduos mantêm o porte ereto, demonstrando que a disposição prostrada é de fundamental importância para a sobrevivência de algumas plantas costeiras e pode ser variável de acordo com as condições ambientais.

O porte reduzido das plantas pode ser interpretado como uma estratégia que reduz a demanda mineral, permitindo a concentração adequada de minerais nos tecidos das plantas em ambientes pobres em nutrientes (Grime, 1979). No caso da área de estudo, a quantidade de macro e micronutrientes no solo, em geral, apresentou valores baixos, em comparação com os dados de Alvarez *et al.* (1999) para plantas cultivadas, com exceção de Mg, Fe e Mn. Este fato demonstra que as plantas adaptadas a este ambiente demandam menores quantidades de nutrientes e suportam altos níveis de Na, proporcionando vantagem na competição com outras espécies da formação.

A baixa quantidade de nutrientes no solo, encontrada nesse trabalho, é contrastante com os dados do índice de saturação de bases e da soma de bases trocáveis, que indicam que o ambiente é eutrófico. A eutrofização é gerada principalmente pelos altos valores de Na no solo, provenientes em grande parte pelo spray salino (Leão & Dominguez, 2000; Scarano, 2002). O termo eutrófico, no sentido ecológico, é referido para ambiente com concentração ótima de nutrientes no solo (Ab'saber *et al.*, 1997), sendo contrário ao classificado na soma de bases trocáveis, que quantifica os nutrientes gerais sem levar em consideração a concentração de cada nutriente.

A baixa disponibilidade de nutrientes observado na formação Halófila-Psamófila Reptante, também foi evidenciado por Junior & Cuzzuol (2009) para essa mesma formação. A baixa quantidade de nutrientes também foi relatada para outras formações de Restinga, dentre elas: formações florestais com distintas influências do lençol freático (Magnano, 2009) e porções campestres a arbustivas (Junior & Cuzzuol, 2009). Assim, o porte reduzido e a baixa riqueza de espécies na formação Halófila-Psamófila Reptante não são respostas diretas a baixa concentração de nutrientes, uma vez que, até o momento, essas condições nutricionais são comuns para as diferentes formações da Restinga, com diversidade e porte das espécies variáveis. Pelo contrário, testes com *Canavalia rosea* demonstraram que em solução nutritiva enriquecida o seu desenvolvimento é reduzido, com diminuição de

biomassa da parte aérea e principalmente das raízes, o que pode evidenciar o nível de adaptação de algumas espécies dessa formação a baixa concentração de nutrientes (Junior & Cuzzuol, 2007). Assim, fatores como baixa retenção hídrica, elevada salinidade e temperaturas desempenham papel de destaque nessa formação.

Em condições de baixa disponibilidade de nutrientes no solo, como observado na formação Halófila-psamófila Reptante do PEPCV, as plantas podem melhorar a disponibilidade de nutrientes na rizosfera (eficiência de mobilização), aumentar a eficiência na absorção dos minerais (eficiência de absorção) e/ou melhorar eficiência na sua utilização (Ernst, 1983). Não foram observadas grandes modificações na química do solo na região da rizosfera, em comparação com regiões sem vegetação, sendo que apenas *S. plumieri* apresentou pequena variação, no que diz respeito a disponibilidade no solo de P e Fe em comparação com a rizosfera de outras espécies.

As análises de solo da formação Halófila-Psamófila Reptante neste trabalho são similares às destacadas por Scarano (2002) para planícies litorâneas, sendo elas: solos pobres em argila e matéria orgânica, evidenciando mínima capacidade de retenção de nutrientes e água.

A anatomia encontrada nos caules e raízes das espécies estudadas apresenta organização típica de eudicotiledôneas e monocotiledôneas (Esau, 1977; Evert, 2006). A estrutura anatômica encontrada nas espécies pode auxiliar, aos indivíduos, a suportarem as condições de estresse hídrico, com alta salinidade, temperatura e luminosidade, onde se destacam: a parede periclinal da epiderme espessada, parênquima acumulador de água e presença de lacunas no córtex da raiz. A ocorrência desses caracteres variaram entre as espécies estudadas, demonstrando que as plantas apresentam estratégias diferentes, que permitem que elas sobrevivam nas condições adversas da formação Halófila-Psamófila Reptante.

Os dados anatômicos encontrados para os caules e raízes, são similares a muitas das características adaptativas descritas para folhas. O estudo das folhas das espécies aqui analisadas evidenciou, na maioria dos casos, grande grau de suculência, sendo que algumas delas retêm água no parênquima, na hipoderme ou na epiderme (Andrade, 1964; Roth, 1992; Arruda *et al.*, 2009; Boeger & Gluzezak, 2006; Silva & Azevedo, 2007). No presente estudo, o acúmulo de água foi observado no caule de *Blutaparon portulacoides* e na raiz e no caule de *Remiria*

maritima, sendo a presença desse tecido armazenador de água um fator preponderante no processo de adaptação e conseqüente manutenção em ambientes salinos. O parênquima aquifero pode reduzir os níveis de sal nos tecidos de plantas halófitas, proporcionando a tolerância das espécies a esse ambiente (Waisel, 1972; Lüttge, 1997; Larcher, 2000; Munns & Tester, 2008).

A parede periclinal espessa da epiderme em *B. portulacoides* e em *S. plumieri* pode evitar a perda excessiva de água e proteger contra a radiação excessiva (Fanh & Cutler, 1992; Dickison, 2000), mas a camada periclinal delgada nas demais espécies deve ser avaliada com cautela, pois a composição química também está relacionada com a permeabilidade dessa camada.

O acúmulo de amido é uma característica comum a plantas de diferentes ambientes. Contudo, quando depositado em rizomas e estolões, como observado em *Ipomoea pes-caprae*, *Canavalia rosea* e *Blutaparon portulacoides*, podem atuar como reserva para o crescimento, principalmente consumido na propagação vegetativa. No caso do acúmulo em raízes, observado em *Ipomoea pes-caprae* e *Canavalia rosea*, o amido pode ser hidrolisado em carboidratos auxiliando na manutenção da pressão de turgor e na osmorregulação. Assim, em períodos de baixa disponibilidade de água, possibilitaria a manutenção hídrica nas células, dificultando a perda de água para o solo e/ou a manutenção do fluxo solo-raiz (Morgan, 1984). Desta forma, tanto o acúmulo de amido no rizoma e estolão quanto nas raízes podem propiciar a manutenção dos indivíduos no ambiente e a suportarem o estresse hídrico.

A embolia é um problema comum a plantas de ambientes xerícos, como o aqui estudado, sendo responsável pela inativação de vasos do xilema. A liberação de açúcares no xilema, principalmente derivado do amido (Salleo *et al.*, 2006; 2008; 2009), e a retenção de aminoácidos (como prolina) contribuem para regulação do balanço hídrico e evitam que a perda excessiva de água seja capaz de causar embolia nos vasos xilemáticos (Sperry *et al.* 2002, Hacke & Sperry, 2003). Assim, são necessários estudos experimentais para avaliar o possível uso do amido, presente no xilema das raízes de *Ipomoea pes-caprae* e *Canavalia rosea*, para redução da embolia.

O aerênquima, encontrado nas raízes de *Ipomoea pes-caprae*, *Remirea maritima* e *Scaevola plumieri*, é um tecido caracterizado por apresentar grandes espaços intercelulares ou lacunas, onde ocorre o acúmulo de ar. Esse tecido é

comum em plantas aquáticas, mas pode estar presente em solos sujeitos a alagamento (Evert, 2006). Na formação Halófila-Psamófila Reptante, não ocorre afloramento do lençol freático em nenhuma época do ano (Pereira, 1990; Pereira 2003), como ocorrem em outras formações de Restinga. No entanto, Andrade (1964), Arruda *et al.* (2009) e Kamakura & Furukawa, (2009) citaram que em determinadas épocas, o solo dessa formação pode ser lavado pela água do mar. Nessas épocas, o acúmulo de ar nas raízes pode ser vantajoso por fornecer oxigênio necessário para os processos metabólicos, garantindo sua sobrevivência nesses períodos.

As características anatômicas encontradas nas raízes são similares às citadas por Dickison (2000) e Fanh & Cutler (1992) para plantas xerófitas, como suculência (especialmente no córtex) e reserva de amido.

Os resultados morfoanatômicos dos caules e raízes analisados podem ser correlacionados com as estratégias adaptativas de plantas submetidas a condições xéricas, alta salinidade, alta temperatura e ventos fortes, corroborando, em parte, os dados registrados na literatura para as folhas. O hábito dos indivíduos, a organização do sistema radicular, a suculência, a reserva de amido e a ocorrência de aerênquima na raiz foram características marcantes para a sobrevivência e competitividade das espécies na formação Halófila-Psamófila Reptante.

5. Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N.; TUNDISI, J. G.; FORNESIS, L.; MARINO, M. C.; ROCHA, O.; TUNDISI, T.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VUONO, Y. S. & WATANABE, S. 1997. Glossário de Ecologia. **ACIESP**, v. 1, n. 103, p.352.
- ALVAREZ, V. H. V.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B. & LOPES, A. S. 1999. Uso de Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 67-78.
- ANDRADE, M. A. B. 1967. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. Separata do boletim nº 305, **Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, v. 22, p. 3-170.

- ARRUDA, R. C. O.; VIGLIO, N. S. F. & BARROS, A. A. M. 2009. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na Restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 333-352.
- BOEGER, M. R. T. & GLUZEZAK, R. M. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia**, v. 61, n. 1-2, p. 73-82.
- BUKATSCH, F. 1972. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 8, 255 p.
- CASTELLANI, T. T. & SANTOS, F. A. M. 2006. Abundância, sobrevivência e crescimento de plântulas de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. (Convolvulaceae) na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 875-885.
- CRAWFORD, R. M. M. 2008. **Plants at the margin: ecological limits and climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, 478 p.
- DICKISON, M. 2000. **Integrative Plant Anatomy**. San Diego: Harcourt/ Academic Press. 533 p.
- ERNST, W. H. O. 1983. Ökologische Anpassungsstrategien an Bodenfaktoren. **Ber. Detsch. Bot. Ges**, v. 96, p. 49-71.
- ESAU K. 1977. **Anatomy of the Seed Plants**. New York: John Wiley e Sons Inc. 550 p.
- EVERT, R. F. 2006. **Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development**. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 601p.
- FABRIS, L. C. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari (ES)**. Universidade Estadual Paulista. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Rio Claro (SP).
- FAHN, A. & CUTLER, D. F. 1992. **Xerophytes**. Berlim: Gebrüder Bomtraeger. 180 p.
- FEDER, N. & O'BRIAN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, v. 55, n. 1, p. 123-142.
- GREAVES, L. T. & HERBERT, T. J. 2004. Heterogeneous reflected light influences asymmetry in leaf anatomy and gas exchange. **American Journal of Botany**, v. 91, n. 12.

- GRIME, J. P. 1979. **Plant strategies and vegetation processes**. New York: John Wiley and Sons. 222 p.
- HACKE, U. G. & SPERRY, J. S. 2003. Limits to xylem refilling under negative pressure in *Laurus nobilis* and *Acer negundo*. **Plant Cell and Environment**, v. 26, p. 303-311.
- JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. New York: McGraw- Hill.
- JENSEN, W. A. 1962. **Botanical Histochemistry: Principles and Practice**. San Francisco: W. H. Freeman and Co.
- JUNIOR, J. L. & CUZZUOL, G. R. F. 2009. Caracterização de solos de duas formações de restinga e sua influência na constituição química foliar de *Passiflora mucronata* Lam. (Passifloraceae) e *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Fabaceae). **Acta bot. bras.**, v. 23, v. 1, p. 239-246.
- KAMAKURA, M. & FURUKAWA, A. 2008. Responses of individual stomata in *Ipomoea pes-caprae* to various CO₂ concentrations. **Physiology Plant**, v. 132, p. 255–261.
- KAMAKURA, M. & FURUKAWA, A. 2009. Compensatory function for water transport by adventitious roots of *Ipomoea pes-caprae*. **Journal Plant Research**, v. 122, p. 327–333.
- KOLLMANN, L. J. C. F.; FONTANA, A. P.; SIMONELLI, M. & FRAGA, C. N. 2007. As Angiospermas ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. p. 105-140. In: SIMONELLI, M. & FRAGA, C. N (orgs). **Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo**. IPEMA – ES.
- KRAUS J. & ARDUIN M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR. 198 p.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 425 p.
- LEÃO, Z. M. A. N. & DOMINGUEZ, J. M. L. 2000. Tropical coast of Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 41, p. 112-122.
- LÜTTGER, U. 1997. **Physiological ecology of tropical plants**. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 371.
- MAGNANO, L. F. S. 2009. **Gradiente vegetacional e pedológico em floresta de Restinga no Espírito Santo, Brasil**. Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado em Botânica. Viçosa (MG).

- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. M. L. & FLEXOR, J-M. 1997. **Geologia do quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. CPRM/FAPESP, Belo Horizonte.
- MAUN, M. A. 1994. Adaptations enhancing survival and establishment of seedlings on coastal dune systems. **Vegetatio**, v. 111, p. 59-70.
- MORGAN, J. M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, v. 35, p. 299–319.
- MUNNS, R. & TESTER, M. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review Plant Physiology**, v. 59, p. 651-681.
- O'BRIAN, T. P.; FEDER, N. & MCCULLY, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, p. 368-373.
- PEREIRA, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba. Guarapari, E.S. In: **Anais do II Simpósio Ecossistemas da Costa Sul-Sudeste**. 2. Águas de Lindóia. São Paulo: ACIESP, p. 207-219.
- PEREIRA, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. In: **Anais sobre os Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal**. Belém. Belém: Sociedade Botânica do Brasil/Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi/, p. 177-179.
- PEREIRA, O. J. 2007. Formações pioneiras: restingas. In: SIMONELLI, M. & FRAGA, C. N (orgs). **Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo**. IPEMA – ES.
- PETER, C. I.; RIPLEY, B. S. & ROBERTSON, M. P. 2003. Environmental limits to the distribution of *Scaevola plumieri* along the South African coast. **Journal of Vegetation Science**, v. 14, p. 89-98.
- PITA, P. B. & MENEZES, N. L. 2002. Anatomia da raiz de espécies de *Dyckia* Schult. F. e *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil), com especial referência ao velame. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 25-34.
- ROTH, I. 1992. **Leaf structure**: coastal vegetation. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 172p.
- SASS, J. E. 1951. **Botanical microtechnique**. 3. ed. Iowa: State Press.

- SALLEO, S. A.; TRIFILÒ, P. B. & LO GULLO, M. A. 2006. Phloem as a possible major determinant of rapid cavitation reversal in stems of *Laurus nobilis* (laurel). **Functional plant biology**, v. 33, n. 11, p. 1063-1074.
- SALLEO, S. A.; TRIFILÒ, P. B. & LO GULLO, M. A. 2008. Vessel wall vibrations: trigger for embolism repair?. **Functional Plant Biology**, v. 35, n. 4, p. 289–297.
- SALLEO, S. A.; TRIFILÒ, P. B.; ESPÓSITO, S. B.; NARDINI, A. A. & LO GULLO, M. A. 2009. Starch-to-sugar conversion in wood parenchyma of field-growing *Laurus nobilis* plants: a component of the signal pathway for embolism REPAIR?. **Functional Plant Biology**, v. 36, n. 9, p. 815–825.
- SCARANO, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524.
- SCATENA, V. L.; ORIANI, A. & SANO, P. T. 2005. Anatomia de raízes de *Actinoccephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 835-841.
- SCATENA, V. L. & MENEZES, N. L. 1996. Anatomia de escapos e folhas de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) de Campos Rupestres. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, p. 317-332.
- SEGECIN, S. & SCATENA, V. L. 2004. Morfoanatomia de rizomas e raízes de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 253-260.
- SILVA, L. C. & AZEVEDO, A. A. 2007. Anatomia de plantas de restinga e sua aplicação como ferramenta para a bioindicação. In: MENEZES, L. F. T.; PIRES, F. R. & PEREIRA, O. J. **Ecosistemas costeiros do Espírito Santo: Conservação e restauração**. Vitória: EDUFES.
- SPERRY, J. S.; HACKE, U. G.; OREN, R. & COMSTOCK, J. P. 2002. Water deficits and hydraulic limits to leaf water supply. **Plant Cell and Environment**, v. 25, p. 251-263.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1993. Geomorfologia das restingas. In: ACIESP (org). **Anais do III Simpósio de Ecosistemas Brasileiros**, 3, 1993, Serra Negra. São Paulo: ACIESP, p. 185-205.
- SUGUIO, K. & TESSLER, M. G. 1984. **Planícies de cordões litorâneos do Brasil: origem e nomenclatura**. In: LACERDA, L. D. (org.). **Restingas: origem estruturas e processos**. Niterói: CEUFF, p. 195-216.

- STATSOFT. 1998. **Statistica for Windows (computer program manual)**. Tulsa, OK: Statsoft Inc. (<http://www.statsoft.com>).
- THOMAZ, L. D. & MONTEIRO, R. 1992. Análise florística da comunidade Halófila-Psamófila das praias do estado do Espírito Santo. **Anais** do III Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Serra Negra. São Paulo: ACIESP, p. 58-66.
- WASEL, Y. 1959. Ecotypic variation in *Nigella arvensis* L. **Evolution**, v. 13, p. 469-475.
- WASEL, Y. 1972. **Biology of Halophytes**. Academy Press: New York. 395 p.

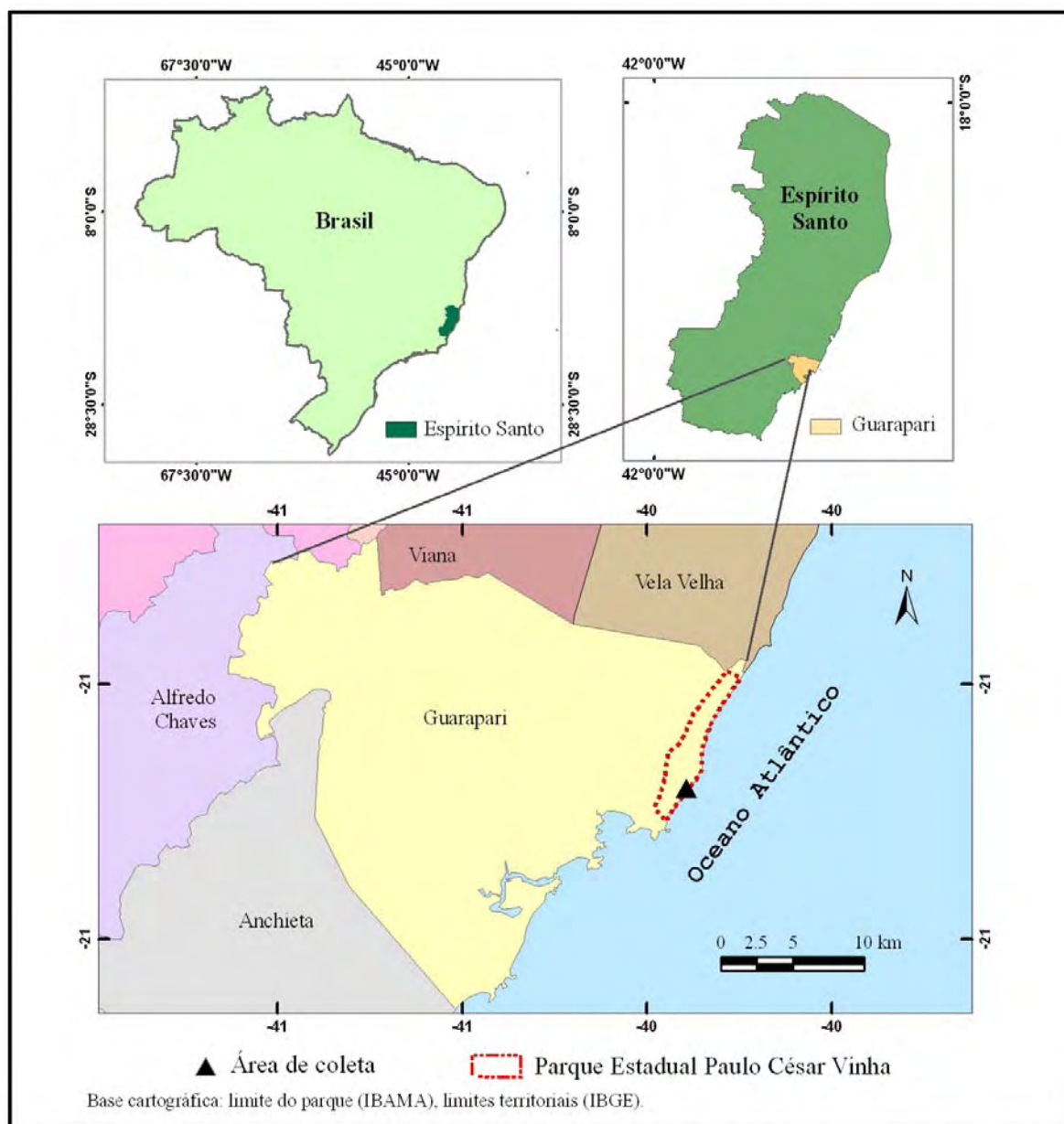


Figura 1. Localização da região onde foram realizadas as coletas no Parque Estadual Paulo César Vinha, Município de Guarapari, ES. Georeferenciamento: S 20°36'548" W 040°24'724".

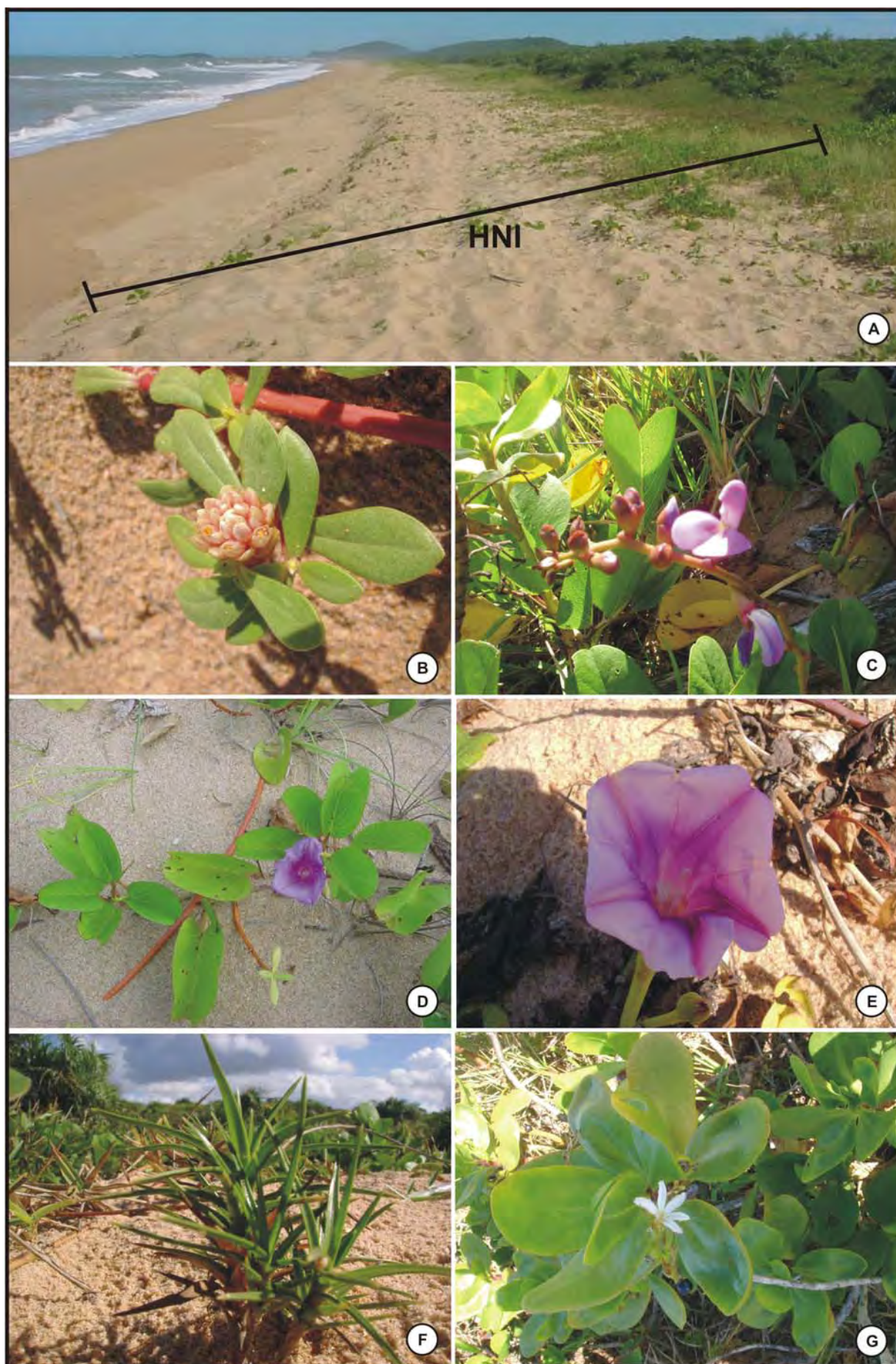


Figura 2. Formação vegetal e espécies estudadas. A- Formação Herbácea Não Inundável (HNI); B- *Blutaparon portulacoides*; C- *Canavalia rosea*; D- *Ipomoea pes-caprae*; E- Detalhe da flor de *Ipomoea pes-caprae*; F- *Remirea maritima*; G- *Scaevola plumieri*.

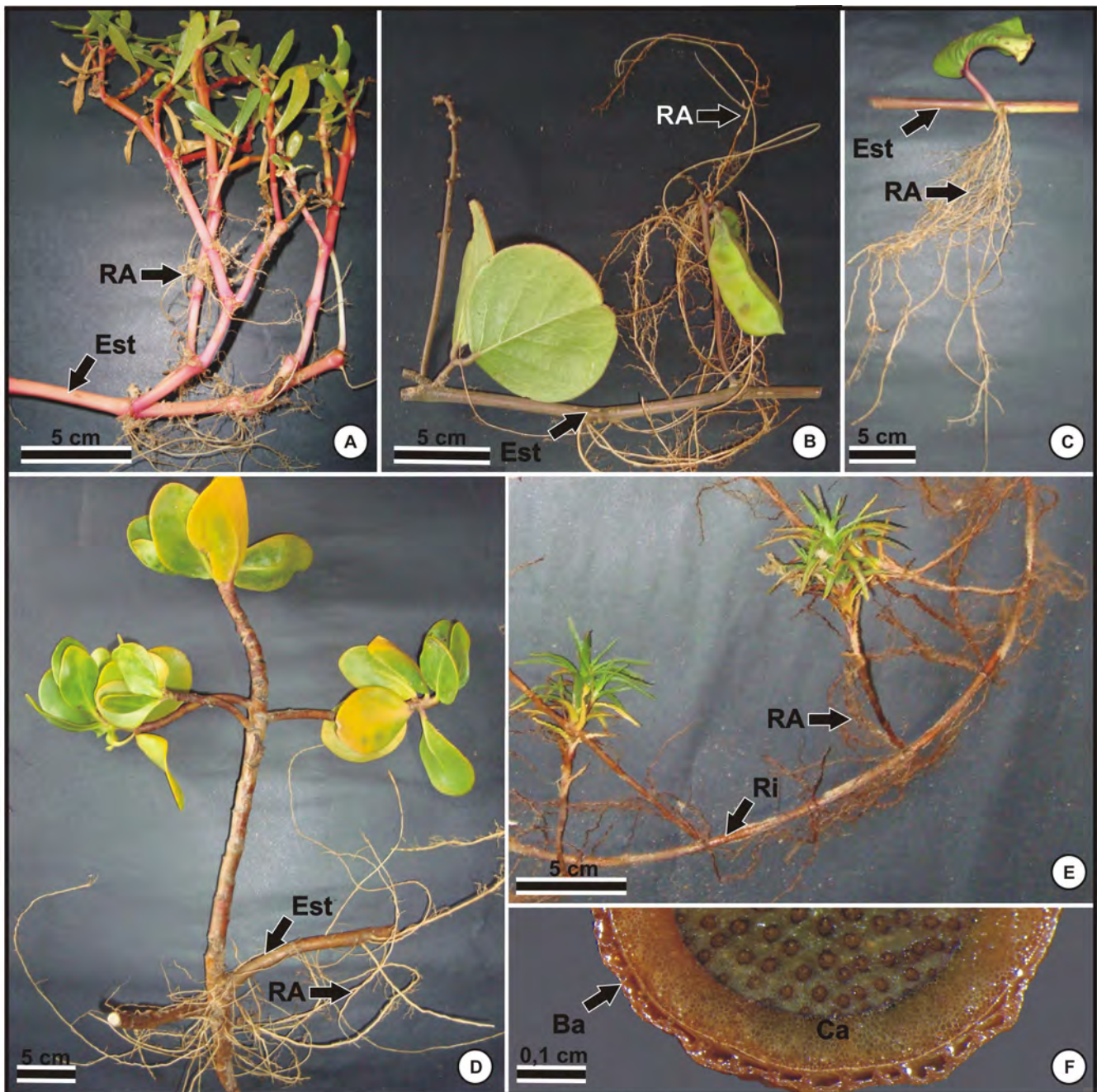


Figura 3. Caules e raízes adventícias das espécies estudadas. A- *Blutaparon portulacoides*; B- *Canavalia rosea*; C- *Ipomoea pes-caprae*; D- *Scaevola plumieri*; E- *Remirea maritima*; F- Detalhe da bainha que envolve o caule de *Remirea maritima*. Legenda: Ba- Bainha foliar; Ca- Caule; Est- Estolão; Ri- Rizoma; RA- Raiz adventícia.

Tabela 1. Valores médios de Velocidade do vento (m/s), Umidade relativa (%) do ar, Nível de evaporação (Kg/m²/h) e Temperatura (°C) do ar, entre as espécies herbáceas (medições na superfície do solo), subarbustiva (medições a 80 cm do solo) e a 2 metros de altura do solo.

Parâmetros → Grupos ↓	Velocidade do vento (m/s) ²	Umidade relativa (%) ¹	Nível de evaporação (Kg/m ² /h) ¹	Temperatura (°C) ¹
Herbáceo	1,16 ± 0.33 a	75,40 ± 4.53 a	0,0045 ± 0.006 a	29,9 ± 1.13 a
Subarbustivo	1,36 ± 0.30 ab	78,32 ± 5.83 a	0,0180 ± 0.010 a	28,3 ± 0.53 b
2 metros	1,84 ± 0.18 b	95,08 ± 1.24 b	0,0540 ± 0.014 b	24,8 ± 0.16 c
	<i>F=10,1; p<10⁻³; s</i>	<i>F=17,4; p<10⁻³; s</i>	<i>F=12,6; p<0,002; s</i>	<i>F=17,7; p<10⁻³; s</i>

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de média do KW (¹) ou de Tukey (²) a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Média das análises granulométricas e classe textual encontrada na Formação Halófila-psamófila Reptante do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.

Minerais	Valores dag/kg
Areia Grossa	92,9
Areia Fina	6,47
Silte	0,52
Argila	0,09
Classe textual	
Areia	

Tabela 3. Análise química da rizosfera das espécies estudadas e em pontos sem vegetação, da Formação Halófila-psamófila Reptante do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.

Amostragem	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ²⁺	H + Al	SB	(t)
							cmol _c /dm ³			
<i>I. pes-caprae</i>	8.5 ± 0.08	12.73 ± 0.35 <i>b</i>	0.01 ± 0,00	0.46 ± 0.02	0.81 ± 0.07	0.69 ± 0.03	0	1.60 ± 0.00 <i>b</i>	1.96 ± 0.07	1.96 ± 0.07
<i>C. rosea</i>	8.6 ± 0.06	14.33 ± 0.57 <i>b</i>	0.02 ± 0,01	0.43 ± 0.01	0.78 ± 0.03	0.70 ± 0.02	0	1.60 ± 0.00 <i>b</i>	1.93 ± 0.03	1.93 ± 0.03
<i>S. plumieri</i>	8.6 ± 0.08	18.43 ± 0.49 <i>a</i>	0.01 ± 0,00	0.41 ± 0.08	0.81 ± 0.08	0.70 ± 0.02	0	1.80 ± 0.17 <i>a</i>	1.93 ± 0.09	1.93 ± 0.09
<i>R. maritima</i>	8.5 ± 0.18	15.33 ± 2.06 <i>ab</i>	0.01 ± 0,00	0.53 ± 0.04	0.75 ± 0.01	0.69 ± 0.02	0	1.60 ± 0.00 <i>b</i>	1.97 ± 0.04	1.97 ± 0.04
<i>B. portulacoides</i>	8.6 ± 0.01	12.3 ± 0.69 <i>b</i>	0.01 ± 0,00	0.49 ± 0.03	0.78 ± 0.02	0.67 ± 0.02	0	1.60 ± 0.00 <i>b</i>	1.95 ± 0.04	1.95 ± 0.04
Fora da rizosfera	8.6 ± 0.11	15.06 ± 1.93 <i>ab</i>	0.01 ± 0,00	0.46 ± 0.20	0.82 ± 0.15	0.68 ± 0.04	0	1.67 ± 0.08 <i>ab</i>	1.96 ± 0.35	1.96 ± 0.35
P / F	<i>F</i> =0.9; <i>p</i> =0.48; <i>ns</i>	<i>F</i> =9.58; <i>p</i> <10 ⁻³ ; <i>s</i>	<i>F</i> =1.68; <i>p</i> =0.21; <i>ns</i>	<i>F</i> =0.54; <i>p</i> =0.73; <i>ns</i>	<i>F</i> =0.37; <i>p</i> =0.85; <i>ns</i>	<i>F</i> =0.82; <i>p</i> =0.55; <i>ns</i>	-	<i>F</i> =3.27; <i>p</i> =0.04; <i>s</i>	<i>F</i> =0.03; <i>p</i> =0.99; <i>ns</i>	<i>F</i> =0.03; <i>p</i> =0.99; <i>ns</i>

Amostragem	(T) cmol _c /dm ³	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu
			%		dag/kg	mg/L		mg/dm ³		
<i>I. pes-caprae</i>	3.56 ± 0.07	55.03 ± 0.81	0	23.26 ± 1.67	0.13 ± 0.00	53.63 ± 2.27	0	20.40 ± 1.21 <i>cb</i>	12.17 ± 0.55	0.01 ± 0.02
<i>C. rosea</i>	3.53 ± 0.03	54.70 ± 0.35	0	22.42 ± 0.87	0.13 ± 0.00	56.70 ± 3.87	0	23.20 ± 1.39 <i>ab</i>	11.80 ± 0.46	0.00 ± 0.00
<i>S. plumieri</i>	3.73 ± 0.09	51.80 ± 3.55	0	21.08 ± 3.96	0.13 ± 0.00	60.00 ± 0.00	0	25.33 ± 2.46 <i>a</i>	12.80 ± 0.30	0.04 ± 0.08
<i>R. maritima</i>	3.57 ± 0.04	55.20 ± 0.50	0	26.72 ± 1.56	0.13 ± 0.00	55.57 ± 1.25	0	19.33 ± 0.32 <i>cb</i>	12.53 ± 0.83	0.00 ± 0.00
<i>B. portulacoides</i>	3.55 ± 0.04	54.90 ± 0.50	0	25.28 ± 0.94	0.17 ± 0.08	53.10 ± 3.05	0	18.13 ± 0.68 <i>c</i>	11.87 ± 0.47	0.02 ± 0.03
Fora da rizosfera	3.63 ± 0.32	53.78 ± 4.98	0	22.66 ± 7.74	0.13 ± 0.00	56.27 ± 2.25	0	19.50 ± 2.71 <i>cb</i>	12.92 ± 1.30	0.05 ± 0.02
P / F	<i>F</i> =0.80; <i>p</i> =0.56; <i>ns</i>	<i>F</i> =0.77; <i>p</i> =0.58; <i>ns</i>	-	<i>F</i> =0.93; <i>p</i> =0.49; <i>ns</i>	<i>F</i> =1.00; <i>p</i> =0.45; <i>ns</i>	<i>F</i> =3.05; <i>p</i> =0.052; <i>ns</i>	-	<i>F</i> =7.71; <i>p</i> = <i>p</i> <10 ⁻³ ; <i>s</i>	<i>F</i> =1.26; <i>p</i> =0.33; <i>ns</i>	<i>F</i> =1.19; <i>p</i> =0.36; <i>ns</i>

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: H + Al – Acidez potencial; SB- Soma de bases trocáveis; t- Capacidade de troca catiônica efetiva; T- Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V- Índice saturação de bases; m- Índice de saturação de alumínio; ISNa- Índice de saturação de sódio; MO- Matéria orgânica; P-rem- Fósforo remanescente.

Tabela 4. Classificação quanto a disponibilidade dos componentes químicos no solo da Formação Halófila-psamófila Reptante do Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari), segundo Alvarez *et al.* (1999).

Característica	Valores	Classificação Alvarez <i>et al.</i> (1999)
Macronutrientes		
P	12,3 – 18.43 mg/dm ³	Baixo (10,1 – 20,0 mg/dm ³)
K	0.01 - 0.02 cmol _c /dm ³	Muito baixo (< 15 cmol _c /dm ³)
Ca	0.41 - 0.53 cmol _c /dm ³	Baixo (0,40 – 1,20 cmol _c /dm ³)
Mg	0.68 - 0.70 cmol _c /dm ³	Médio (0,46 – 0,90 cmol _c /dm ³)
Al	0	Muito baixo (< 0,20 cmol _c /dm ³)
Micronutrientes		
Zn	0	Muito baixo (< 0,4 cmol _c /dm ³)
Fe	18.13 – 25.33 cmol _c /dm ³	Médio (19 – 30 cmol _c /dm ³)
Mn	11.80 – 12.92 cmol _c /dm ³	Bom (9 – 12 cmol _c /dm ³)
Cu	0.00 - 0.05 cmol _c /dm ³	Muito baixo (< 0,3 cmol _c /dm ³)
Outros		
pH	8.5 – 8.6	Alcalinidade elevada (> 7,8)
ISNa	21.08 – 26.72 %	Solo sódico (> 15%)
MO	0.13 – 0.17 dag/kg	Muito baixo (< 0,70 dag/kg)
SB	1.93 - 1.96 cmol _c /dm ³	Médio (1,81 – 3,60 cmol _c /dm ³)
H + Al	1.60 - 1.80 cmol _c /dm ³	Baixo (1,01 – 2,50 cmol _c /dm ³)
t	1.93 - 1.97 cmol _c /dm ³	Baixo (0,81 – 2,30 cmol _c /dm ³)
T	3.53 - 3.73 cmol _c /dm ³	Baixo (1,61 – 4,30 cmol _c /dm ³)
m	0	Muito baixo (< 15,00 %)
V	51.80 – 55.20 %	Médio (40,1 – 60,00 %)

MO- Matéria orgânica/ SB- Soma de bases trocáveis/ H + Al – Acidez potencial/ t- Capacidade de troca catiônica efetiva/ T- Capacidade de troca catiônica a pH 7,0/ m- Índice de saturação de bases/ V- Índice saturação de bases/ ISNa- Índice de saturação de Sódio/ P-rem- Fósforo remanescente.

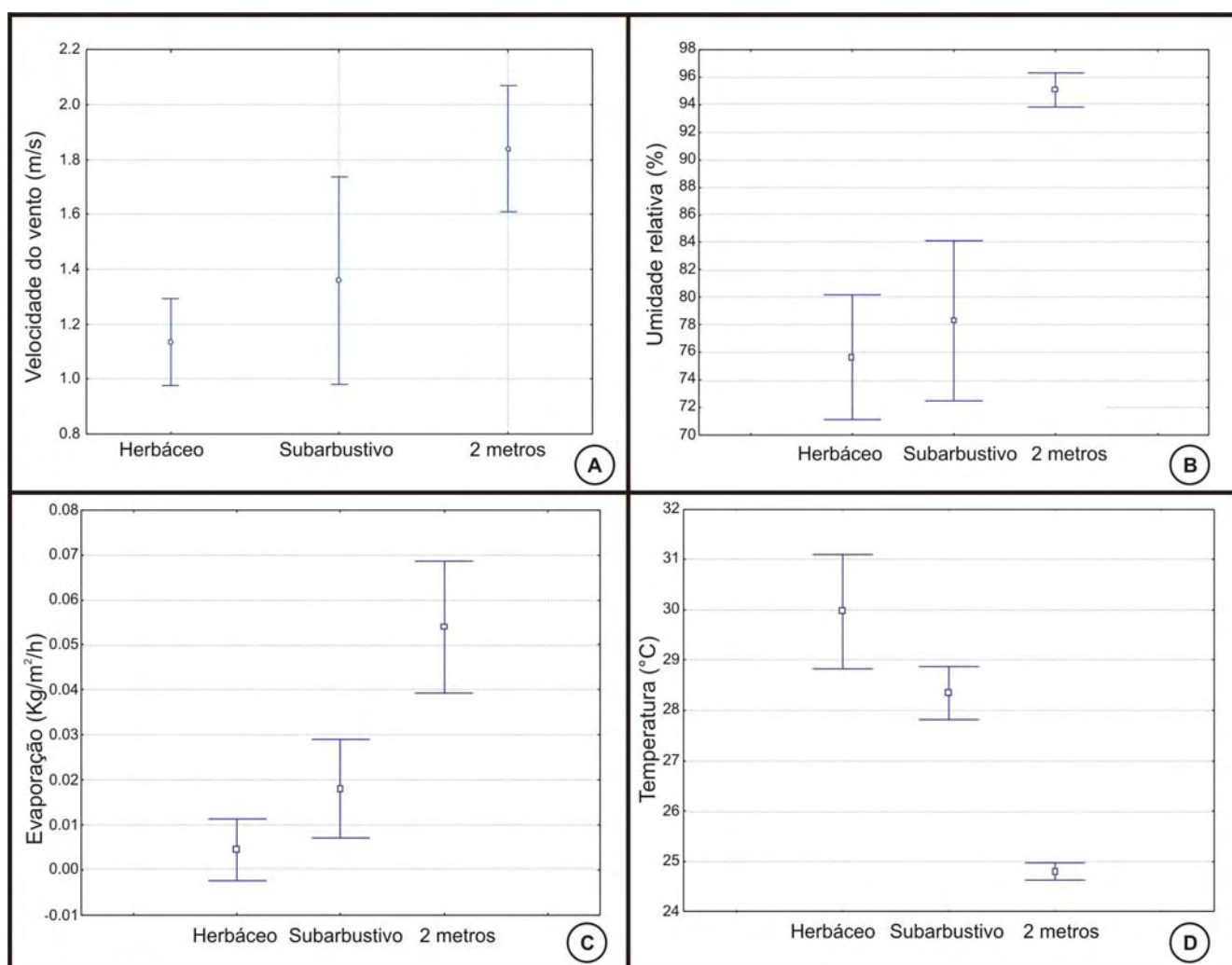


Figura 4. Velocidade do vento (m/s^{-1}) (A), Umidade relativa (%) (B), Evaporação ($\text{Kg/m}^2/\text{h}^{-1}$) (C) e Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (D) nas espécies herbáceas (*Blutaparon portulacoides*; *Canavalia rosea*; *Ipomoea pes-caprae* e *Remirea maritima*) - medições na superfície do solo, subarbustivas (*Scaevola plumieri*) - medições a 80 cm do solo e acima de 2 metros de altura. Valores médios e desvio padrão amostrados.

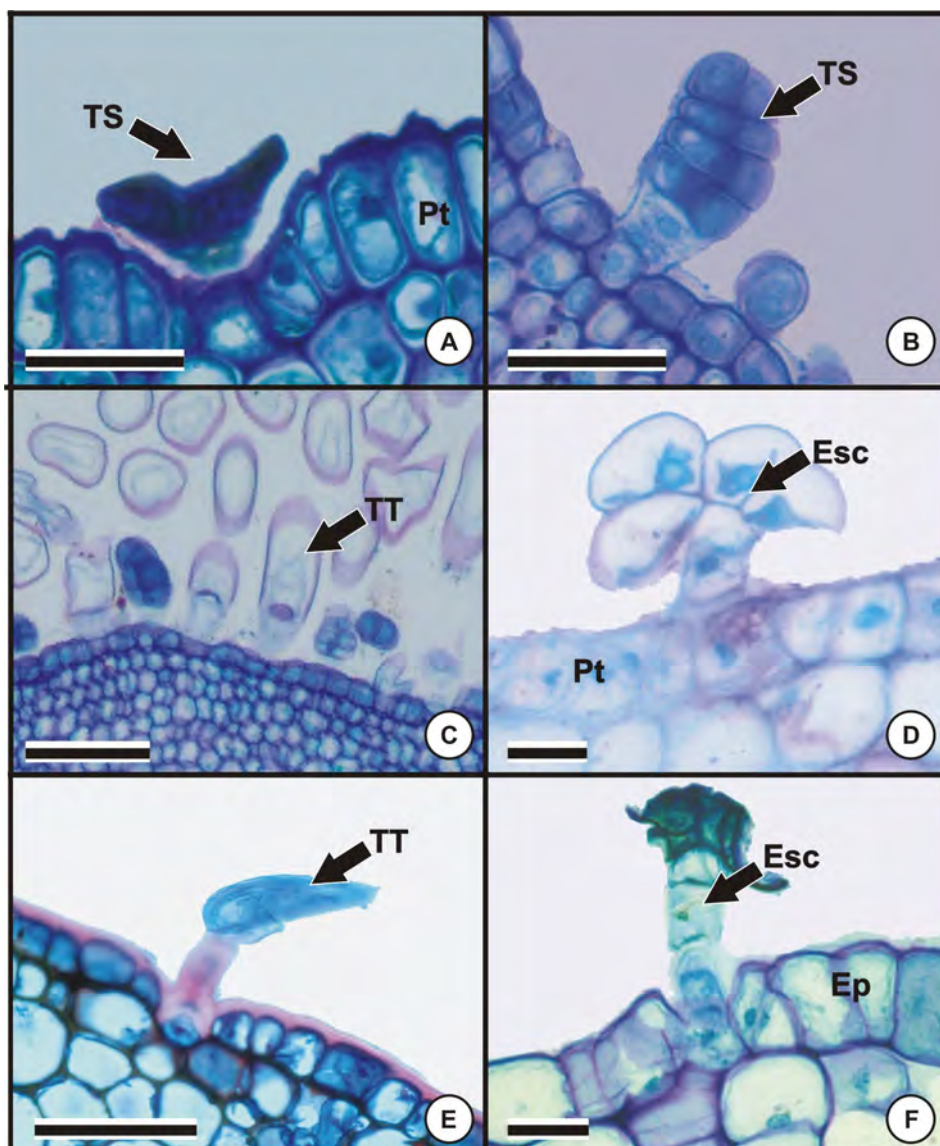


Figura 5. Tricomas presentes nos caules das espécies estudadas, em cortes transversais. A- *Ipomoea pes-caprae*; B, C, E- *Canavalia rosea*; D, F- *Scaevola plumieri*; A, B- Tricoma secretor; C, E- Tricoma tector; D- Escama; F- Escama caduca. Legenda: Pt- Protoderme; TS- Tricoma secretor; TT- Tricoma tector; Esc- Escama; Ep- Epiderme. Barra=50µm.

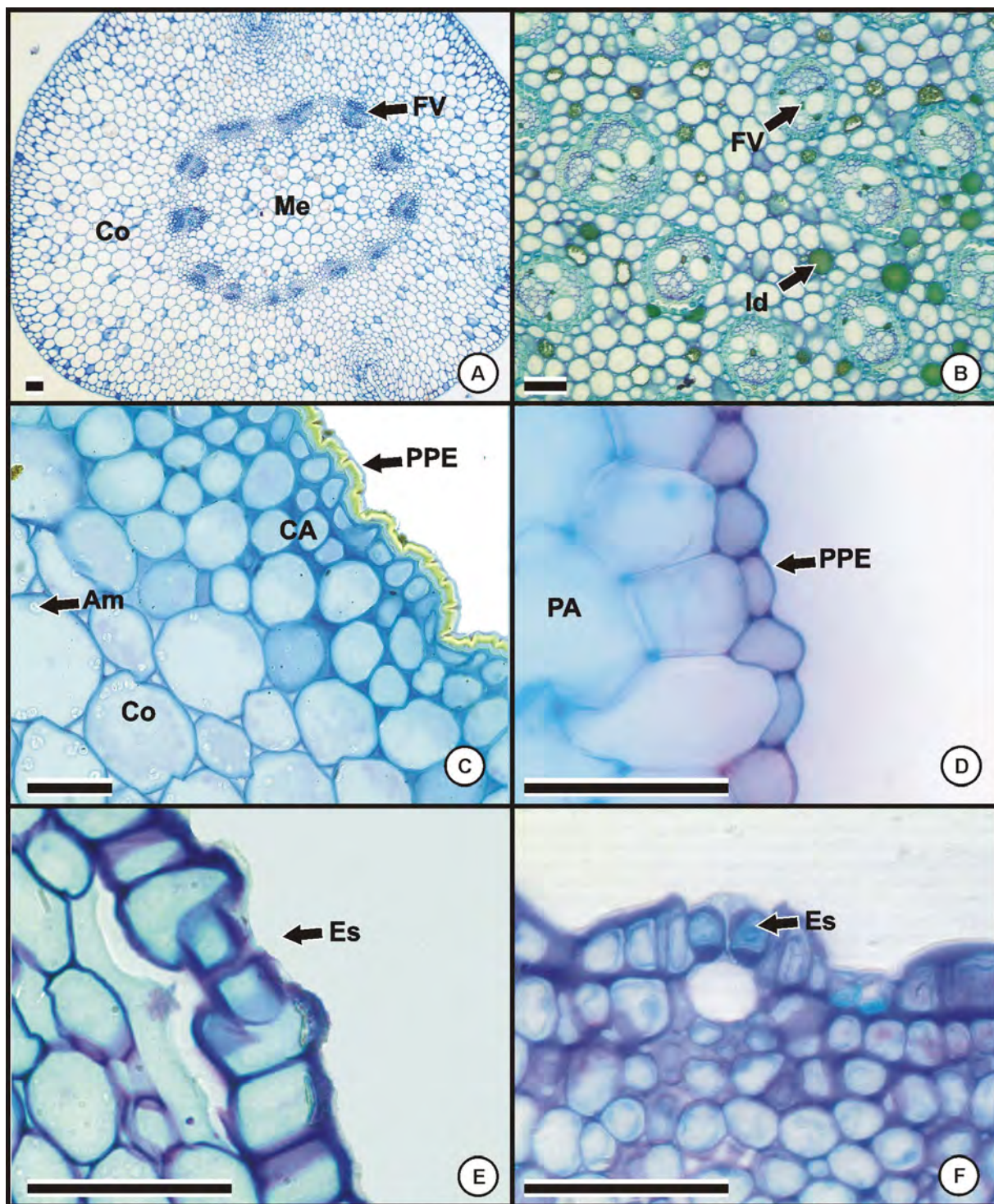


Figura 6. Caules em estrutura primária das espécies estudadas, em cortes transversais. A, C - *Blutaparon portulacoides*; B, D- *Remirea maritima*; A, B- Visão geral; C, D- Região periférica; E, F- Estômatos; E- *Ipomoea pes-caprae*; F- *Canavalia rosea*. Legenda: Co- Córtex; FV- Feixe vascular; Me- Medula; Id- Idioblasto; CA- Colênquima angular; Am- Amido; PPE- Camada periclinal externa da epiderme; Es- Estômato; PA- Parênquima aquífero. Barra=100μm.

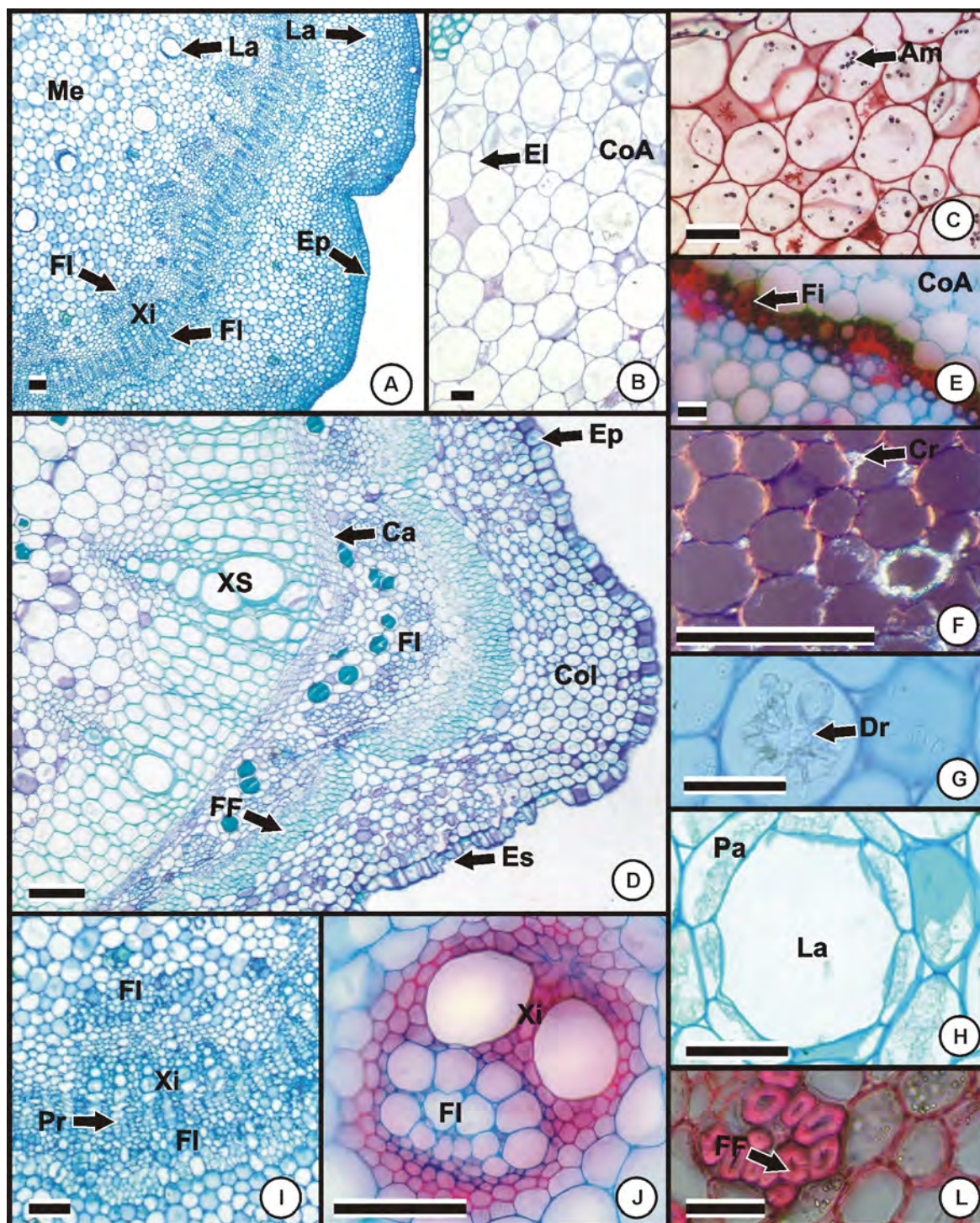


Figura 7. Estrutura anatômica primária e secundária do caule das espécies estudadas, em cortes transversais. A, H, I, L- *Ipomoea pes-caprae*; B, C, G- *Blutaparon portulacoides*; D- *Canavalia rosea*; E, F, J- *Remirea maritima*; A- Estrutura primária; B- Córtex com parênquima aquífero; C- Acúmulo de amido; D- Visão geral; E- Fibras lignificadas; F- Cristais presentes nos meatos em luz polarizada; G- Drusa; H- Laticífero; I- Feixe bicollateral; J- Feixe colateral; L- Fibra do floema. Legenda: Ep- Epiderme; FI- Floema primário; La- Laticífero; Me- Medula; Xi- Xilema primário; CoA- Córtex aquífero; EI- Espaço intercelular; Am- Amido; Ca- Câmbio; Col- Colênquima; Es- Estômatos; XS- Xilema secundário; Fi- Fibras; Cr- Cristais; Dr- Drusa; Pa- Parênquima; Pr- Procâmbio; FF- Fibra do floema. Barra=100µm.

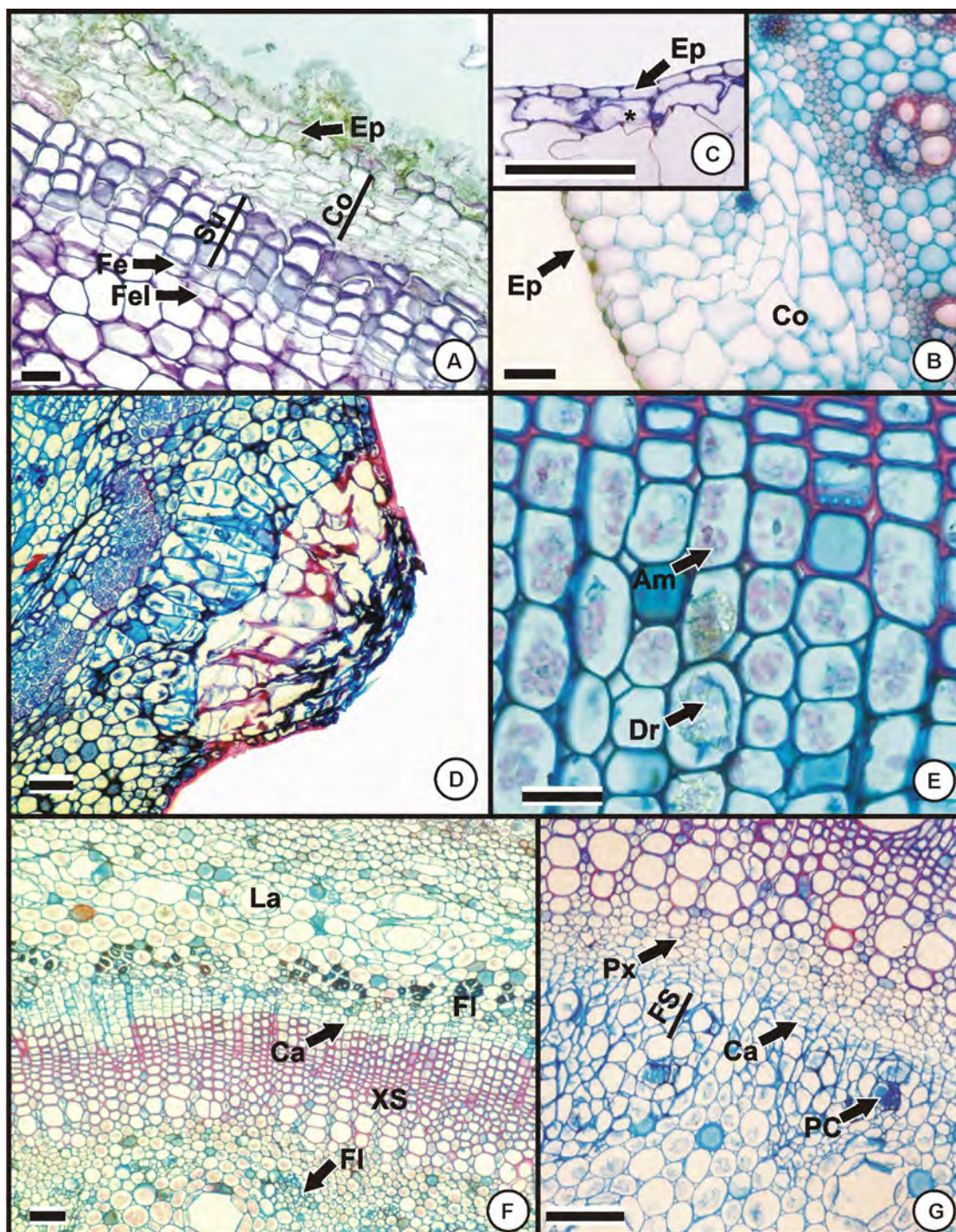


Figura 8. Caules em estrutura primária e secundária, em cortes transversais. A- *Scaevola plumieri*; B, C- *Remirea maritima*; D- *Canavalia rosea*; E, F, G- *Ipomoea pes-caprae*; A- Periderme; B, C- Região periférica, * Hipoderme ou camada interna da epiderme; D- Lenticela; E- Série cristalífera e amido; F, G- Sistema vascular secundário. Legenda: Co- Córtex; Ep- Epiderme; Fe- Felogênio; Fel- Feloderma; Su- Súber; Am- Amido; Dr- Druza; Ca- Câmbio; FI- Floema primário; La- Laticífero; XS- Xilema secundário; FS- Floema secundário; PC- Placa crivada; Px- Protoxilema. Barra=100μm.

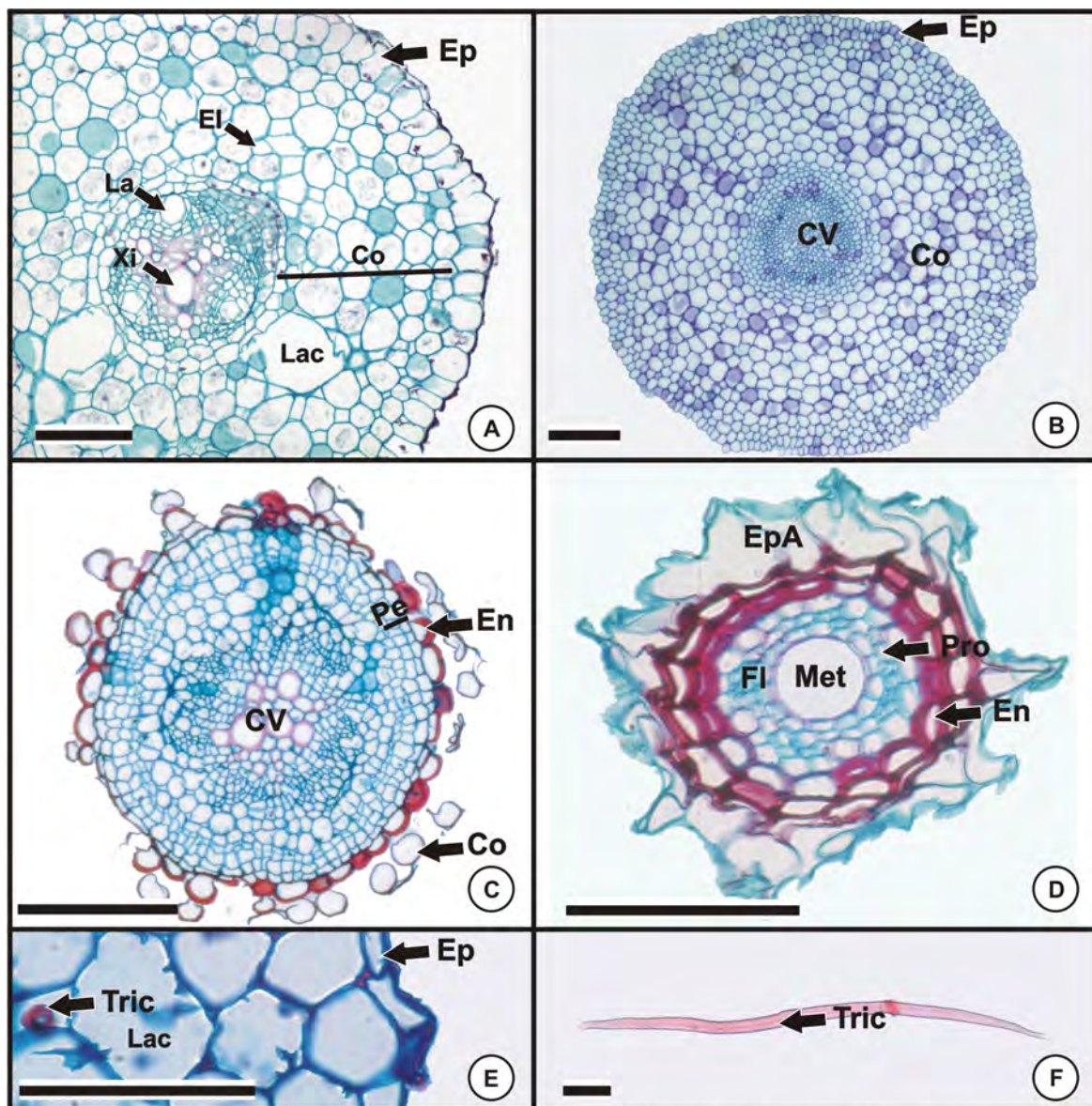


Figura 9. Raízes adventícias laterais. A, B, C- Visão geral de raízes laterais; A- *Ipomoea pes-caprae*; B- *Canavalia rosea*; C- *Blutaparon portulacoides*; D- *Remirea maritima*; E, F- *Scaevola plumieri*; E- Região periférica; F- Tricoesclereide. Legenda: Co- Córtex; Ep- Epiderme; El- Espaço intercelular; La- Laticífero; Lac- Lacuna; Xi- Xilema primário; CV- Cilindro vascular; En- Endoderme; Pe- Periderme; EpA- Epiderme aquífera; FI- Floema primário; Met- Metaxilema; Pro- Protoxilema; Tric- Tricoesclereide. Barra=100μm.

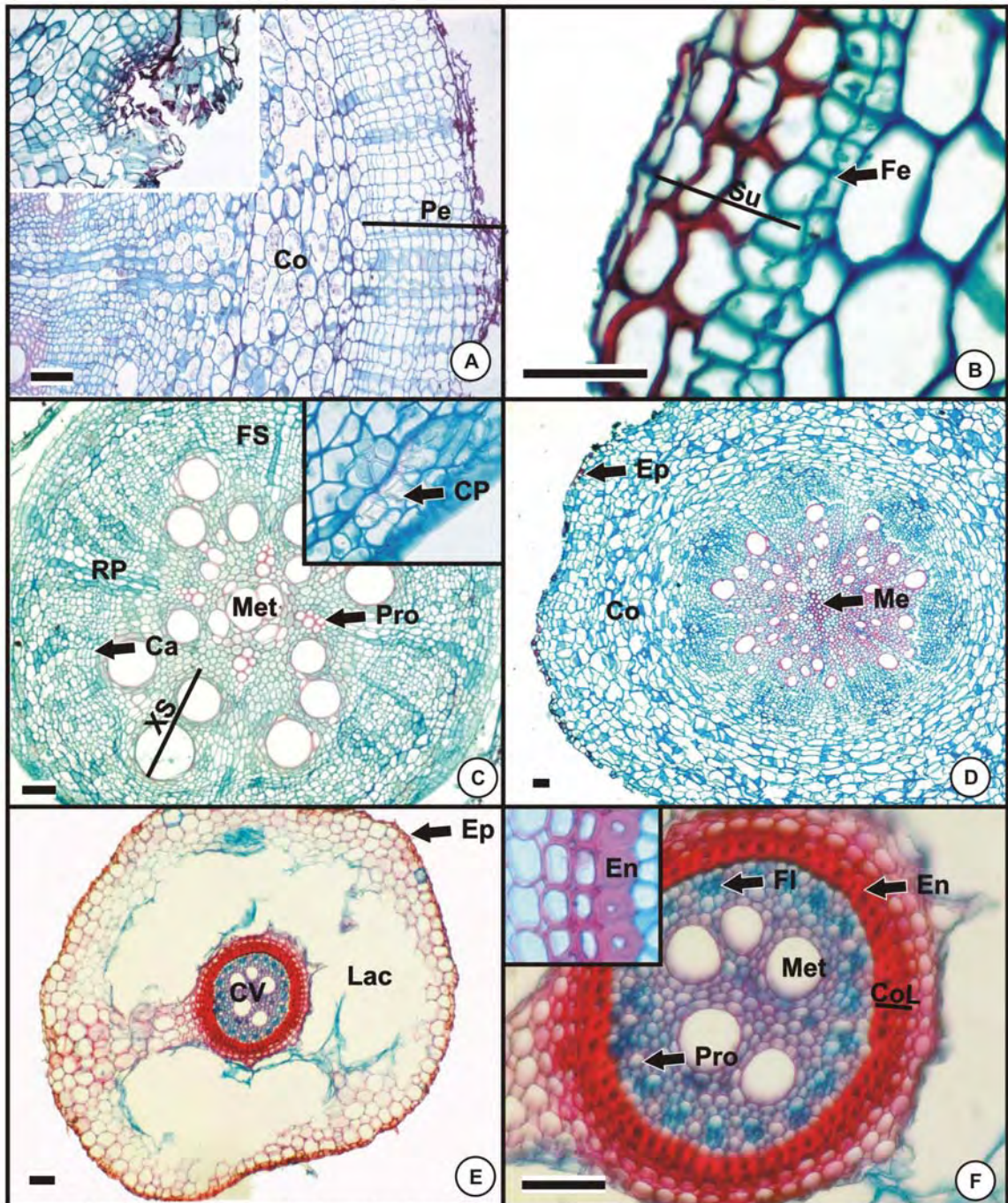


Figura 10. Raízes adventícias formadas diretamente do caule, em cortes transversais. A- *Ipomoea pes-caprae*, com detalhe da lenticela; B- *Blutaparon portulacoides*; C- *Canavalia rosea*, com detalhe dos cristais prismáticos; D- *Scaevola plumieri*; E, F- *Remirea maritima*; A- Região periférica; B- Periderme; C, D, E- Visão geral; F- Cilindro vascular, com detalhe da endoderme. Legenda: Co- Córtex; Pe- Periderme; Fe- Felogênio; Su- Súber; Ca- Câmbio; CP- Cristais prismáticos; FS- Floema secundário; Met- Metaxilema; RP- Raio parenquimático; XS- Xilema secundário; Ep- Epiderme; Me- Medula; CV- Cilindro vascular; Lac- Lacuna do aerênquima; CoL- Córtex lignificado; En- Endoderme; Fl- Floema primário; Pr- Protoxilema. Barra=100μm.

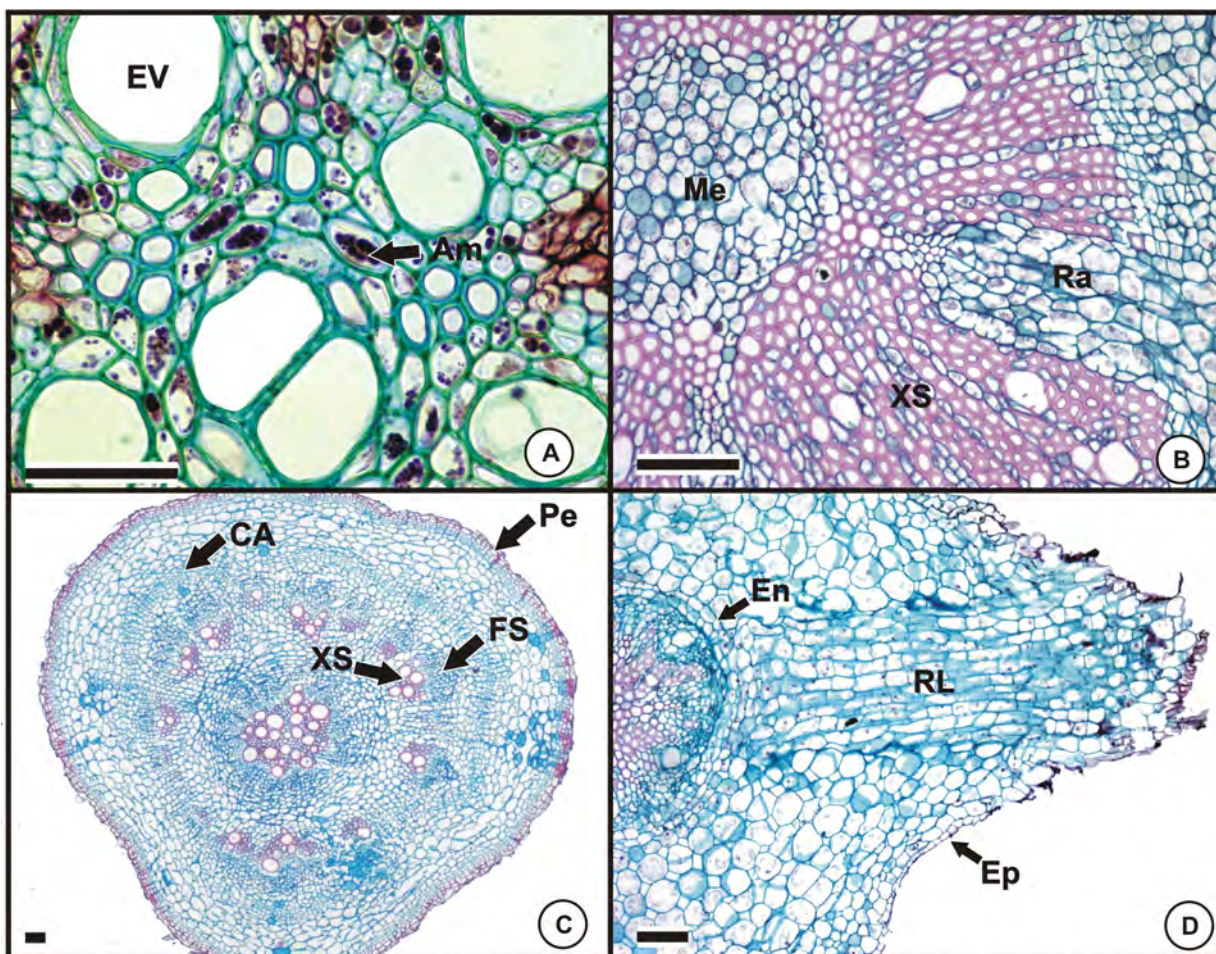


Figura 11. Raízes adventícias em estrutura secundária, em cortes transversais. A- Teste de lugol no cilindro central de *Canavalia rosea*; B, D- *Ipomoea pes-caprae*; C- Visão geral de *Blutaparon portulacoides*; D- Formação da raiz lateral. Legenda: Am- Amido; EV- Elemento de vaso; Me- Medula; Ra- Raio parenquimático; XS- Xilema secundário; CA- Câmbio acessório; FS- Floema secundário; ML- Meristema lateral; Pe- Periderme; En- Endoderme; Ep- Epiderme; RL- Raiz lateral. Barra=100μm.

Capítulo 2

**Caracterização anatômica e histoquímica
de estruturas secretoras em folhas de *Ipomoea* ocorrentes
em área de Restinga**

RESUMO

KUSTER, Vinícius Coelho, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2010. **Caracterização anatômica e histoquímica de estruturas secretoras em folhas de *Ipomoea* ocorrentes em área de Restinga.** Orientadora: Luzimar Campos da Silva. Co-orientadores: Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira.

Estruturas secretoras são comumente descritas para plantas de Restinga, entretanto na maioria das vezes tratam-se de análises descritivas e superficiais, não sendo relatadas a natureza química da secreção produzida nem a importância desta para a sobrevivência das espécies. Assim, esse estudo tem por objetivo a caracterização estrutural e histoquímica das estruturas secretoras foliares em *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*, visando correlacionar a secreção com o estabelecimento de espécies na formação Halófila-Psamófila Reptante da Restinga. Para esse estudo, foram realizadas coletas de folhas do 1º ao 4º nó, sendo elas fixadas em FAA ou utilizadas a fresco. Para avaliações anatômicas, fragmentos dos órgãos foram incluídos, cortados em micrótomo e corados conforme metodologia usual. Material fresco foi cortado em micrótomo de mesa e utilizado para detecção de lipídios, terpenóides, compostos fenólicos, alcalóides, açúcares, proteínas e sódio, através de testes histoquímicos. *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati* possuem, na lâmina foliar, tricomas glandulares pluricelulares em ambas as faces da folha e laticíferos. Em *I. pes-caprae*, também são encontrados nectários no pecíolo. A estrutura dos tricomas é similar para as duas espécies, composto por cabeça secretora, pedúnculo e célula basal. Dentre os metabólicos analisados, os resultados foram positivos para polissacarídeos, demonstrando secreção mucilagínosa nos tricomas. Nos laticíferos, foram encontrados borracha e terpenóides no látex. Os nectários são formados por uma pequena depressão onde a epiderme é constituída por tricomas secretores multicelulares que secretam polissacarídeos. A secreção de mucilagem que se deposita sobre a superfície foliar de ambas as espécies pode diminuir a perda de água desse órgão, sendo uma importante estratégia adaptativa para espécies em ambientes com condições adversas como a Restinga. A secreção de látex e a ocorrência de nectários extraflorais podem estar envolvidas com a defesa das plantas.

Palavras chave: Laticíferos, tricoma glandular, nectário, Restinga e Parque Estadual Paulo César Vinha.

ABSTRACT

KUSTER, Vinícius Coelho, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, march 2010. **Anatomical and hystochemical characterization of secretory structures in leaves of *Ipomoea* occurring in Restinga area.** Professor advisor: Luzimar Campos da Silva. Co-advisors: Aristéa Alves Azevedo e Renata Maria Strozi Alves Meira.

Secretory structures are commonly described for plants from the Restinga, however, most times, the analysis are descriptive and superficial, since the chemical nature of the secretions and its importance for the survival of the species are not reported. This study aims the structural and hystochemical characterization of the leaf secretory structures in *Ipomoea pes-caprae* and *Ipomoea imperati*, correlating the secretion to the species establishment on the Halophile-Psammophila Reptant formation of Restinga. For this study, leaves were collected from the 1° to 4° node, being fixed in F.A.A. or used fresh. For anatomical evaluations, organs fragments were included, sectioned in microtome and stained following usual methodology. Fresh material was sectioned in table microtome and used for the detection of lipids, terpenoids, phenolic compounds, alkaloids, polysaccharides, proteins and sodium by means of hystochemical analyzes. *Ipomoea pes-caprae* and *Ipomoea imperati* have multicellular glandular trichomes in both epidermis surfaces and laticifers on the leaf lamina. In *I. pes-caprae*, nectaries are also found on the petiole. The trichomes structure is similar for the two species, being compound of secretory head, peduncle and basal cell. Among the analyzed metabolites, the results were positive for polysaccharides, showing mucilaginous secretions. On the laticifers, were found rubber and terpenoids on latex. The nectaries consist of small depressions where the epidermis is formed by secretory multicelular trichomes which secrete polysaccharides. The mucilage secretion deposited on the leaf surface of both species may lower the water loss of this organ, being an important adaptive strategy for the species in adverse environmental conditions such as the Restinga. On the other hand, the secretion of latex and extrafloral nectaries occurrence might be involved with plant defense.

Key words: Laticifers, glandular trichome, nectary, Restinga and Paulo César Vinha State Park.

1. Introdução

A família Convolvulaceae possui distribuição cosmopolita, com 18 gêneros e cerca de 300 espécies (Souza & Lorenzi, 2008). É considerada como a quarta família em importância na formação Halófila-Psamófila Reptante no Estado do Espírito Santo (Thomaz & Monteiro, 1992). *Ipomoea* é o gênero que se destaca, com duas espécies, *I. pes-caprae* e *I. imperati*.

Na Restinga, denomina-se formação Halófila-Psamófila Reptante a vegetação que se estabelece na porção mais próxima da arrebentação do mar (Pereira, 2003). As plantas ocorrentes nesta formação suportam elevadas concentrações salinas, dentre outros fatores de estresse, e por isso muitas vezes são denominadas de halófitas. Um dos mecanismos descritos para a sobrevivência de tais plantas é a exsudação do excesso de sal via de glândulas de sal (Tomlinson, 1994; Waisel, 1972).

Glândulas de sal são estruturas secretoras responsáveis pela exsudação do excesso de sal presente nos tecidos das plantas, referidas para as famílias Plumbaginaceae, Frankeniaceae, Tamaricaceae e Convolvulaceae, em plantas de manguezais como *Avicennia* (Evert, 2006) e *Laguncularia* (Fahn, 1979) e de Restinga, como em *Spartina* sp. (Levering & Thomson, 1971).

Além das glândulas de sal, outras estruturas secretoras conferem às plantas propriedades adaptativas que as auxiliam na sobrevivência em diferentes ambientes (Fahn, 1979), permitindo superar condições adversas de ordem edáficas e/ou climáticas, como é o caso da Restinga.

Vários tipos de estruturas secretoras foram descritos para as plantas de Restinga: glândulas de sal, nectário floral em *Arrabidaea conjugata* (Correia *et al.*, 2005), hidatódios em *Canavalia rosea* (Arruda *et al.*, 2009), idioblastos contendo compostos fenólicos em *Miegia maritima* (Silva & Azevedo, 2007), ductos gomorresiníferos em *Clusia hilariana* (Schneider, 1987), cavidades secretoras de óleos essenciais em *Eugenia uniflora* (Donato & Morretes, 2007) e tricomas secretores em *Cordia verbenacea* (Silva & Azevedo, 2007), dentre outros.

Anatomicamente, as folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati* são anfiestomáticas, isobilaterais e com presença de parênquima aquífero abundante na região mediana do mesófilo. No que diz respeito às estruturas secretoras presentes nessas espécies, foram descritos tricomas glandulares pluricelulares em ambas as

faces da folha, canais laticíferos e hidatódios (Arruda *et al.*, 2009; Boeger & Gluzezak, 2006). Entretanto, não foram encontrados trabalhos sobre a natureza química do secretado para comprovação das estruturas secretoras.

Em *Ipomoea pes-caprae*, Diaz-Castelazo *et al.* (2005) relataram a ocorrência de nectário em seu pecíolo e a composição do secretado, entretanto, foi negligenciado a caracterização estrutural, que é fundamental para entendimento do processo funcional dessa estrutura secretora.

Desta forma, tem-se como objetivo nesse capítulo a caracterização estrutural e histoquímica das estruturas secretoras em *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*, buscando entender o carácter funcional destas estruturas para as espécies que ocorrem na formação Halófila-Psamófila Reptante da Restinga.

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

Ipomoea pes-caprae (L.) Stweet e *I. imperati* (Vahl) Griseb. (Convolvulaceae) (Fig. 1), ocorrem na formação Halófila-Psamófila Reptante do Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV). Esse parque está localizado no litoral Sul do Espírito Santo, município de Guarapari, entre as coordenadas 20° 33'- 20° 38' S e 40° 23'-40° 26' W. Compreende uma planície litorânea de aproximadamente 1.500 ha, composto basicamente por vegetação de Restinga (Fabris, 1995).

Para coleta das espécies, foram feitas caminhadas aleatórias pela formação Halófila-Psamófila Reptante, ao final da trilha principal, que dá acesso à praia (Fig. 1). O local de coleta do material vegetal foi georeferenciado com auxílio do GPS 12 XL – 12 Channel.

2.2. Coleta de Material Botânico

Foram coletados ramos floridos das espécies *I. pes-caprae* e *I. imperati*, sendo confeccionadas exsicatas para incorporação na coleção do herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob os respectivos números de registro: 32586 e 32585; e da Universidade Federal do Espírito Santo (VIES), com respectivos número de registro: 18723 e 18721.

2. 3. Avaliações Anatômicas

Para realização das análises anatômicas, foram coletados o ápice caulinar e as folhas, do 1° ao 4° nó, a partir do ápice, com posterior fixação em FAA (formalina, ácido acético glacial, etanol 50%, 1:1:18 v/v) e armazenamento em etanol 70% (Johansen, 1940).

Para caracterização estrutural das estruturas secretoras, fragmentos da lâmina foliar e ápice caulinar foram incluídos em parafina histológica com DMSO (histosec Merck) ou em metacrilato (Historesin, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha). Após inclusão, cortes transversais e longitudinais de 5 ou 8 µm de espessura foram obtidos com o uso de micrótomo rotativo de avanço automático (modelo RM2155, Leica Microsystems Inc., Deerfield, USA). Os cortes foram corados com safrablau (Bukatsch, 1972) ou com azul de toluidina (O'Brian *et al.*, 1964) dependendo do meio de inclusão utilizados, em parafina ou metacrilato, respectivamente.

Para análise histoquímica, foram obtidos cortes transversais e longitudinais do terço médio do 1° nó da lâmina foliar de amostras frescas e recém coletadas, utilizando um micrótomo de mesa (modelo LPC, Rolemberg e Bhering Comércio e Importação LTDA., Belo Horizonte, Brasil).

As classes de metabólicos testadas encontram-se listadas na tabela 1. Simultaneamente, secções controle foram conduzidas, conforme recomendação dos respectivos autores dos testes histoquímicos. As lâminas foram montadas no próprio reagente ou com gelatina glicerinada.

A documentação do material vegetal foi feita com o uso de um fotomicroscópio (modelo AX70TRF, Olympus Optical, Tokyo, Japão) equipado com sistema U-Photo.

3. Resultados

I. pes-caprae e *I. imperati* possuem tricomas glandulares pluricelulares na lâmina foliar (Fig. 2A, B, C), em ambas as faces da folha e do pecíolo; e laticíferos, tanto no mesofilo (Fig. 2A, B, D) quanto na nervura mediana (Fig. 2E, F). Nectários foram observados somente no pecíolo de *I. pes-caprae*.

Os tricomas glandulares de *I. pes-caprae* e *I. imperati* são morfologicamente semelhantes. São constituídos por 3 regiões: cabeça secretora, pedúnculo e célula basal coletora (Fig. 3A, H). A cabeça secretora madura é composta de 12 células radialmente arranjadas (Fig. 3C) de paredes primárias delgadas (Fig. 3B), citoplasma denso e conteúdo amarelo acastanhado (Fig. 3D). A cutícula, propriamente dita, que recobre a cabeça do tricoma é igualmente delgada, em comparação com a das demais regiões da epiderme (Fig. 3E). O pedúnculo é curto, formado por uma única célula de formato retangular, citoplasma hialino e parede anticlinal de composição e/ou espessura diferentes a de outras regiões do tricoma, como observado no teste com NADI (Fig. 3E) e cloreto de alumínio (Fig. 3F). A célula coletora é isodiamétrica, vacuolizadas (Fig. 3A, G), com paredes finas, podendo estar num nível abaixo da superfície epidérmica, permanecendo a estrutura em uma pequena depressão (Fig. 3H, J). O núcleo é evidente e volumoso (Fig. 3G), estando disposto na região periférica da célula.

Os resultados da histoquímica foram semelhantes para as duas espécies, sendo positivo para polissacarídeos (Fig. 3H, I, J) (Tab. 2), o que demonstra composição mucilagínosa do secretado, e negativo para todos os outros testes realizados (Tab. 2).

Em folhas do 1º ao 4º nó, é possível observar que a lâmina foliar mantém a face adaxial aderida (Fig. 4A, B), permanecendo exposta somente a face abaxial. Em corte longitudinal, foi observado secretado depositado nesta região (Fig. 4A, B), inclusive com uma densa população de organismos unicelulares nessa solução (Fig. 4C). Esta secreção apresentou resultado semelhante ao observado para os testes histoquímicos dos tricomas secretores (Fig. 4B, C, D). Secretado de composição polissacarídica também foi evidenciado na proximidade dos tricomas presentes na face adaxial da folha (Fig. 4B, E).

Foram observados laticíferos distribuídos na nervura mediana (Fig. 2E, F) e no mesofilo das duas espécies (Fig. 2A-D). Em corte transversal, da nervura mediana, os laticíferos apresentam lúmen amplo sendo delimitados por células parenquimáticas de formato achatado (Fig. 5A). As células que delimitam os laticíferos no mesofilo não apresentam formato diferenciado, o que torna mais difícil identificar os laticíferos quando o látex é extravasado. Os laticíferos ocorrem tanto por entre as células do parênquima paliçádico quanto do parênquima aquífero (Fig. 2A, B, D). Os laticíferos são do tipo articulado, compostos por fileiras

uniestratificadas de células (Fig. 5B). A parede destes laticíferos é espessa e de natureza lipídica (Fig. 5C, D) (Tab. 2) e núcleo volumoso, conspícuo e periférico.

Os testes histoquímicos aplicados permitiram identificar no látex das duas espécies de *Ipomoea* os seguintes compostos: lipídeos, evidenciados pelo sudan black (Fig. 5C), terpenóides pelo NADI (Fig. 5E), borracha pelo oil red (Fig. 5C) e danzil (Fig. 5H) e polissacarídeos pelo vermelho de rutênio (Fig. 5G) (Tab. 2).

O nectário, presente no pecíolo de *Ipomoea pes-caprae*, em vista desarmada, apresenta-se, na região apical, em pontos com coloração avermelhada distinta das outras regiões do pecíolo (Fig. 6A). Anatomicamente, ocorrem depressões na face adaxial, onde a epiderme é constituída por tricomas secretores compostos por cabeça secretora, cujas células apresentam conteúdo acastanhado (Fig. 6C), pedúnculo e uma célula basal coletora (Fig. 6B). A morfologia desses tricomas é distinta dos encontrados na lâmina foliar e em porções epidérmicas fora do nectário do pecíolo, principalmente no número de células da cabeça secretora, que apresenta-se superior as 12 células típicas dos outros tricomas e ao arranjo multisseriado (Fig. 6D). Não foram observadas ramificações da vascularização regular da folha que se direcionassem para os nectários (Fig. 6E).

Os testes histoquímicos realizados nos nectários demonstraram composição polissacarídica nos tricomas (Fig. 7F, H) e do secretado acumulado na depressão (Fig. 7G) (Tab. 2).

4. Discussão

Os tricomas secretores, os laticíferos e os nectários encontrados em *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati* já foram relatados em outras espécies de *Ipomoea* e também em outros gêneros da família Convolvulaceae (Metcalf & Chalk, 1950; Andrade, 1967; Fanh, 1979; Weiglin & Winter, 1988).

A alta concentração de sal nas formações litorâneas (Suguió & Martin, 1993; Scarano, 2002; Crawford, 2008) onde ocorrem *I. pes-caprae* e *I. imperati*, é um dos fatores que induz a especulação de que o tricoma secretor multicelular, observado nessas espécies, apresenta possível função de eliminação do excesso de sal. Entretanto, os testes para identificação de sódio deram resultados negativos, com resultado positivo somente para polissacarídeos (neutros e pectinas), demonstrando composição mucilagínosa da secreção.

A secreção mucilaginosa, presente nos tricomas de plantas de Restinga, contribui para a adaptação de algumas espécies a condições ambientais como alta radiação solar e luminosidade, temperatura elevada, solo com baixa capacidade de retenção de água e com alta salinidade (Rocha *et al.*, 2002), fornecendo proteção contra ação de patógenos e herbívoros, além de diminuir a transpiração (Fahn, 1979).

A deposição diferencial de compostos nas paredes anticlinais no pedúnculo do tricoma pode estar relacionada com a maior impregnação lipídica e/ou espessamento da parede primária, como comumente é relatado para diferentes tricomas secretores (Fanh, 1979). A deposição lipídica, normalmente se dá pelo espessamento acentuado da cutícula nessa região (Bosabalidis & Tsekos, 1982), ou pelo processo de suberificação, como relatado em Perpemint - *Mentha X piperita* (Turner *et al.*, 2000). Relata-se que esses processos de deposição evitam a volta do secretado acumulado na cabeça secretora do tricoma para os tecidos presentes no mesofilo (Fahn, 1979; Bosabalidis & Tsekos, 1982).

A aderência da face adaxial observado na lâmina foliar de folhas jovens proporcionou dobramento desse órgão, graças à presença da secreção mucilaginosa eliminada pelos tricomas secretores, acarretando na diminuição da superfície de contato da folha com o ambiente. Essa redução da área possibilita a menor exposição principalmente aos raios solares e ventos, diminuindo a perda de água por transpiração. Os organismos encontrados imersos na mucilagem são similares a bactérias ou fungos, o que demanda, então, estudos mais aprofundados para identificação correta desses indivíduos e entendimento dessa associação para as espécies de *Ipomoea* aqui estudadas. Bactérias foram relatadas na mucilagem exsudada por coléteres de *Psychotria* (Lersten & Horner, 1986; Lersten, 1974), gerando possível fonte de carbono e nitrogênio para a planta, com produção de uma pequena parte de mucilagem pela excreção das bactérias (Lersten & Horner, 1986).

Os laticíferos, encontrados em *I. pes-caprae* e *I. imperati*, apresentam estrutura típica das demais espécies de Convolvulaceae, como em *Convolvulus* e em *Dichondra* (Metcalf & Chalk, 1950; Metcalfe, 1967; Fanh, 1979). Nas espécies de *Ipomoea* estudadas, foram observados laticíferos articulados e não anastomosados como já descritos por Solereder (1908), Metcalfe (1967), Fanh (1979) e Evert (2006).

Para os laticíferos da família Convolvulaceae, são relatados impregnação de suberina em suas paredes (Fineran *et al.*, 1988), sendo observada deposição de substâncias lipídicas nos laticíferos das espécies aqui estudadas, o que indica possível deposição de suberina, que é típica para a família.

Quanto à classificação, Arruda *et al.* (2009) utilizaram o termo canais laticíferos para descrever os laticíferos de *I. pes-caprae* e *I. imperati*, sendo essa denominação usada para estruturas que formam fileiras longitudinais alongadas com presença de epitélio. Todavia, a análise da estrutura em diferentes planos, demonstrou que as células parenquimáticas de menor tamanho que delimitam os laticíferos não correspondem ao epitélio, o que invalida a classificação anterior. Estrutura idêntica ao descrito para laticíferos das folhas de *I. pes-caprae* também ocorreram nas raízes adventícias e caules (capítulo 1).

O látex, presente nos laticíferos, é quimicamente complexo e diverso (Van Die, 1955; Yoder & Mahlberg 1976; Endress & Bruyns, 2000), podendo apresentar também açúcares, taninos alcalóides e cristais de proteínas (Fanh, 1979; Heinrich, 1967). A histoquímica dos laticíferos demonstrou a presença de partículas de borracha, substâncias pécticas, lipídeo e terpenóide, constituintes comuns para laticíferos da família Convolvulaceae, como descrito em *Calystegia silvatica* (Condon & Fineran, 1989).

Fahn (1979, 1990) e Farrell *et al.* (1991) citaram várias funções desempenhadas pelos laticíferos como regulador do balanço hídrico na planta, agenciador do transporte de oxigênio, cicatrização de ferimentos, proteção contra herbívoros e patógenos ou apenas como sistema excretor. Tais funções são importantes para *I. pes-caprae* e *I. Imperati*, uma vez que crescem em condições climáticas e edáficas adversas. Durante as coletas, a rápida coagulação das regiões injuriadas demonstra a eficiência dessa secreção em selar ferimentos, dificultando a ação de patógenos.

O nectário do pecíolo de *I. pes-caprae* foi relatado por Diaz-Castelazo *et al.* (2005) e confirmado nos indivíduos analisados nesse trabalho, assim como a secreção polissacarídica. Nectários extraflorais são referidos para 68 famílias de angiospermas (Elias, 1983), comumente associada a proteção das plantas, uma vez que os insetos que a visitam reduzem o ataque de herbívoros (Janzen, 1966; Bentley, 1977; Beattie, 1985; Oliveira, 1997).

No campo, não foi observado qualquer indício de ataque de herbívoros ou de patógenos nas folhas de *I. pes-caprae* e *I. imperati*, podendo ser decorrente da proteção desempenhada pelas estruturas secretoras aqui analisadas. Tanto a secreção mucilaginosa dos tricomas, quanto o látex presente nos laticíferos e o néctar produzido no nectário de *I. pes-caprae* podem dificultar ou mesmo impedir a ação de agentes externos nessas plantas, propiciando permanência de *I. pes-caprae* e *I. imperati* na formação Halófila-Psamófila Reptante da Restinga.

Dentre as estruturas secretoras presentes nas espécies analisadas, os dados encontrados para os tricomas secretores indicam secreção mucilaginosa ainda não descrita, não sendo observado qualquer indício de secreção salina. A estrutura do laticífero segue o padrão descrito para a família Convolvulaceae, mas são contrastantes com trabalhos descritivos atuais. A histoquímica do nectário de *I. pes-caprae* confirmou dados bibliográficos existentes. Ressalta-se ainda a importância destas estruturas para o sucesso adaptativo das espécies em ambientes com condições adversas como a Restinga, podendo ainda estar envolvida na defesa das espécies.

4. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, M. A. B. 1967. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. Separata do boletim nº 305, **Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras** da USP, v. 22, p. 3-170.
- ARRUDA, R. C. O.; VIGLIO, N. S. F. & BARROS, A. A. M. 2009. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na Restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 333-352.
- BEATTIE, A. J. 1985. **The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms**. New York: Cambridge University Press, 182 p.
- BENTLEY, B. L. 1977 Extrafloral nectaries and protection by pygnaeous bodyguards. **Annual Review Ecology and Systematics**, v. 8, p. 407-427.
- BOEGER, M. R. T. & GLUZEZAK, R. M. 2006. Adaptações estruturais de sete espécies de plantas para as condições ambientais da área de dunas de Santa Catarina, Brasil. **Iheringia**, v. 61, n. 1-2, p. 73-82.
- BOSBALIDIS, A. & TSEKOS, I. 1982. Glandular scale development and essential oil secretion in *Origanum dictamnus* L. **Planta**, v. 156, p. 496–504.

- BRUNDRETT, M. C.; KENDRICK, B. & PETERSON, C. A. 1991. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. **Biotechnic e Histochemistry**, v. 66, p. 111-116.
- BUKATSCH, F. 1972. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 8, 255 p.
- CHARRIÈRE-LADREIX, Y. 1976. Répartition intracellulaire du sécrétat flavonique de *Populus nigra* L. **Planta**, v. 129, p. 167-179.
- CONDON, J. M. & FINERAN, B. A. 1989. Distribution and organization of articulated laticifers in *Calystegia silvatica* (Convolvulaceae). **Botanical Gazette**, v. 150, n. 3, p. 289-302.
- CORREIA, M. C. R.; PINHEIRO, M. C. B. & LIMA, H. A. 2005. Biologia floral e polinização de *Arrabidaea conjugata* (Vell.) Mart. (Bignoniaceae). **Acta Botanica Brasilica** v. 19, n. 3, p. 501-510.
- CRAWFORD, R. M. M. 2008. **Plants at the Margin**: ecological limits and climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 478 p.
- DAVID, R. & CARDE, J. P. 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidique et terpeniques des pseudophylles du *Pin maritime* au moyen du reactif Nadi. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l' Academie des Sciences Paris, Série D**, v. 258, p. 1338-1340.
- DIAZ-CASTELAZO, C.; RICO-GRAY, V.; ORTEGA, F. & ANGELES, G. 2005. Morphological and Secretory Characterization of Extrafloral Nectaries in Plants of Coastal Veracruz, Mexico. **Annals of Botany**, v. 96, p. 1175–1189.
- DONATO, A. M. & MORRETES, B. L. 2007. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 17, n. 3, p. 426-443.
- ELIAS, I. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In: BENTLEY, B.; ELIAS, T.S. (Eds.) **The Biology of Nectaries**. New York: Columbia University Press, 1983. p. 174-203.
- ENDRESS, M. E. & BRUYNS, P. V. 2000. A Revised Classification of Apocynaceae s.l. **The Botanical Review**, v. 66, p. 1-56.
- EVERT, R. F. 2006. **Esau's Plant Anatomy**: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 601p.

- FABRIS, L. C. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari (ES)**. Universidade Estadual Paulista. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Rio Claro (SP).
- FAHN, A. 1979. **Secretory Tissues in Plants**. London: Academic Press. 302 p.
- FAHN, A. 1990. **Plant Anatomy**. Oxford: Pergamon Press.
- FARRELL, B. D., DUSSOURD, D. E. & MITTER, C. 1991. Escalation of plant defense: do latex/resin canals spur plant diversification? **American Naturalist**, v. 138.
- FINERAN, B. A.; CONDON, J. M. & INGERFELD, M. 1988. An impregnated suberized wall layer in laticifers of the Convolvulaceae, and its resemblance to that in walls of oils cells. **Protoplasma**, v. 147, p. 42-54.
- FURR, M. & MAHLBERG, P. G. 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products**, v. 44, p. 153–159.
- GABE, M. 1968. **Techniques Histologiques**. Paris: Masson e Cie. 1113p.
- GANTER, P. & JOLLÉS, G. 1969. **Histochimie Normale et Pathologique**, v. 1. 1904 p.
- GEISSMAN, T. A. & GRIFFIN, T. S. 1971. Sesquiterpene lactones: acid-catalyzed color reactions as an aid in structure determination. **Phytochemistry**, v. 10, p. 2475–2485.
- HARDMAN, R. & SOFOWORA, E. A. 1972. Antimony trichloride as test reagents for steroids, especially diosgenin and yamogenin, in plant tissues. **Stain Technology**, v. 47, p. 205–208.
- HEINRICH, G. 1967. Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen der Milchröhren von *Taraxacum bicornis*. **Flora**, v. 158, p. 413-420.
- JAYABALAN, M. & SHAH, J. J. 1986. Histochemical techniques to localize rubber in guayule (*Parthenium argentatum* Gray). **Stain Technology**, v. 61, p. 303-308.
- JANZEN, D. H. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. **Evolution**, v. 20, p. 249 – 275.
- JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw- Hill.
- JENSEN, W. A. 1962. **Botanical Histochemistry: Principles and Practice**. San Francisco: W. H. Freeman and Co.

- KIRK, J. P. W. 1970. Neutral red as a lipid fluorochrome. **Stain Technology**, v. 45, p. 1-4.
- KOLTHOFF, I. M. 1972. Histochemistry. **Z. Win histochems**, v. 15, p. 386.
- LERSTEN, N. R. 1974. Morphology and distribution of colleters and crystals in relation to the taxonomy and bacterial leaf nodule symbiosis of *Psychotria* (Rubiaceae). **American Journal of Botany**, v. 61, n. 9, p. 973-981.
- LERSTEN, N. R. & HORNER, H. T. 1968. Development, structure and function of secretory trichomes in *Psychotria bacteriophila* (Rubiaceae). **American Journal of Botany**, v. 55, n. 9, p.
- LEVERING, C. A. & THOMSON, W. W. 1971. The ultrastructure of the salt gland of *Spartina foliosa*. **Planta**, v. 97, p. 183-196.
- MACE, M. E. & HOWELL, C. R. 1974. Histological and histochemical uses of periodic acid. **Stain Technology**, v. 23, p. 99-108.
- MACE, M. E.; BELL, A. A. & STIPANOVIC, R. D. 1974. Histochemistry and isolation of gossypol and related terpenoids in roots of cotton seedlings. **Phytopathology**, v. 64, p. 1297-1302.
- MCMANUS, JFA. 1948. Histological and histochemical use of periodic acid. **Stain Technology**, v. 23, p. 99-108.
- METCALFE, C. R. 1967. Distribution of latex in the plant kingdom. **Economic Botany**, v. 21, p. 115-127.
- METCALFE, C. & CHALK, L. 1950. **Anatomy of the Dicotyledons**. v. 2. Oxford: Clarendon Press.
- O'BRIEN, T. P. & MCCULLY, M. E. 1981. **The Study of Plant Structure Principles and Select Methods**. Termarcaphi Pty. Ltda, Austrália: Melbourne, 45 p.
- O'BRIEN, T. P.; FEDER, N. & MCCULLY, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, p. 368-373.
- OLIVEIRA, P. S. 1997. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Functional Ecology**, v. 11, p. 323-330.
- PEARSE, A. G. E. 1980. **Histochemistry theoretical and applied**, v. 2, 4^a ed. Longman Group Limited. 1518 p.
- PEREIRA, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. In: **Anais sobre os Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal**. Belém. Belém: Sociedade Botânica do

- Brasil/Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi/, p. 177-179.
- PIZZOLATO, T. D. & LILLIE, R. D. 1973. Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. **The Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v. 21, p. 56-64.
- ROCHA, J. F.; NEVES, L. J. & PACE, L. B. 2002. Estruturas secretoras em folhas de *Hibiscus tiliaceus* L. E *Hibiscus pernambucensis* Arruda. **Revista Universidade Rural**, v. 22, n. 1, p. 43-55.
- SCARANO, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524.
- SCHNEIDER, S. Z. 1987. Anatomia foliar de *Clusia hilariana* Schlechtendal e *Clusia spirictu-sanctensis* G. Mariz, Brasil Weinberg (Guttiferae) ocorrentes no Estado do Espírito Santo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1.
- SILVA, L. C. & AZEVEDO, A. A. 2007. Anatomia de plantas de restinga e sua aplicação como ferramenta para a bioindicação. In: MENEZES, L. F. T.; PIRES, F. R. & PEREIRA, O. J. **Ecosistemas Costeiros do Espírito Santo: Conservação e Restauração**. Vitória: EDUFES.
- SMITH, M. M. & MCCULLY. 1978. A critical evaluation of the specificity of aniline blue induce fluorescence. **Protoplasma**, v. 95, p. 229-254.
- SOLOREDER, H. 1908. **Systematic anatomy of the Dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press.
- SOUZA, H. M. & LORENZI, H. 2008. **Botânica Sistemática**. 2 ed. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1993. Geomorfologia das restingas. In: ACIESP (org). **Anais do III Simpósio de Ecosistemas Brasileiros**, 3, 1993, Serra Negra. São Paulo: ACIESP, p. 185-205.
- THOMAZ, L. D. & MONTEIRO, R. 1992. Análise florística da comunidade Halófila-Psamófila das praias do estado do Espírito Santo. **Anais do III Simpósio de Ecosistemas Brasileiros**, 3, Serra Negra. São Paulo: ACIESP, p. 58-66.
- TOMLINSON, P. B. 1994. **The Botany of Mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press.
- TURNER, G. W.; GERSHENZON, J. & CROTEAU, R. B. 2000. Development of Peltate Glandular Trichomes of Peppermint. **Plant Physiology**, v. 124, p. 665–679.

- VAN DIE, J. 1955. A comparative study of the particle fractions from Apocynaceae latices. **Annales Bogoriensis**, v. 2.
- WASEL Y. 1972. **Biology of halophytes**. New York, London: Academic Press.
- WEIGLIN, C. & WINTER, E. 1988. Studies on the ultrastructure and development of the glandular trichomes of *Cressa cretica* L. **Flora**, v. 181, p. 19-27.
- YODER, L. R. & MAHLBERG, P. G. 1976. Reactions of alkaloid and histochemical indicators in laticifers and specialized parenchyma cells of *Catharanthus roseus* (Apocynaceae). **American Journal of Botany**, v. 63, p. 1167-1173.

Tabela 1. Relação dos testes aplicados para detecção dos diferentes grupos metabólicos.

Grupos Metabólicos		Teste aplicado	Autor
GERAIS		Autofluorescência*	-
LIPÍDIOS	Lipídios Totais	Sudan black ¹	Brundrett <i>et al.</i> , 1991
	Ácidos Graxos	Acetato de Cobre/ Ácido Rubeânico ¹	Ganter & Jollés, 1969
		Vermelho neutro*	Kirk, 1970
TERPENÓIDES	Óleos Essenciais e Óleos Resinas	Reagente de Nadi ²	David & Carde, 1964
	Terpenóides com Grupo Carbonila	2,4- Dinitrofenilhidrazina ²	Ganter & Jollés, 1969
	Esteróides	Tricloreto de antimônio ²	Hardman & Sofowora, 1972; Mace <i>et al.</i> , 1974
	Lactonas Sesquiterpênicas	Ácido sulfúrico ³	Geissmen & Griffin, 1971
	Borracha	Oil Red	Jayabalam & Shah, 1986
		Dansyl Chloride*	Jayabalam & Shah, 1986
COMPOSTOS FENÓLICOS	Compostos Fenólicos Gerais	Cloreto de ferro II	Johansen, 1940
		Dicromato de potássio	Gabe, 1968
	Taninos	Vanilina clorídrica ⁴	Mace & Howell, 1974
	Lignina	Floroglucinol	Johansen, 1940
	Flavonóides	Reagente de Wilson*	Charrière-Ladreix, 1976
		Cloreto de Alumínio *	Charrière-Ladreix, 1976
ALCALÓIDES		Reagente de Wagner ⁵	Furr & Mahlberg, 1981
		Reagente de Dittmar ⁵	
		Reagente de Ellram ⁵	
AÇÚCARES	Polissacarídeos Neutros	PAS	McManus, 1948
	Amido	Lugol	Jensen, 1962
	Pectinas	Vermelho de Rutênio	Johansen, 1940
	Mucopolissacarídeos Ácidos	Azul de Alciano	Pearse, 1980
	Mucilagens	Ácido Tânico/ Cloreto de Ferro III	Pizzolato & Lillie, 1973
	Calose	Azul de Anilina*	Smith & McCully, 1978
PROTEÍNAS	Proteínas totais	Xilidine Ponceau	O'Brian & MacCully, 1981
SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS	Sódio	Uranyl Zinco Acetato*	Kolthoff, 1972

* testes realizados em fluorescência, ¹-Controle: metanol+clorofórmio+água+ácido clorídrico, ² - Controle: tetrahidreto boreto de sódio, ³-Controle: clorofórmio, ⁴-Controle: ácido clorídrico 9%, ⁵- Controle: ácido tartárico a 5% em etanol 95%.

Tabela 2. Resultados dos testes histoquímicos para as estruturas secretoras encontradas em *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*.

Grupos Metabólicos		Reagente	Estruturas secretoras		
			Tricoma secretor	Laticífero	Nectário
LIPÍDIOS	Lipídios Totais	Sudan Black	-	+	-
TERPENÓIDES	Borracha	Oil red	-	+	-
		Dansyl Chloride	-	+	-
	Óleos				
	Essenciais e Óleos Resinas	Nadi	-	+	-
AÇÚCARES	Pectinas	Vermelho de rutênio	+	+	-
	Polissacarídeos				
	Neutros	PAS	+	-	+

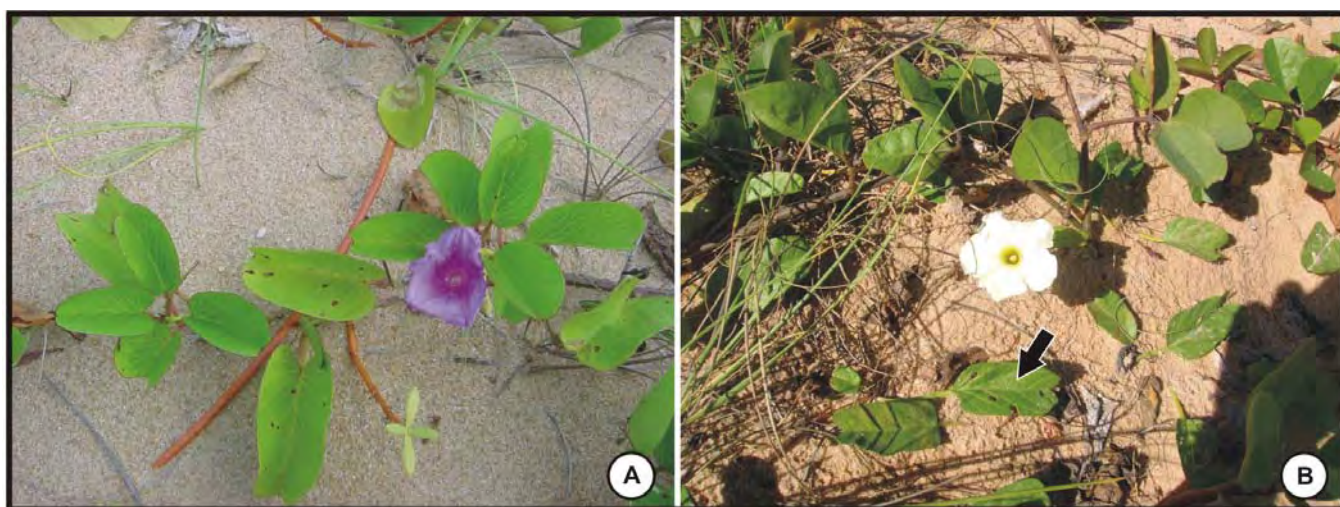


Figura 1. Espécies estudadas. A- *Ipomoea pes-caprae*; B- *Ipomoea imperati*, seta indica folha da espécie.

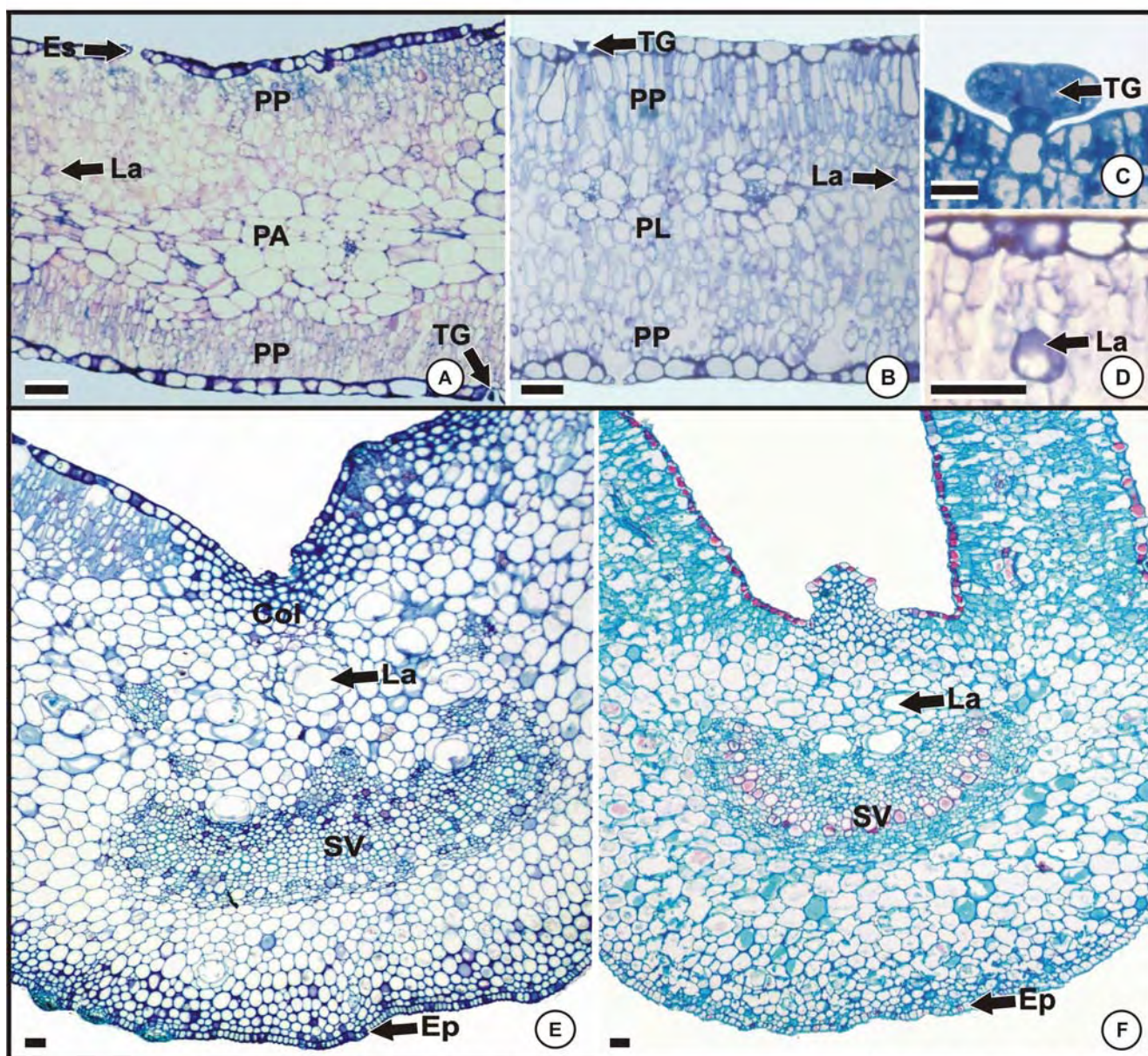


Figura 2. Estruturas secretoras ocorrentes nas folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*, em corte transversal. A, D, E- *Ipomoea pes-caprae*; B, C, F- *Ipomoea imperati*; A, B, C, D- Lâmina foliar; C- Detalhe do tricoma; D- Detalhe do laticífero; E, F- Nervura mediana. Legenda: Es- Estômato; La- Laticífero; PA- Parênquima aquífero; PP- Parênquima paliçádico; TG- Tricoma glandular; PL- Parênquima lacunoso; Col- Colênquima; Ep- Epiderme; SV- Sistema vascular. Barra=100μm.

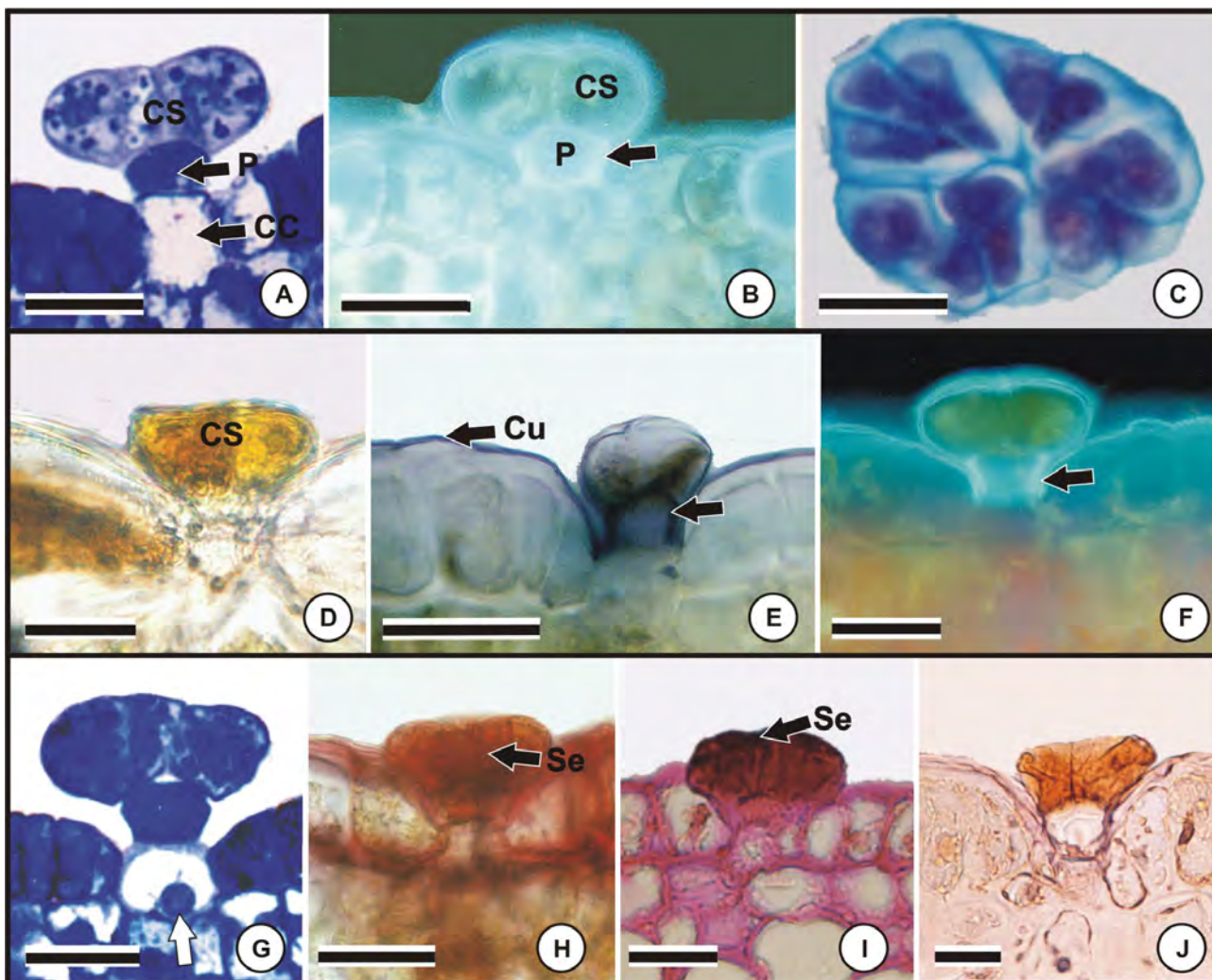


Figura 3. Tricoma secretor das folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*. A- Visão geral do tricoma jovem; B- Autofluorescência; C- Vista frontal do tricoma maduro; D- Branco do tricoma; E- Resultado positivo de terpenóides na cutícula (NADI); F- Resultado negativo para flavonóides (cloreto de alumínio); G- Detalhe do núcleo volumoso da célula coletora (seta branca); H- Reação positiva para substâncias pécicas (vermelho de rutênio); I- Resultado positivo para polissacarídeos neutros (PAS); J- Controle PAS. Seta preta- Composição desigual da parede do pedúnculo. Legenda: CC- Célula coletora; CS- Cabeça secretora ; P- Pedúnculo; Cu- Cutícula; Se- Secreção. Barra=30μm.

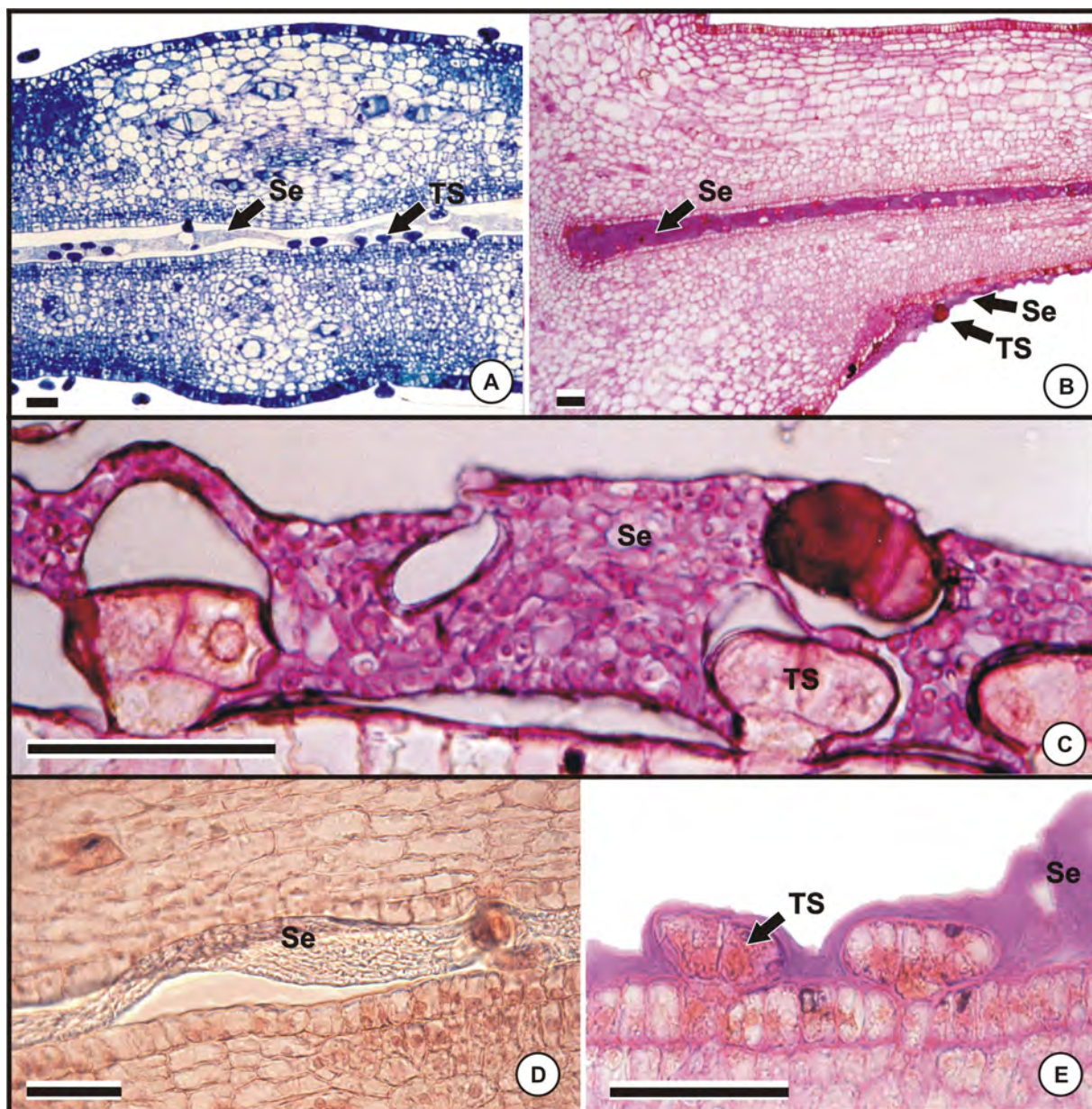


Figura 4. Folha jovem, em corte longitudinal. A- Visão geral; B- Teste positivo para polissacarídeos gerais (PAS) presente entre a lâmina foliar; C- Detalhe da secreção com PAS; D- Controle PAS; E- Resultado positivo para polissacarídeos gerais (PAS) nos tricomas da face adaxial. Legenda: Se- Secreção; TS- Tricoma secretor. Barra=50 μ m.

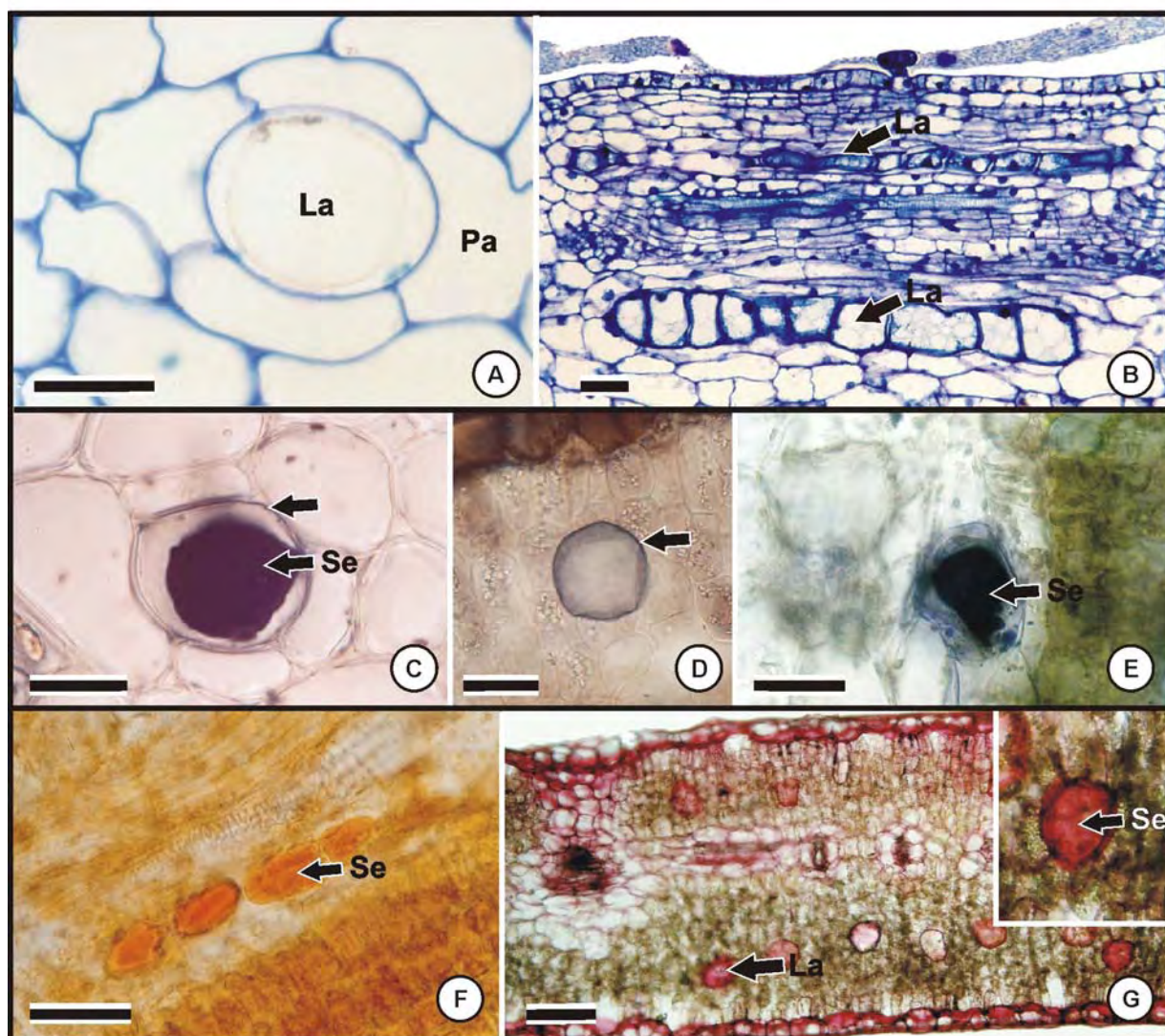


Figura 5. Caracterização estrutural e histoquímica dos laticíferos das folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Ipomoea imperati*. A- Detalhe do laticífero; B- Vista geral da lâmina foliar, em corte longitudinal; C- Teste positivo para compostos lipídicos na parede e conteúdo de laticíferos da nervura central (Sudan Black) D- Teste positivo para compostos lipídicos na parede e conteúdo de laticíferos no mesofilo (Sudan Black); E- Resultado positivo para terpenóides (NADI); F- Resultado positivo para borracha (Oil red); G- Resultado positivo para substâncias pécticas (Vermelho de rutênio). Legenda: La- Laticífero; Pa- Parênquima; Se- Secreção. Barra=30μm.

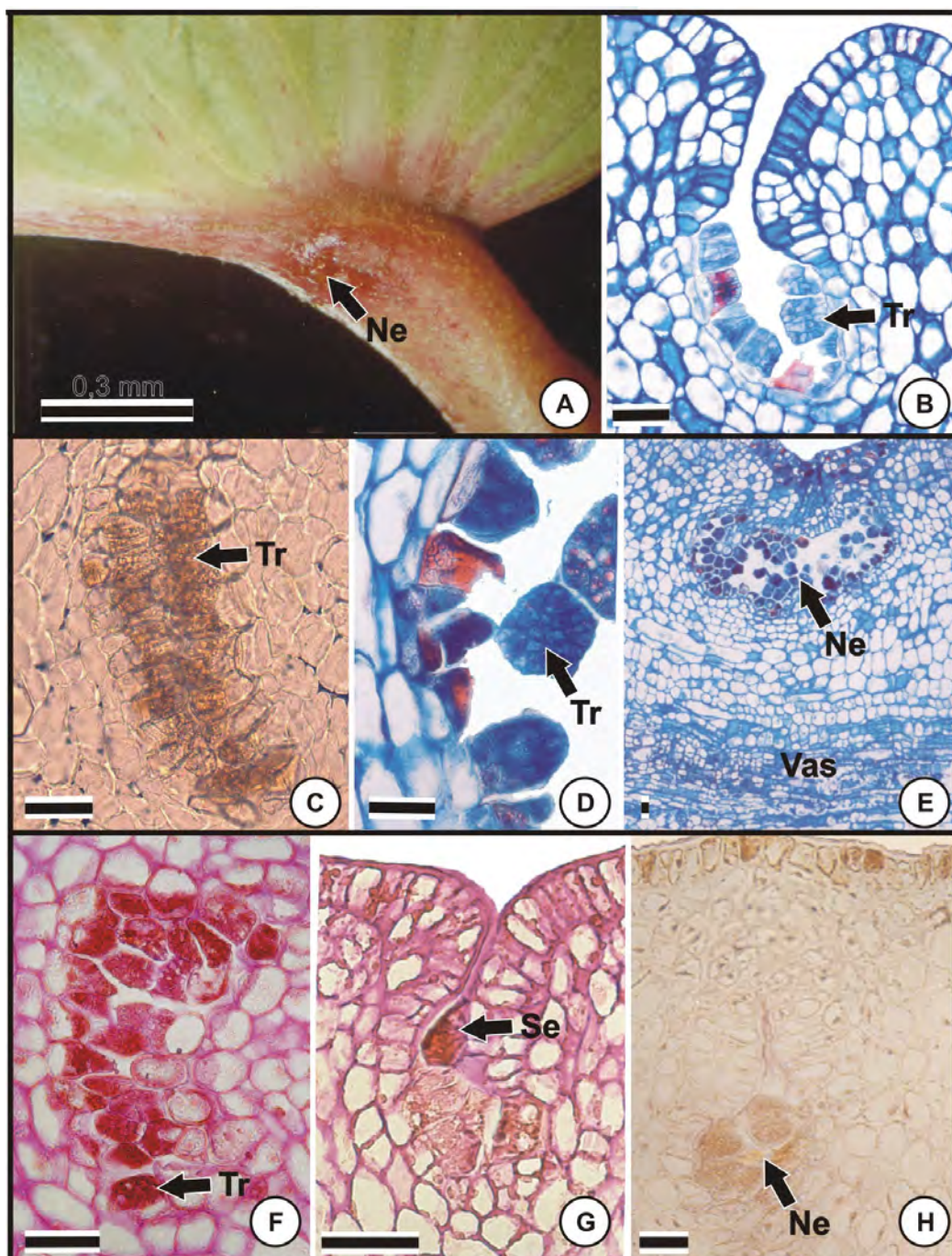


Figura 6. Caracterização estrutural e histoquímica do nectário de *Ipomoea pes-caprae*. A- Morfologia externa; B- Corte transversal. C- Branco; D- Vista frontal do tricoma; E- Corte longitudinal; F- Resultado positivo para polissacarídeos (PAS) no tricoma do nectário; G- Resultado positivo para polissacarídeos (PAS) da secreção do nectário; H- Controle do PAS. Legenda: Ne- Nectário; Tr- tricoma; Vas- Tecidos vasculares; Se- Secreção. Barra=50µm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Blutaparon portulacoides (Amaranthaceae), *Canavalia rosea* (Fabaceae), *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae), *Remirea maritima* (Cyperaceae) e *Scaevola plumieri* (Goodeniaceae) apresentaram caracteres morfoanatômicos que podem ser interpretados como adaptativos para as condições de baixa disponibilidade hídrica, alta salinidade, baixa quantidade de nutrientes no solo, dentre outros. Dentre as características encontradas, destacam-se: acúmulo de amido e água nos tecidos, presença de estolões e rizomas em todas as espécies, ocorrência de lacunas em raízes e bainha persistentes recobrando o caule de *Remirea maritima*.

A baixa disponibilidade de nutrientes no solo, com exceção do sódio que apresentou elevados valores, a pequena quantidade de matéria orgânica e a eutrofização gerada pelo spray salino são condições ambientais marcantes no ecossistema da Restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha.

As medições microambientais mostraram que, apesar do porte distinto entre as espécies herbáceas e as subarbustivas, a maioria das condições analisadas é igualmente limitante, com exceção da temperatura, que é maior próximo às espécies de menor porte.

A caracterização do secretado dos tricomas secretores e laticíferos, em *Ipomoea pes-caprae* e *I. imperati*, são novos registros para as espécies. A estrutura anatômica do nectário de *I. pes-caprae* apresenta-se similar a outras espécies da família Convolvulaceae, sendo um registro inédito para a espécie. Essas estruturas secretoras podem auxiliar na permanência das espécies em ambientes com condições adversas, como a Restinga.