

Estratégias adaptativas de Orchidaceae ocorrentes na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, ES: aspectos anatômicos e histoquímicos

Identificação:

Grande área do CNPq: Ciências Biológicas
Área do CNPq: Anatomia Vegetal (2.03.02.03-7)
Jornada de Iniciação Científica 2010/2011
Título do Projeto: Estratégias adaptativas de Orchidaceae ocorrentes na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, ES: aspectos anatômicos e histoquímicos
Professor Orientador: Profa. Dra. Camilla Rozindo Dias Milanez
Estudante PIBIC/PIVIC: Dayana Effgen Fantinato

Resumo: Orchidaceae constitui uma das famílias mais representativas da restinga, apresentando ampla distribuição e diversidade de formas, hábitos e adaptações anatômicas. Informações relacionadas aos aspectos estruturais de espécies de Orchidaceae são escassas, sendo ainda mais raros os estudos relacionados às Orchidaceae da restinga. Pretendeu-se com o presente trabalho caracterizar a anatomia e histoquímica foliar de seis espécies de orquídeas (Cattleya sp. Lindl., Epidendrum difforme Jacquin., Miltonia sp., Nolyia pubescens Lindl., Pleurothallis ramphastorhyncha (Barb. Rodr.), P. saundersiana Rchb. f.) ocorrentes na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, município de Guarapari, ES, visando identificar caracteres que possam respaldar as possíveis estratégias adaptativas das plantas e fornecer informações úteis para a compreensão de aspectos de sua biologia. Para este estudo foram confeccionadas lâminas temporárias e semi-permanentes, segundo metodologia usual em anatomia vegetal. Foi realizada análise anatômica qualitativa e quantitativa dos caracteres através de microscopia de luz. Testes histoquímicos foram realizados para a determinação da natureza química da parede e conteúdo celular. As espécies estudadas apresentaram estômatos com câmaras supra-estomáticas, tecido aquífero e tecido esclerenquimático desenvolvido. Tais características estão relacionadas à reserva de água e à resistência ao dessecação, podendo ser interpretadas como estratégias adaptativas ao hábito epifítico apresentado por essas plantas.

Palavras chave: anatomia, histoquímica, Orchidaceae, restinga

1 – Introdução

Orchidaceae constitui o grupo mais evoluído da super ordem Liliiflorae, sendo também uma das maiores famílias de plantas floríferas (Oliveira & Sajo 1999). Apresentando exemplares distribuídos por todos os continentes, a família compreende aproximadamente 25.000 espécies, divididas em 850 gêneros (Chase *et al.* 2003). A diversidade de organização de suas partes vegetativas contribui para o aumento da variedade de formas de crescimento (Pabst & Dungs 1975), conferindo à família elevado poder de adaptação a diversos ambientes, principalmente o aéreo (Benzing *et al.* 1982). Podem apresentar diversos hábitos de vida, como por exemplo, terrestre, rupícola, subterrâneo, semi-aquático e epifítico. Cerca de 70% das Orchidaceae são epífitas; as espécies holoepífitas são aquelas encontradas sobre um forófito durante todo seu ciclo de vida; já espécies epífitas facultativas são capazes de sobreviver tanto em um

forófito quanto no solo arenoso (Breier 1999).

A conquista do ambiente epifítico pelas plantas é dificultada por diversos fatores como a baixa estabilidade do substrato, a menor intensidade luminosa e a dependência de chuvas esporádicas (Gravendeel *et al.*, 2004). Espécies epífitas de Orchidaceae apresentam inúmeras adaptações morfológicas e funcionais relacionadas ao hábito epifítico (Dressler 1981). Uma dessas adaptações é a presença do pseudobulbo, que armazena água e também auxilia a manutenção do balanço hídrico da planta (Braga 1977). Nas espécies epífitas que não apresentam pseudobulbo, ocorrem células com espessamento em espiral no mesofilo, cuja função é armazenar água e evitar o colapso das células nos períodos secos (Pridgeon 1986; Scatena & Nunes 1996).

Estudos anatômicos demonstraram a relação entre a estrutura dos órgãos vegetativos das orquídeas com as adaptações ao meio ambiente (Yamaguti 2008). Segundo Singh (1981) e Stancato *et al.* (1998), por exemplo, a distribuição dos estômatos na superfície da folha varia de acordo com o ambiente em que ela cresce. Folhas hipostomáticas são mais comumente encontradas em plantas com ocorrência em ambientes úmidos do que secos (Fahn & Cutler 1992). Plantas que colonizam ambiente xéricos apresentam características anatômicas como fibras envolvendo tecido de condução e células relacionadas com o armazenamento de água (Bonates 1993). A disposição abaxial dos feixes vasculares e presença de ráfides também indicam adaptações ao epifitismo (Ferreira *et al.* 1994), assim como a ocorrência de estômatos na face abaxial, hipoderme, dentre outras características (Zanenga-Godoy & Costa 2003).

No estado do Espírito Santo há cerca de 600 espécies de Orchidaceae pertencentes a 125 gêneros (Ruschi 1986), dentre estas, 71 ocorrem em restingas (Fraga & Peixoto 2004). Orchidaceae constitui uma das famílias mais representativas das restingas, apresentando ampla distribuição e grande valor ecológico em virtude do elevado número de espécies, alto grau de endemismo e relacionamento com a fauna (Ruschi 1986; Fabris & César 1996). Exemplares de orquídeas são encontrados em diferentes formações vegetais, tais como: Formação Pós-praia, Formação Palmae, Formação Aberta de Ericaceae, Formação Aberta de *Clusia*, Floresta Arenosa Litorânea e Floresta Periodicamente Inundada (Fraga & Peixoto 2004).

A floresta arenosa litorânea compreende duas formações difíceis de serem separadas em campo, mata seca e mata de Myrtaceae (Fabris 1995). Ruschi (1979) denominou essa formação como mata esclerofila litorânea. Representando a mais rica em número de espécies de Orchidaceae (Fabris 1995), a floresta arenosa litorânea geralmente está associada aos cordões arenosos mais antigos, onde ocorre predomínio de espécies arbóreas (Rodrigues & Simonelli 2007).

Diante da diversidade de habitats e de nichos ecológicos que Orchidaceae ocupa, os representantes desta família frequentemente apresentam uma série de adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas que permitem sua sobrevivência em ambientes, em geral, xéricos e oligotróficos. Segundo Pridgeon (1982) os caracteres de maior importância estão associados com a folha, incluindo informações sobre a epiderme, tricomas, hipoderme, espessamento espiralado das paredes de células do mesofilo e número de séries de feixes vasculares. As folhas, na maioria das orquídeas, estão dispostas dísticas no caule, podendo ser membranosas, coriáceas, carnosas ou coriáceo-carnosas, sendo as últimas duas denominações aplicadas quando ocorre armazenamento de água e outras substâncias (Withner *et al.* 1974; Braga 1987).

O Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) localiza-se em Setiba, no município de Guarapari, e possui a restinga como tipo predominante de vegetação. Fatores como frequência do vento, soterramento pela areia, falta de água ou alagamento, elevada concentração de sais, solo pobre em nutrientes, calor e luminosidade em excesso, tornam as restingas ecossistemas frágeis (Hesp 1991). A Restinga de Setiba foi contemplada na categoria de alta importância biológica, sendo considerada área com prioridade para a conservação da biodiversidade (Ministério do Meio Ambiente 2000). Ressalta-se que Orchidaceae representa a família com maior número de espécies ameaçadas de extinção do estado do Espírito Santo, segundo Decreto nº1499-R da Resolução do CONAMA de 1999.

Verifica-se que poucos trabalhos têm dedicado atenção exclusivamente às Orchidaceae das restingas brasileiras para um melhor entendimento da sua biologia (Fraga e Peixoto 2004). No que diz respeito às adaptações estruturais de Orquidaceae, as informações são limitadas a poucas espécies, de modo que muitos dos aspectos da morfologia e anatomia da maioria dos seus representantes são desconhecidos frente à riqueza e diversidade da restinga. De modo geral, os dados estruturais de Orchidaceae apresentam cunho taxonômico (Pridgeon 1982; Khasim & Mohana-Rao 1990; Freudenstein & Rasmussen 1999; Stern & Judd 2001). Atualmente, alguns estudos têm analisado os caracteres anatômicos presentes na família sob o ponto de vista ecológico/evolutivo, com intuito de reconhecer o poder adaptativo de seus representantes (Oliveira & Sajo 2001; Silva & Milaneze-Gutierrez 2004; Silva *et al.* 2006; Rodrigues & Simonelli 2007).

A presente proposta enquadrou-se no projeto “Estudos morfológicos, anatômicos e histoquímicos em plantas da restinga do Estado do Espírito Santo” que visa inventariar a diversidade estrutural de espécies vegetais da restinga do nosso estado. Neste contexto, visando ampliar e aprofundar o conhecimento sobre as Orchidaceae da restinga e preencher parte desta lacuna, pretendeu-se com este subprojeto dar continuidade ao trabalho iniciado pela aluna Dayana Effgen Fantinato (bolsista PIBIC 2009/2010) com o objetivo de caracterizar anatomicamente um número expressivo de espécies de Orchidaceae, em especial, aquelas com risco de extinção. A partir dos resultados desta pesquisa, espera-se propiciar novas abordagens com enfoques multidisciplinares sobre a vegetação deste ecossistema.

2 – Objetivos

Tendo em vista o número representativo de espécies de Orchidaceae ocorrentes em restinga e, sobretudo, a carência de estudos anatômicos sobre a vegetação do PEPCV, pretendeu-se com o presente trabalho caracterizar anatomicamente folhas de seis espécies de orquídeas ocorrentes em área de restinga no PEPCV (*Cattleya sp. Lindl.*, *Epidendrum difforme* Jacquin., *Miltonia sp.*, *Notylia pubescens* Lindl., *Pleurothallis ramphastorhyncha* (Barb. Rodr.), *P. saundersiana* Rchb. f). Este estudo visou identificar caracteres que possam respaldar as possíveis estratégias adaptativas das plantas selecionadas e fornecer informações úteis para a compreensão de alguns aspectos da biologia das mesmas.

Objetivos específicos:

- Caracterizar a anatomia foliar das espécies estudadas;
- Avaliar parâmetros anatômicos quantitativos, incluindo espessura do limbo, da cutícula e dos diâmetros polar e equatorial dos estômatos e densidade estomática;

- Elucidar a natureza química de paredes e conteúdos celulares, por meio de testes histoquímicos específicos.

3 – Metodologia

Local de coleta:

O material botânico foi coletado no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) que compreende uma planície litorânea de aproximadamente 1.500 ha, em Setiba, município de Guarapari/ES, entre as coordenadas (20°33'-20°38'S e 40°23'- 40°26'W). O sedimento das formações é predominantemente arenoso (Fabris, 1995).

Material botânico:

Foram estudadas as seguintes espécies: (*Cattleya sp. Lindl.*, *Epidendrum difforme* Jacquin., *Miltonia sp.*, *Notylia pubescens* Lindl., *Pleurothallis ramphastorhyncha* (Barb. Rodr.), *P. saundersiana* Rchb. f.). Todos os indivíduos apresentam o hábito epifítico e foram coletados na formação Floresta arenosa litorânea.

Estudo anatômico qualitativo:

Para o estudo anatômico foliar foram utilizadas folhas totalmente expandidas, sendo retiradas amostras do terço mediano do limbo as quais foram fixadas e estocadas em álcool etílico 70%. Foram confeccionadas lâminas semi-permanentes através de secções transversais e paradérmicas feitas à mão-livre. O material seccionado foi corado com solução Safrablau (Johansen, 1940) e montado em água glicerizada na proporção 1:1.

Estudo anatômico quantitativo:

A análise anatômica quantitativa foi realizada por meio de medições da espessura total do limbo e da cutícula e dos diâmetros polar e equatorial dos estômatos. Foi determinada também a densidade estomática (mm²); para tanto, foram realizadas secções paradérmicas da face abaxial das folhas, as quais foram montadas entre lâmina e lamínula em água glicerizada. Todas as mensurações foram feitas em analisador de imagens semi-automático Nikon, com software –Tsview, no Laboratório de Anatomia Vegetal, Setor de Botânica, Departamento de Ciências Biológicas, UFES.

Análise histoquímica:

Para a determinação da natureza química da parede e conteúdo celular, cortes transversais obtidos à mão-livre de material recém-coletado, foram submetidos a testes histoquímicos utilizando-se como reagente: Sudan IV (Johansen, 1940), para a detecção de substâncias lipídicas; vermelho de rutênio (Jensen, 1962), para detecção de polissacarídeos; lugol (Johansen, 1940), para a detecção de amido; cloreto férrico (Johansen, 1940) para a verificação da ocorrência de compostos fenólicos e floroglucinol em meio ácido (Johansen 1940), para evidenciar paredes lignificadas.

Documentação dos resultados:

O laminário obtido foi analisado com auxílio de microscopia de luz e os resultados foram documentados em fotomicroscópio modelo Nikon, E200.

4 – Resultados

As folhas das espécies estudadas apresentam morfologia bastante variada (Fig. 1). Através de secções paradérmicas da epiderme foliar pode-se observar a ocorrência de estômatos tipicamente tetracítico em *Pleurothallis saundersiana*, *Cattleya* sp., *Epidendrum difforme* e *Miltonia* sp. Estômatos ciclocíticos ocorrem em *P. ramphostorhynca* e em *Notylia pubescens*, sendo que nessa também ocorrem alguns tetracíticos. Todas as folhas são hipoestomáticas, ou seja, os estômatos estão presentes apenas na face abaxial da epiderme. Em secção transversal, verifica-se em todas as espécies estudadas, que os estômatos ocorrem no mesmo nível das demais células epidérmicas, apresentando câmaras supraestomáticas. A densidade estomática, assim como medições dos diâmetros polar e equatorial, mostraram valores bem distintos para as espécies (Tabela 2).

A epiderme é unisseriada (Fig. 2) e apresenta cutícula com espessura variável entre as espécies, sendo maior em *Notylia pubescens*, e menor em *Miltonia* sp. (Tabela 1). Em *Pleurothallis ramphostorhynca*, as células epidérmicas apresentam cloroplastos. A espessura do mesofilo foi maior em *Epidendrum difforme*, e menor em *Miltonia* sp. (Tabela 1). Em posição subepidérmica, observa-se em *Cattleya* sp. a presença de camadas de células esclerificadas, com paredes espessadas e lignificadas, constituindo uma hipoderme mecânica. Na face adaxial há uma camada de célula e na face abaxial o número de camada de células varia de 2-3 (Fig. 2D). Nas espécies *P. ramphostorhynca*, *Notylia pubescens* e *Miltonia* sp. há ocorrência de uma camada de células volumosas e desprovidas de cloroplastos, localizadas subepidérmicamente, podendo se tratar de hipoderme aquífera (Fig. 2C, 2F e 2G). Foi observado, através de teste histoquímico utilizando-se o reagente floroglucina em meio ácido, a presença de barras de espessamento lignificadas nessas células. Em *P. ramphostorhynca*, a hipoderme aquífera está presente tanto na face adaxial, quanto na face abaxial (Fig. 2C). Suas células apresentam-se alongadas anticlinalmente, sendo um pouco mais desenvolvidas na face adaxial. Em *Notylia pubescens*, essa camada de células está restrita à face adaxial e suas células também se apresentam alongadas anticlinalmente, sendo que, à medida que se aproxima da região da nervura central, as células vão se tornando mais alongadas (Fig. 2G). Em *Miltonia* sp., as células dessa camada subepidérmica apresentam-se arredondadas ou alongadas anticlinalmente, sendo esse último formato presente na região mais próxima à nervura central (Fig. 2F). Grupos de fibras esclerenquimáticas extra-xilemáticas ocorrem na face abaxial de *Miltonia* sp., destacando-se um grupo de fibras abaixo da região central da lâmina (Fig. 2F), o que também é observado em *Epidendrum difforme* (Fig. 2E). Ao longo do mesofilo de *Notylia pubescens*, esses grupos de fibras se dispõem na região mediana da lâmina e próximos à face abaxial (Fig. 2G). Na face abaxial de *Miltonia* sp., abaixo da região central da lâmina, ocorre uma camada formada por 6 esclereídes (Fig. 2F).

No mesofilo, o parênquima clorofiliano apresenta-se homogêneo em todas as espécies (Fig. 2), sendo que em *Cattleya* sp. (2D), *Pleurothallis saundersiana* (2A) e *P. ramphostorhynca* (Fig. 2C), as

células do clorênquima apresentam-se arredondadas ou com forma elíptica, e em *Epidendrum difforme* (Fig. 2E) e *Miltonia* sp. (Fig. 2F), as células apresentam formato arredondado. No terço mediano do limbo de *Cattleya* sp., em secção transversal, as células apresentam-se mais volumosas e com poucos cloroplastos indicando que se trata de um tecido armazenador de água (Fig. 2D). Este mesmo tecido também é observado no mesofilo das espécies *Epidendrum difforme* (Fig. 2E) e *P. saundersiana* (Fig. 2A), porém suas células estão próximas às superfícies adaxial e abaxial. Em *P. saundersiana*, as células desse tecido apresentam barras de espessamento lignificadas, conforme evidenciado pelo teste histoquímico (Fig. 2A).

Os feixes vasculares dispõem-se paralelamente em relação ao eixo longitudinal da lâmina foliar, caracterizando um padrão de venação paralelódromo. Os feixes são do tipo colateral e encontram-se envolvidos completamente por células esclerificadas de origem pericíclica. Na nervura mediana o feixe encontra-se próximo à face abaxial da epiderme em *Cattleya* sp. (Fig. 2D), *Notylia pubescens* (Fig. 2G) e *Miltonia* sp. (Fig. 2F), sendo bem desenvolvido nessa última espécie. Em *P. ramphostorhynca* (Fig. 2C), *P. saundersiana* (Fig. 2A) e *Epidendrum difforme* (Fig. 2E), o feixe vascular ocupa posição mais central, assim como os feixes de menor calibre de todas as espécies.

5 – Discussão e Conclusões

A conquista do ambiente epifítico pelas plantas é dificultada por condições desfavoráveis como a baixa estabilidade do substrato e limitação da luz e do suprimento de nutrientes e água, das quais a mudança mais drástica é o estresse hídrico (Zanenga-Godoy & Costa 2003; Gravendeel *et al.* 2004). As folhas das espécies estudadas apresentaram características anatômicas, em maior ou menor grau, consideradas xeromórficas e comum ao hábito epifítico como cutícula espessada, estômatos com câmara supra-estomática e hipoderme aquífera ou mecânica. De acordo com Oliveira & Sajo (2001), essas características contribuem para a sobrevivência dessas plantas em ambiente com condições de déficit hídrico, deficiência nutricional e ventos fortes. A restinga apresenta condições de estresse para as plantas, como alta luminosidade, baixa disponibilidade de água, elevada temperatura e salinidade e solo pobre em nutrientes (Ormond 1960; Franco *et al.* 1984). Plantas epífitas, em geral, desenvolvem estratégias para a reserva de água em órgãos suculentos, podendo ser folhas, caules ou raízes (Zanenga-Godoy & Costa 2003). Na família Orchidaceae, as folhas do tipo coriácea, ou coriácea suculenta representam formas vegetativas mais derivadas capazes de sobreviver em habitats xéricos (Silva *et al.* 2006).

Nas folhas das espécies estudadas, a espessura da cutícula apresentou variação dentro das espécies, sendo que, na face adaxial, a cutícula apresentou-se mais desenvolvida. Em estudos com outras espécies da família, Campos Leite & Oliveira (1987) relataram que esse aspecto reflete o controle genético da planta atuando com suas necessidades em relação ao ambiente. Todas as espécies estudadas se encontram na mesma formação vegetal, ou seja, estão sujeitas as mesmas condições ambientais. Segundo Withiner *et al.* (1974), a exposição ao sol que determina o padrão de espessamento da cutícula, sendo que folhas mais expostas ao sol tenderiam a apresentar cutícula mais espessa em ambas as faces. Contudo, o grau de espessamento da cutícula, apesar de ser modificado de acordo com as condições ambientais, é uma característica controlada geneticamente, variando de acordo com a espécie (Baker 1982).

Os estômatos, em todas as espécies, estão localizados no mesmo nível das demais células epidérmicas, o que constitui um padrão comum observado em Orchidaceae (Rosso 1966; Rasmussen 1987; Oliveira e Sajo 1999). Em todas as folhas, os estômatos apresentam câmaras supra-estomáticas, o que é uma característica comum observada em orquídeas epífitas que enfrentam elevadas temperaturas e déficit hídrico (Silva *et al.*, 2006). De acordo com Rosso (1966) e Rasmussen (1987), a formação da câmara supra-estomática reduz a transpiração foliar, pois mantém um compartimento úmido. Em todas as espécies, os estômatos encontram-se restritos à face abaxial. De acordo com Fahn & Cutler (1992), a presença de folhas hipoestomáticas é mais comum em ambientes úmidos do que secos, como também observado nas espécies estudadas.

Diferentes estudos correlacionam distribuição, densidade, condutância e dimensões dos estômatos com parâmetros ambientais, como temperatura do ar e intensidade luminosa (Parkhurst 1978; Ferris & Taylor 1993). Segundo Paoletti & Gellini (1993), variáveis ambientais influenciam a densidade estomática de uma folha, sendo fixada durante os estádios iniciais de desenvolvimento da planta. As espécies estudadas apresentaram diferentes densidades estomáticas, mesmo estando sob as mesmas condições ambientais, indicando o fator genético como determinante do número e tamanho dos estômatos.

A presença de hipoderme aquífera, como observada nas espécies *P. ramphostorhynca*, *Notylia pubescens* e *Miltonia* sp., é considerada uma das características mais comuns para o armazenamento foliar de água (Oliveira & Sajo 1999), sendo uma estrutura muito encontrada em espécies epífitas (Madison 1977). Além do armazenamento de água, a hipoderme apresenta papel importante na economia de calor, principalmente em epífitas com metabolismo CAM (Haberland, 1914; Madison 1977). A hipoderme é uma característica com ocorrência comum nas folhas de plantas xerofíticas (Esau 1977; Cutter 1978), sendo considerada como uma estratégia adaptativa por Williams (1974).

Dentro das monocotiledôneas, um dos caracteres constantes é a grande proporção de fibras (Cutter 1986; Fahn 1990). As fibras desempenham diversas funções como sustentar o órgão, proteger contra a perda de água e filtrar a intensidade luminosa (Eames & MacDaniels 1925).

A ocorrência de hipoderme esclerificada em *Cattleya* sp., assim como grupos de fibras esclerificadas extra-xilemáticas em *Miltonia* sp. e *Notylia pubescens*, apresenta importância mecânica, pois atua reforçando a estrutura foliar, como observado por Proença & Sajo (2003) em um trabalho com folhas de bromélias. Tais estruturas também são relatadas para outras espécies de Orchidaceae, estando relacionadas à resistência mecânica em casos de desidratação (Pridgeon 1994). Grupos de fibras são comparáveis às folhas coriáceas, sendo característico em formas vegetativas mais evoluídas de Orchidaceae (Withner *et al.* 1974).

Células parenquimáticas com espessamento parietal lignificado, como observado em *Epidendrum difforme*, *P. ramphostorhynca* e *Notylia pubescens*, se relacionam à retenção de água e ao suporte mecânico, de modo a evitar o colapso das células durante a dessecação (Koller & Rost 1988). Tal característica também é semelhante em outras Orchidaceae, sendo encontradas em córtex radicular e em pseudobulbos (Oliveira & Sajo, dados não publicados).

As estruturas observadas em todas as espécies sugerem características consideradas xeromórficas, estando relacionadas com a economia de água e à resistência ao dessecação, e refletem

em estratégias adaptativas tanto ao hábito epifítico quanto ao ambiente de déficit hídrico aos quais essas plantas estão submetidas.

6 – Referências Bibliográficas

- Baker, E. A. Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In: **The Plant Cuticles**. Cutler, D.F.; Alvin, K.L. & Price, C.E. (eds.), Linnean Society Symposium Series, n. 10, Academic Press, London, 1982.
- Bonates, L.C.M. Estudos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia II. Anatomia ecológica foliar de species com metabolism CAM de uma campina da Amazonia central. **Acta Amazonica**, Manaus, V. 7, p. 1-89, 1993.
- Braga, P.I.S. Aspectos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia II. Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina da amazonia central. **Acta Amazonica**. v. 7, p. 1-89, 1997.
- Braga, P.I.S. Orquídeas. Biologia floral. **Ciência Hoje**. v. 5, p. 53-55, 1987.
- Brasil. Resolução do CONAMA n. 261, de 30 de junho de 1999. Define os parâmetros básicos para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. **Coleção de leis [do] Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1>>. Acesso em 7 de junho de 2006.
- Benzing, D.H., Ott, D.W. & Friedman, W.E. Roots of *Sobralia macanthera* (Orchidaceae): structure and function of the velamen-exodermis complex. **American Journal of Botany**, v. 69, p. 687-696, 1982.
- Bonates, L.C.M. Estudos Ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia II. Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina da Amazônia central. **Acta Amazonica**. v. 23, p. 315-348, 1993.
- Breier, T.B. **Florística e ecologia de epífitos vasculares em uma floresta costeira do sul do Brasil**. 1999. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- Campos Leite, V.M. & Oliveira, P.L. Morfoanatomia foliar de *Cattleya intermédia* (Orchidaceae). **Napaea**. v. 2, p. 1-10, 1987.
- Chase, M.C., Cameron, K.M., Barret, R.L. & Freudenstein, J.V. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. In: K.W. Dixon, S.P. Kell, R.L. Barret & P.J. Cribb (Eds.). **Natural History Publications**, Kota Kinabalu, Sabah, 2003. p.69-89.
- Colleta, R.C.L.D. & Silva, I.V. Morfoanatomia foliar de microorquídeas de *Ornithocephalus* Hook. e *Psychmorchis* Dodson & Dressler. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n.4, p.1068-1076, 2008.
- Cutter, E.G. **Plant anatomy**. Part I: cells and tissues, Edward Arnold (ed.), 2nd, ed. London, 1978.
- Cutter, E.G. **Anatomia vegetal** Parte II. Órgãos – Experimentos e interpretação. Livraria Roca Ltda, 1ª ed., São Paulo, 1986.
- Dressler, L.R. **The orchids: natural history and classification**. Cambridge, Havard University Press, 1981.
- Eames, A.J. & MacDaniels, L.H. **A introduction to plant anatomy**. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, 1925.

- Esau, K. **Plant anatomy**. John Wiley & Sons (eds), 2nd, New York, 1956.
- Fabris, L. C. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. 1995. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- Fahn, A. **Plant anatomy**. 4th ed. Blutterworth-Heinemann Ltd., Oxford, 1990.
- Fahn, A. & Cutler, D.F. **Xerophytes**. Berlin: Gebruber Borntraeger, 1992.
- Ferris, R. & Taylor, G. Stomatal characteristics of four native herbs following exposure to elevated CO₂. **Annals of Botany**. v. 73, p. 447-453, 1993.
- Fraga, C. N. & Peixoto, A. L. Florística e Ecologia das Orchidaceae das restingas do Estado do Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 55, n. 84, p. 5-20, 2004.
- Franco, A.C., Valeriano, D.M., Santos, F.M., Hay, J.D., Henriques, R.P.B. & Medeiros, R.A. Os microclimas das zonas de vegetação da praia da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. In: **Restingas: Origem, estrutura e processos**. (L.D. Lacerda, D.S.D. Araujo, R. Cerqueira & B. Turcq, Orgs.). CEUFF, Niterói, 1984. p. 413-425.
- Ferreira, J.L.B., Oliveira, P.L. & Mariath, J.E.A. Anatomia foliar de espécies do gênero *Octomeria* (Orchidaceae). **Napaea**. v. 10, p. 7-14, 1994.
- Freudenstein, J.V. & Rasmussen, F.D. What does morphology tell us about orchid relationships? A cladistic analysis. **American Journal of Botany**, n. 86, p. 225-228, 1999.
- Gravendeel, B., Smithson, A., Slik, F.J.W. & Schuiteman, A. Epiphytism and pollinator specialization: drivers of orchid diversity? *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*. v. 359, p. 1523-1535, 2004.
- Haberlandt, G.F.J. **Physiological plant anatomy**. MacMillan & Co., London, 1914.
- Hesp, P. A. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. **Journal of Arid Environments**, n. 21, p. 165-191, 1991.
- Jensen, W.A. 1962. Botanical histochemistry. Principles and practice. H. Freeman & Co., San Francisco.
- Johansen, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Co., New York.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. Sinauer Associates, Sunderland, 1999.
- Khasim, S.M. & Mohana-Rao, P.R. Anatomy in relation to taxonomy in some members of Epidendroideae (Orchidaceae). **Phytomorphology**, v. 40, p. 243-250, 1998.
- Koller, A.L. & ROST, T.L. Structural analysis of waterstorage tissue in leaves of *Sansevieria* (Avagaceae). **Botanical Gazette**, v. 149, p. 260-274, 1988.
- Madison, M. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, v.2, p. 1-13, 1977.
- Oliveira, V.C. & Sajo, M.G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 365-374, 1999.
- Oliveira, V.C. & Sajo, M.G. Morfo-anatomia caulinar de nove espécies de Orchidaceae. **Acta Botanica Brasílica**, v. 15, p. 177-188, 2001.
- Ormond, W.T. Ecologia das restingas do Sudeste do Brasil: comunidades vegetais das praias arenosas. Parte I. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 185-236, 1960.

- Pabst, G.F.J., Moutinho, J.L.A. & Dungs, F. **Orchidaceae Brasiliensis I**. Hildesheim: Kurt Schmerson, 1975.
- Paolletti, E. & Gellini, R. Stomatal density variation in beech and holm oak leaves collected over the last 200 years. **Acta Oecologia**. v. 14, p. 173-178, 1993.
- Parkhurst, D.F. The adaptive significance of stomatal occurrence on one of both surfaces of leaves. **Journal of Ecology**. v. 66, p. 367-383, 1978.
- Pridgeon, A. M. Anatomical adaptations in Orchidaceae. **Lindleyana**. v. 1, p. 90-101, 1986.
- Pridgeon, A.M. Diagnostic anatomical characters in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). **American Journal of Botany**, v. 69, p. 921-938, 1982.
- Pridgeon, A.M. Systematic leaf anatomy of Caladeniinae (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 114, p. 31-48, 1994.
- Proença, S. L. & Sajo, M. G. Estrutura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. VV. 18, n. 2, p. 319-331, 2004.
- Rasmussen, H. Orchid stomata – structure, differentiation, function, and phylogeny. In **Orchid biology: reviews and perspectives, IV** (J. Arditti, ed.) Cornell University Press, New York, p.105-138, 1987.
- Rodrigues, T. M. & Simonelli, M.. A família Orchidaceae em uma Floresta de Restinga, Linhares-ES: Ecologia e Conservação. **Revista Brasileira de Biociências**, n. 5, p. 468-470, 2007.
- Rosso, S.W. The vegetative anatomy of the Cyripedioideae (Orchidaceae). **Journal of the Linnean Society (Botany)**, v. 59, p. 309-341, 1966.
- Ruschi, A. **Orquídeas do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1997. 278 p.
- Scatena, V. L. & Nunes, A. C. Anatomia de *Pleurothallis rupestris* Lindl. (Orchidaceae) dos campos rupestres. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**. v. 15, p. 35-43.
- Silva, I.S. & Milaneze-Gutierrez. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae). **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 91-100, 2004.
- Silva, I.V.; Meira, R.M.S.A.; Azevedo, A.A. & Euclides, R.M.A. Estratégias anatômicas foliares de treze espécies de Orchidaceae ocorrentes em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB)-MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 741-750, 2006.
- Singh, H. Development and organization of stomata in Orchidaceae. **Acta Botanica Indica**. v. 9, p. 94-100, 1981.
- Stancato, G.C., Mazzoni-Viveiros, S.C. & Luchi, A.E. Stomatal characteristics in different habitats forms of Brazilian species of *Epidendrum* (Orchidaceae). **Nordic Journal of Botany**. v. 19, p. 271-275, 1998.
- Stern, W.L. & Judd, W.S. Comparative anatomy and systematics of Catasetinae (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 136, p. 153-178, 2001.
- Williams, N.H. The value of plant anatomy in orchid taxonomy. In: Ospina, O. **World Orchid Conference**. Medelin, 1974.
- Withner, C.L., Nelson, P.K. & Wejksnora, P.J. The anatomy of orchids. In the **Orchids: scientific studies** (C.L. Withner, ed.). John Wiley, New York, p.267-334, 1974.
- Yamaguti, D.R. **Estudos foliares em doze espécies de Orchidaceae (Subtribo Pleurothallidinae – Gêneros *Brachionidium* Lindl., *Echinosepala* Pridgeon & M.W. Chase, *Myoxanthus* Poepp. &**

Endl., Octomeria R. Br., Pleurothallopsis Porto & Brade). 2008. 101 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2008.

Zanenga-Godoy, R. & Costa, C.G. Anatomia foliar de quatro espécies do gênero *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae) do planalto central brasileiro. *Acta Botanica Brasilica*. v. 17, p. 101-118, 2003.

Tabela 1. Caracteres anatômicos foliares de seis espécies epífitas de Orchidaceae ocorrentes na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, ES. As espessuras correspondem às médias. + = presente; - = ausente.

Espécie	Espessura total do limbo (mm)	Espessura da cutícula (µm)	Mesofilo			Sistema vascular
			Tecido aquífero	Camada sub-epidérmica esclerificada	Grupos de fibras extra-xilemáticas	Fibras pericíclicas
<i>Cattleya</i> sp.	285,17	3,1	+	+	-	+
<i>Epidendrum difforme</i>	413,77	1,18	+	-	+	+
<i>P. saundersiana</i>	349,67	2,55	+	-	-	+
<i>P. ramphostorhynca</i>	330,07	2,53	+	-	-	+
<i>Notylia pubescens</i>	188,85	3,95	+	-	+	+
<i>Miltonia</i> sp.	105,48	1,07	+	-	+	+

Tabela 2. Médias da densidade estomática e dos de diâmetros polar e equatorial dos estômatos de seis espécies epífitas de Orchidaceae ocorrentes na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, ES.

Espécie	Densidade estomática (mm ²)	Diâmetro polar (µm)	Diâmetro equatorial (µm)
<i>Cattleya</i> sp.	10,66	7,01	1,68
<i>Epidendrum difforme</i>	6,73	6,76	5,18
<i>P. saundersiana</i>	2,13	4,24	1,61
<i>P. ramphostorhynca</i>	2,66	6,01	2,77
<i>Notylia pubescens</i>	2,66	9,87	1,88
<i>Miltonia</i> sp.	16,33	6,39	1,66

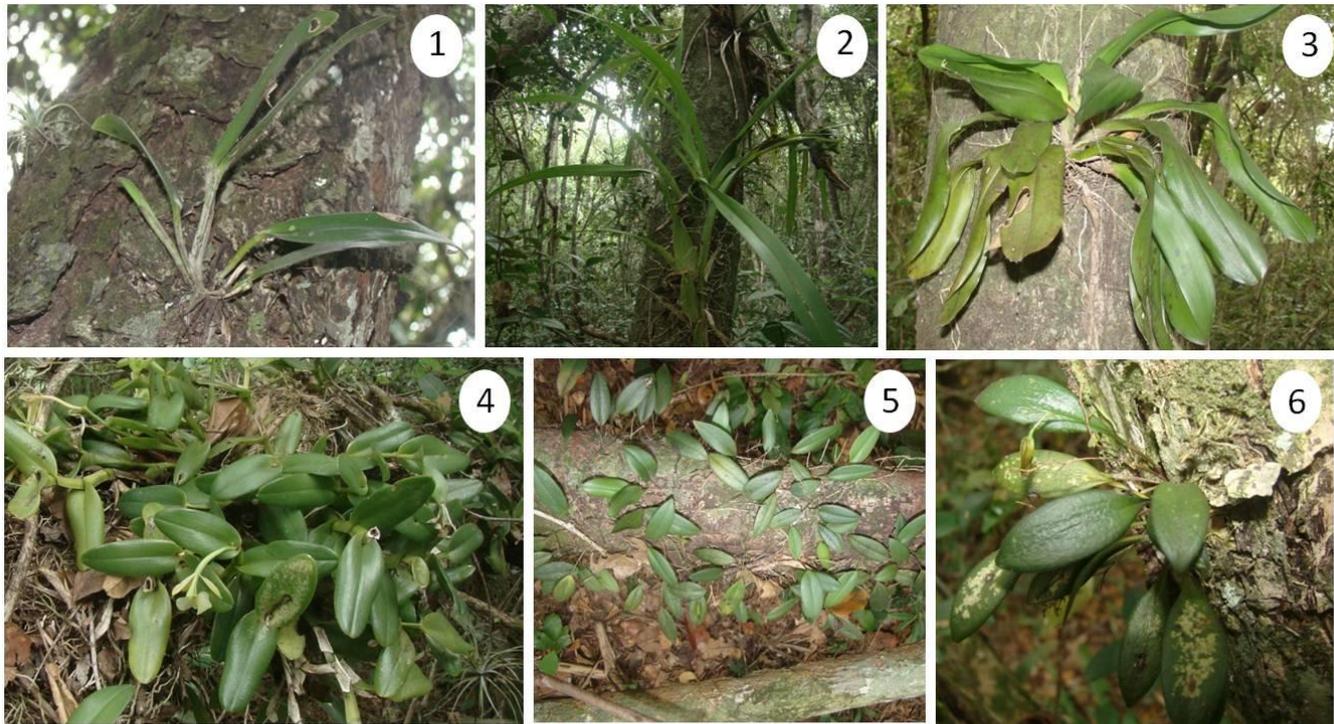


Figura 1. Morfologia de Orchidaceae epífitas ocorrentes na formação Floresta arenosa litorânea da restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha. 1. *Cattleya* sp. 2. *Miltonia* sp.. 3. *Notylia pubescens*. 4. *Epidendrum difforme*. 5. *Pleurothallis saundersiana*. 6. *P. ramphostorhynca*.

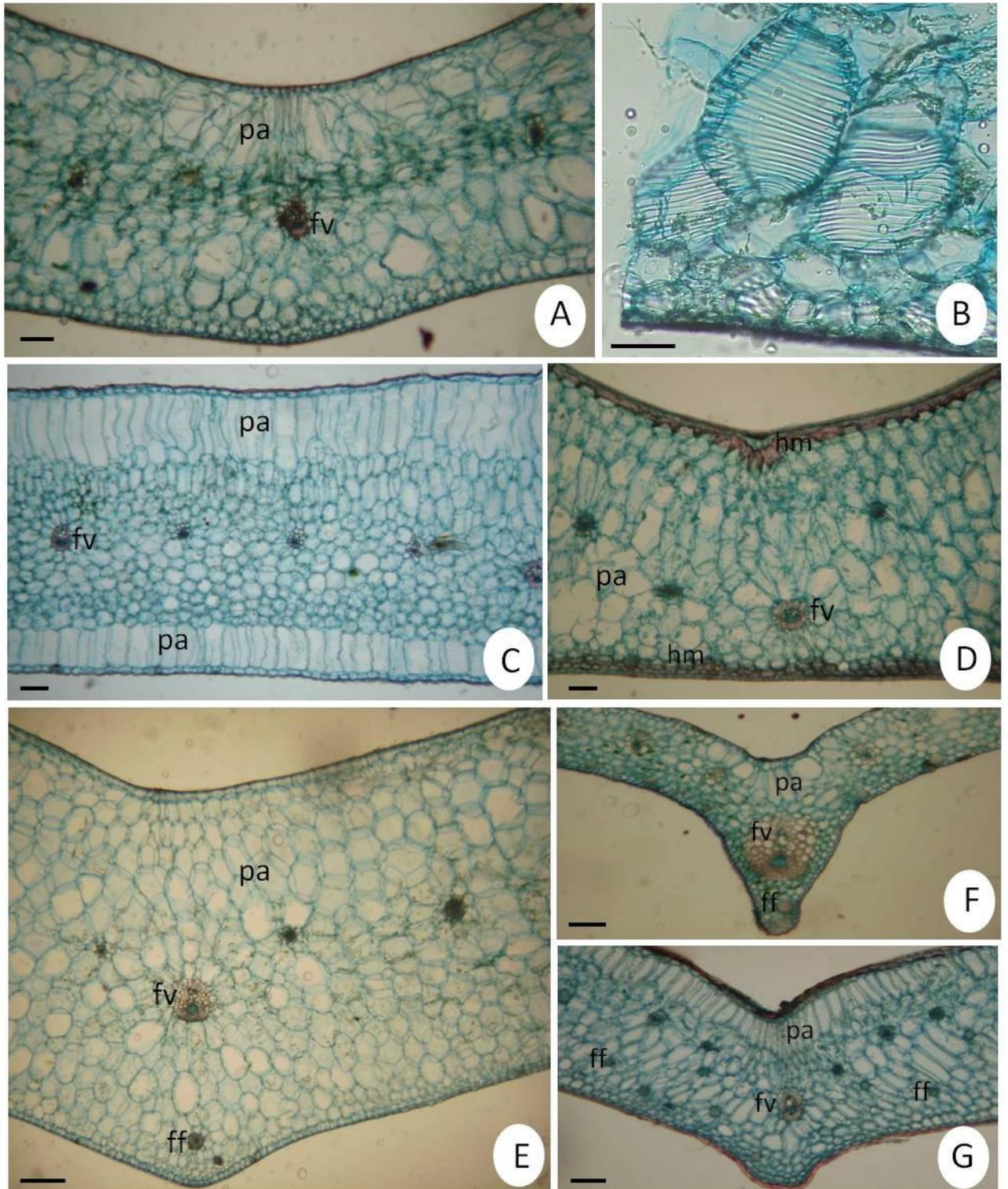


Figura 2. Secções transversais do limbo de espécies epífitas de Orchidaceae da restinga. A-B. *Pleurothallis saundersiana*. A. Aspecto geral do limbo. B. Detalhe do parênquima aquífero com barras de espessamento lignificadas. C. *P. ramphostorhynca*. D. *Cattleya* sp. E. *Epidendrum difforme*. F. *Miltonia* sp. G. *Notylia pubescens*. (fv) feixe vascular. (ff) feixe de fibras. (hm) hipoderme mecânica. (pa) parênquima aquífero. Barras: A, B, C, D, F e G: 100µm. E: 200 µm.