

ROSALY DE ARAÚJO COSTA

BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Cattleya granulosa* Lindl.,
UMA ORCHIDACEAE AMEAÇADA E ENDÊMICA
DO NORDESTE DO BRASIL

RECIFE

2010

ROSALY DE ARAÚJO COSTA

BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Cattleya granulosa* Lindl.,
UMA ORCHIDACEAE AMEAÇADA E ENDÊMICA
DO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Biologia vegetal – Área de concentração Ecologia Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado
Departamento de Botânica – Universidade Federal de Pernambuco

RECIFE

2010

Costa, Rosaly de Araújo

Biologia floral e sistema reprodutivo de *Cattleya granulosa* Lindl., uma orchidaceae ameaçada e endêmica do Nordeste do Brasil/ Rosaly de Araújo Costa– Recife: O Autor, 2011.

62 folhas : il., fig., tab.

Orientadora: Isabel Cristina Sobreira Machado

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
Centro de Ciências Biológicas, Biologia Vegetal, 2011.**

Inclui bibliografia

1. Polinização 2. Orchidaceae 3. Biologia vegetal I. Título.

584.4

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2011-177

Aos meus pais

Rosa & Waldemir Costa

ROSALY DE ARAÚJO COSTA

“Biologia Floral e Sistema Reprodutivo de
Cattleya granulosa Lindl., Uma Orchidaceae Endêmica
do Nordeste do Brasil”.

BANCA EXAMINADORA:

Isabel Cristina Machado

Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado (Orientadora) – UFPE

Márcia Maria Corrêa Rego

Dra. Márcia Maria Corrêa Rego – UFMA

Tarcila Correia de Lima Nadia

Dra. Tarcila Correia de Lima Nadia - UFPE

Recife- PE
2010

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 1 – Áreas de estudo e gráficos de precipitação e temperatura para os anos de 2008 e 2009. **A)** Mapa do Brasil, destacando os Estados da Região Nordeste e imagem de satélite da região metropolitana da grande Natal (Natal, Extremoz, Macaíba e Parnamirim) no Estado do Rio Grande do Norte (Google Earth, dezembro 2009), indicando as duas Unidades de Conservação, Parque das Dunas e Barreira do Inferno; **B)** Vista de cima da duna “Morro do Carequinha” no Parque das Dunas de Natal. Fonte: RAC; **C)** Foto aérea da Barreira do Inferno. Fonte: CLBI; **D e E)** Dados de precipitação e temperatura da Estação climatológica/solarimétrica do Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em Natal para os anos de 2008 (**D**) e 2009 (**E**). Durante o mês de julho de 2008 a Estação estava em manutenção técnica. Fonte: LAVAT (2010). 52

Figura 2– Hábito e fenologia reprodutiva de *Cattleya granulosa* Lindl. no Parque das Dunas de Natal/RN. **A)** Planta terrestre; **B)** *C. granulosa* em forófito de *Eugenia ligustrina* (Swartz) Wild (Myrtaceae); **C)** Botão após a ressupinação pouco antes do início da antese; **D)** *C. granulosa* em ambiente natural com inflorescência racemosa terminal contendo quatro flores em torno da raque; **E)** Ginostêmio ou coluna sem antera e com polínias depositadas na cavidade estigmática; **F)** Fruto imaturo tipo cápsula e **G)** fruto maduro com deiscência da cápsula ao longo da linha média entre os carpelos..... 53

Figura 3– Morfologia floral de *Cattleya granulosa* Lindl. **A)** Perianto da flor. Labelo trilobado, LL = lobo lateral; **B)** Vista lateral da conformação natural do labelo e ginostêmio, este último não pode ser visto, pois se esconde por entre os lobos laterais do labelo; **C)** Grânulos rosa intenso do lobo terminal do labelo; **D)** Ginostêmio, nectário floral, ovário, pedúnculo floral e bráctea; **E)** Políneas com caudículos; **F)** Detalhe do ginostêmio com ênfase para antera com capuz onde se alojam as quatro políneas, rostelo proeminente e cavidade estigmática; **G)** Corte longitudinal na flor. 54

Figura 4– Flores de *Cattleya granulosa*. antes (A e B) e após (C) coloração com vermelho neutro para analisar a presença de osmóforos; Em B e C mostrando detalhe da parte interna dos lobos laterais do labelo;.Flores antes (D) e depois (E) do experimento com atmosfera de hidróxido de amônio, evidenciando em (E) os pigmentos que absorvem luz ultravioleta (áreas contrastadas em azul marinho no lobo terminal do labelo)..... 55

Figura 5– Visitantes florais de *Cattleya granulosa*. **A)** Abelhas *Trigona* raspando as papilas rosa intenso do labelo da flor em vista lateral; **B)** *Trigona* tomando néctar no nectário floral; **C)** *Apis mellifera* no lobo terminal do labelo explorando os grânulos rosa intenso; **D)** Formigas *Crematogaster* sp. forrageando néctar extrafloral produzido nas brácteas; **E)** Besouro da família Curculionidae e **F)** Formigas *Pheidole* sp. tomando néctar extrafloral das extremidades distais das sépalas nos botões e *Camponotus* sp. na espata. 56

Figura 6– Machos de abelhas Euglossini atraídos por iscas odores no Parque das Dunas em Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. **A)** *Euglossa (Euglossa) cf. cordata*; **B)** *Eulaema (Eulaema) bombiformis*; **C)** *Eulaema (Apeulaema) cingulata*; **D)** *Eulaema (Apeulaema) nigrata* e **E)** *Exaerete smaragdina*. Escalas = 1 cm..... 57

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Relação dos diversos tipos de recursos florais contidos em espécies subfamília Epidendroideae.....	19
--	----

Tabela 2 – Relação de espécies Epidendroideae estudadas polinizadas por machos de abelhas Euglossini e seus respectivos polinizadores.....	20
---	----

Capítulo 2

Tabela 1 – Características morfométricas das flores de <i>Cattleya granulosa</i> Lindl. (n=22) estudadas no Rio Grande do Norte, Brasil.	58
--	----

Tabela 2 – Resultados dos tratamentos do sistema reprodutivo de <i>Cattleya granulosa</i> Lindl.	59
---	----

Tabela 3 – Machos de abelhas Euglossini atraídos por iscas odores no Parque das Dunas, Natal/RN no período de abril a novembro de 2009.	60
---	----

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
CAPÍTULO 01 – Revisão de Literatura	9
Atributos florais, síndromes de polinização e sistemas reprodutivos na subfamília Epidendroideae (Orchidaceae)	10
Anexo	18
Referências Bibliográficas	21
CAPÍTULO 02 – Biologia reprodutiva e restrição de polinizador em <i>Cattleya granulosa</i> Lindley: implicações para conservação de uma orquídea ameaçada e endêmica do Brasil	26
Resumo.....	28
Abstract	29
Introdução	30
Materiais e Métodos.....	31
Resultados	35
Discussão	39
Agradecimentos.....	44
Referências	45
Anexos.....	49
CONCLUSÕES	61
RESUMO	62
ABSTRACT	63

APRESENTAÇÃO

Orchidaceae é considerada a família botânica mais diversa na Floresta Atlântica e destaca-se tanto pela enorme riqueza de gêneros quanto de espécies, como também, em número de endemismos, sendo a mais bem representada nesse ecossistema (STEHMANN *et al.*, 2009; METZGER, 2009).

A rápida degradação das formações vegetais nativas que abrigam ampla variedade de espécies de Orchidaceae tem colocado várias delas em risco de extinção, como também, o elevado valor ornamental que contribui para coletas predatórias insustentáveis dessas espécies para cultivo. Desta forma, é caracterizada a necessidade urgente de estudos intensivos e mais específicos, objetivando o conhecimento de aspectos ecológicos da interação entre as plantas e seus polinizadores, além de suas estratégias reprodutivas, aspectos que desempenham importante papel na gestão integrada para conservação de orquídeas.

Portanto, a proposta deste trabalho foi investigar a biologia floral e o sistema reprodutivo de uma espécie de Orchidaceae endêmica e ameaçada de extinção em duas Unidades de Conservação no Rio Grande do Norte, Brasil, para obter informações que possam subsidiar programas de manutenção da biodiversidade em áreas fragmentadas de Floresta Atlântica.

Para expor o cenário dos principais trabalhos acerca da polinização e biologia reprodutiva de espécies da subfamília Epidendroideae, na qual está inserida a espécie em questão, realizou-se uma revisão de literatura com referências compiladas pelo *Orchid Research Newsletter*, compondo o primeiro capítulo desta dissertação. Neste capítulo foram apresentados aspectos dos atributos florais relacionados às síndromes de polinização e os sistemas reprodutivos de várias espécies desta subfamília de Orchidaceae no mundo.

O segundo capítulo apresenta um estudo de caso da biologia reprodutiva e polinização da espécie *Cattleya granulosa* Lindl. (Orchidaceae) ocorrente em fragmentos florestais nas dunas litorâneas do Rio Grande do Norte, onde foram investigadas as respostas para as seguintes questões: (1) Qual o período de floração dessa espécie? (2) Quem são os visitantes florais e potenciais polinizadores? (3) Há visitas de abelhas Euglossini, como evidenciado em outras espécies de *Cattleya*? (4) *C. granulosa* é autocompatível e autógama ou há dependência de polinizador para a formação de frutos e sementes?



Revisão de Literatura

REVISÃO DE LITERATURA

Atributos florais, síndromes de polinização e sistemas reprodutivos na subfamília Epidendroideae (Orchidaceae)

A família Orchidaceae está dividida em cinco subfamílias, dentre as quais Epidendroideae, que compreende a maior e mais diversificada delas com mais de 15.000 espécies em 576 gêneros (CAMERON *et al.* 1999). Apresenta numerosas epífitas tropicais com características que podem atrair os mais diversos tipos de insetos como abelhas, vespas, mariposas, borboletas, moscas, e inclusive aves (JUDD *et al.* 2009). Algumas são generalistas e a polinização ocorre por muitos agentes, enquanto outras espécies são especialistas atraindo uma só espécie ou um só tipo de polinizador.

Para esta revisão de literatura foram realizadas buscas, essencialmente, no sítio da internet *The Royal Botanic Gardens, Kew*, no *Orchid Research Newsletter "ORN"* que apresenta nomenclatura e literatura recentes para Orchidaceae. Na literatura recente encontram-se artigos publicados entre os anos de 1995 até 2010 organizados em seções como anatomia e morfologia, citogenética, ecologia, etnobotânica, micropropagação e germinação de sementes, biologia molecular, fisiologia, polinização, biologia reprodutiva, bem como sistemática e distribuição. São disponibilizados *on line* 24 volumes (29 ao 55) com 121 artigos inclusos nas seções de polinização e biologia reprodutiva. Destes, noventa e seis são estudos de caso, sendo 46 (47,92%) dedicados a subfamília Epidendroideae, 42 (43,75%) a Orchidoideae, 7 (7,29%) a Cyripedioideae e 1 (1,04%) a Apostasioideae.

Os gêneros *Eulophia*, *Cyrtopodium* e *Gastrodia* apresentam mais registros disponíveis, sendo respectivamente, seis, três e dois. Gêneros como *Acrolophia*, *Angraecum*, *Guarianthe*, *Lepanthes*, *Listera*, *Mormolyca*, *Neottia*, *Pseudolaelia*, *Stanhopea*, entre outros, mostram apenas uma espécie para cada estudo de caso na subfamília Epidendroideae e isso reflete uma grande diversidade de informações existentes no mundo para variados gêneros dessa subfamília para os últimos anos.

Espécies de *Cattleya* (*C. luteola* Lindl., *C. maxima* Lindl., *C. mendelli* hort., *C. warszewiczii* Rchb. f., *C. eldorado* Linden, *C. elongata* Barb. Rodr. e *C. tenuis* Campacci & Vedovello) também são apresentadas nesta revisão, porém, há somente uma publicação acerca

da biologia reprodutiva destas últimas duas espécies (SMIDT *et al.*, 2006) e uma tese de doutorado no mesmo tema com *C. eldorado* (STORTI, 2007). Informações gerais sobre polinizadores no gênero foram adquiridas em listas publicadas por van der Pijl & Dodson (1966).

Cuidadosas observações acerca da cor, fragrância, morfologia floral, fenologia, fornecimento de substâncias atrativas (néctar, óleos e resinas), relacionadas à capacidade sensorial, comportamento e dieta de animais polinizadores possibilitam inferir o provável vetor de pólen das flores e servem como base para o conceito de síndrome de polinização (VAN DER PIJL & DODSON, 1966; FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979; ARDITTI, 1992; PROCTOR *et al.*, 1996; VAN DER CINGEL, 2001; FENSTER *et al.*, 2004; JUDD *et al.*, 2009). Foi assim que Charles Darwin em Madagascar conseguiu prever que o polinizador para *Angraecum sesquipedale* Thouars (Orchidaceae) seria uma mariposa com grande probóscide capaz de acessar o néctar contido nos esporões de 30 centímetros (JUDD *et al.*, 2009).

Os atributos das flores de representantes de Epidendroideae variam dentro de uma mesma espécie (eg. *Lepanthes glicensteinii* Luer, *Psychilis monensis* Saulea, *Stanhopea insignis* Frost ex W. Hook. ou *Stanhopea lietzei* (Regel) Schltr.) e mais ainda entre as espécies analisadas. Relacionada à coloração são encontradas espécies com cores branca, verde, amarela, rosa e marrom, ou mesmo misturas de cores como a flor branca esverdeada de *Notylia nemorosa* Barb. Rodr. (SINGER & KOEHLER, 2003), amarela esverdeada de *Coelogyne fimbriata* Lindl. (CHENG *et al.*, 2009) e marrom esverdeada de *Neottia listeroides* Lindl. (WANG *et al.*, 2008). Também são encontrados tons de marrom claro e escuro em flores de *Mormolyca ringens* (Lindl.) Schltr. (SINGER *et al.*, 2004) e *Trigonidium obtusum* Lindl. (SINGER, 2002), além de tons de rosa como a purpúrea *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressler & W.E. Higgins (PEMBERTON, 2007) ou o rosa escuro de *Pseudolaelia corcovadensis* Porto & Brade (BORBA & BRAGA, 2003).

Em flores de espécies de *Cattleya* observam-se as cores rosa, amarela dourada, marrom ao vermelho escuro ou verde e, às vezes, apresentam-se pintalgadas (PRIDGEON *et al.*, 2006), como o vermelho amarronzado em *Cattleya elongata* Barb. Rodr. (SMIDT *et al.*, 2006), o verde bronze de *Cattleya tenuis* Campacci & Vedovello (SMIDT *et al.*, 2006), o rosa

pálido ou lilás de *Cattleya maxima* Lindl. (SCHWEINFURTH, 1960) e o amarelado de *Cattleya luteola* Lindl. (HOEHNE, 1949).

Aragón & Ackerman (2004) examinaram a variação na cor das flores em três diferentes populações de *Psychilis monensis* Saulea relacionada à polinização por engano e testaram a hipótese da “seleção dependente da frequência negativa”, na qual as flores que não contém recompensa fazem com que os polinizadores escolham os fenótipos raros e, deste modo, a variabilidade de cores nas flores vai favorecer maior taxa de visita por engano destes e um maior sucesso reprodutivo para espécie.

De 32 artigos analisados, 22 (68,75 %) apresentam algum tipo de recurso floral utilizado pelas orquídeas para atrair e/ou recompensar polinizadores. Fragrância e este mesmo recurso associado ao néctar foram sete vezes mencionados, cada; seguido de somente néctar que foi citado quatro vezes e conseguinte, fragrância com óleos, fragrância com néctar e pólen, resina com néctar e pseudopólen foram citados apenas uma vez. A categoria “nenhum recurso” foi disponibilizada em três dos artigos e sete não continham informação a respeito (Tabela 1).

Fragrância é o atributo dominante utilizado na atração de polinizadores nas flores, representando aproximadamente 73% dos casos. São produzidas em lugares especiais denominados osmóforos e seus componentes são identificados através das técnicas de cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Estas substâncias atrativas apresentam alguma função útil na vida dos insetos, de tal forma que podem influenciar ou induzir uma propaganda de recurso alimentar na flor, excitar o comportamento sexual, social ou de construção de ninhos.

O papel das fragrâncias florais como principal estratégia de atração e recompensa para machos de abelhas da tribo Euglossini e sua relação com a polinização de várias espécies de orquídeas são bem conhecidos (DODSON *et al.*, 1969). Na subfamília Epidendroideae existem vários exemplos dessa especialização entre planta e polinizador mediada pela oferta de essências (Tabela 1). Das sete espécies do gênero *Cattleya*, cinco são polinizadas por machos de abelhas do gênero *Eulaema*. Na tabela 2 estão listadas as espécies Epidendroideae incluindo as de *Cattleya* com seus respectivos polinizadores.

Parra-Tabla *et al.* (2009) analisaram a composição da fragrância de *Myrmecophila christinae* (Orchidaceae: Epidendroideae) e detectaram componentes com papel importante na atração de polinizadores por imitar odor de néctar ou fontes de perfumes florais para *Eulaema polychroma* (Euglossini) em ambientes tropicais, além de, um composto relatado como feromônio para abelhas *Xylocopa* produzidos em ambientes de clima temperado em áreas onde *E. polychroma* é ausente.

Em espécies do gênero *Stanhopea* (*S. lietzei* e *S. insignis*) a fragrância floral intensa e doce é ofertada como recompensa e esta é coletada por machos de abelhas *Eufriesea pulchra* e *Eufriesea purpurata* (Apidae: Euglossini), respectivamente (PANSARIN & DO AMARAL, 2009). Suas flores grandes com uma superfície muito lisa no local da produção do odor fazem com que as abelhas escorreguem e caiam na concavidade do hipóquilo no labelo e, ao tentarem escapar, o viscidio com as políneas prendem-se sob seu escutelo que serão depositadas no estigma de outra flor.

Entretanto, abelhas dos gêneros *Centris* (Centridini) e *Xylocopa* (Xylocopini) aparentemente são atraídas a longas distâncias pelo odor adocicado das flores de *Eulophia alta* (Orchidaceae) e, conseqüentemente, polinizam esta orquídea (JÜRGENS *et al.*, 2009).

A utilização de compostos aromáticos análogos aos presentes nas fragrâncias das orquídeas em iscas odores é uma importante ferramenta para realizar levantamentos faunísticos de machos de abelhas Euglossini, como também, pode registrar o envolvimento desses animais com a polinização em flores de Orchidaceae. Um dos polinizadores da orquídea Epidendroideae *Notylia nemorosa* Barb. Rodr. foi determinado através da captura de abelhas *Eulaema nigrita*, com políneas dessa espécie de *Notylia* aderidas a superfície dorsal do labrum, por meio de iscas de cineol (SINGER & KOEHLER, 2003).

As tribos de abelhas neotropicais Centridini, Tapinostapidini e Tetrapediini coletam óleos florais produzidos em glândulas secretoras denominadas elaióforos (MICHENER, 2000). A produção desses óleos pelas flores como recompensa aos polinizadores tem sido registrada na subtribo Oncidiinae subfamília Epidendroideae (MICKELIUNAS *et al.*, 2006). *Grobya amherstiae* Lindl., espécie da subtribo Cyrtopodiinae, tem dois elaióforos tricômáticos ocorrendo na porção apical do labelo e na base do ginostêmio (PANSARIN, *et al.*, 2009). Possui essência semelhante a mel e óleos florais que são coletados por abelhas *Paratetrapedia fervida* da tribo Tetrapediini e estas removem o polinário de *Grobya*

amherstiae no processo de desarticulação e articulação do labelo e depositam-no na próxima flor visitada (MICKELIUNAS *et al.*, 2006; PANSARIN, *et al.*, 2009).

Os mecanismos de polinização por engano são bastante difundidos na subfamília Epidendroideae. O Mimetismo Batesiano é um tipo de engano nutritivo em que flores que não provém recursos como recompensa imitam flores com recompensa e assim conseguem ser polinizadas (DAFNI, 1984). Como exemplo desse mecanismo podemos citar *Cyrtopodium polyphyllum* (Vell.) Pabst ex F. Barros, que tem flores fragrantas de cor amarela e tamanho similar as de *Stigmaphyllon arenicola* C.E. Anderson (Malpighiaceae) e *Crotalaria vitellina* Ker Gawl. (Fabaceae), assim como, florações coincidentes e no período chuvoso. Estas espécies de Malpighiaceae e Fabaceae são visitadas por abelhas Centridini que coletam óleos florais e néctar, respectivamente. Além de a Orchidaceae compartilhar polinizadores por engano ao imitar flores das duas espécies acima mencionadas, ainda tem a alternativa de autopolinização mediada pela água da chuva (PANSARIN *et al.*, 2008a; 2008b).

Espécies de *Cyrtopodium punctatum* DC. (Orchidaceae: Epidendroideae) no Jardim Botânico Tropical “Fairchild”, Sudeste da Flórida (EUA), mimetizam flores de *Byrsonima lucida* (Malpighiaceae) que contém óleos florais como recurso e partilham abelhas *Centris errans* (Centridini) como polinizadores. Na América tropical essa orquídea é polinizada por machos de abelha Euglossini (PEMBERTON & LIU, 2008).

De forma semelhante, *Eulophia ensata* Lindl. e *E. welwitschii* (Rchb. f.) Rolfe são polinizadas por besouros basicamente pela semelhança generalizada com o arranjo e coloração das flores em capítulo que apresentam pólen como recurso abundante em espécies do gênero *Helichrysum* (Asteraceae) (PETER & JOHNSON, 2009).

Outro tipo de engano nutritivo acontece quando as flores sem recompensa aparentemente não formam pares miméticos na comunidade, porém imitam modelos gerais de flores com recompensa. *Cattleya elongata* e *C. tenuis* (SMIDT *et al.*, 2006), *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressler & W. E. Higgins (PEMBERTON, 2007), antes conhecida como *Cattleya skinneri* Bateman, e *Pseudolaelia corcovadensis* Porto & Brade (BORBA & BRAGA, 2003) são exemplos que mimetizam um modelo geral de flor polinizada por abelhas.

Cheng *et al.* (2009) sugerem que *Coelogyne fimbriata* Lindl. produz fragrâncias que imitam provisão para as vespas que trabalham arduamente forrageando no período crítico de expansão da colônia. Vespas fêmeas do gênero *Vespula* são seduzidas exclusivamente pelo odor de alimentos ricos em carboidratos como néctar e sucos de fruta, e dessa forma polinizam as flores de *Coelogyne fimbriata* na tentativa de coletar alimentos.

Ainda no engano nutritivo pode ocorrer imitação de partes das flores como pseudopólen, falsas anteras e pseudonectários (DAFNI, 1984). Em *Govenia utriculata* (Sw.) Lindl. o ápice do labelo e a base da coluna apresentam pontos amarelos a laranja que imitam massas de pólen agrupadas e, por este motivo, são exclusivamente visitadas e polinizadas por duas espécies de moscas do gênero *Salpingogaster* (PANSARIN, 2008).

Na subfamília Epidendroideae também acontece o engano reprodutivo do tipo pseudocopulação. Nestes casos, as flores, muitas vezes, assemelham-se aos insetos, não produzem néctar ou qualquer outra recompensa e o atrativo inicial de longa distância parece ser olfativo. Dos gêneros mais conhecidos por serem polinizados por estes mecanismos estão *Trichoceros* e *Trigonidium*, além de dois da subfamília Orchidoideae, *Ophrys* e *Cryptostylis* (VAN DER PIJL & DODSON, 1966).

Singer (2002) descreveu a polinização de *Trigonidium obtusum* Lindl. por abelhas zangões de *Plebeia droryana* através do mecanismo de mimetismo sexual das flores e engano com estratégia análoga a utilizada por populações das orquídeas européias *Ophrys sphegodes* Mill. *Mormolyca ringens* (Lindl.) Schltr. representa mais um caso de pseudocopulação por abelhas, sendo o labelo papiloso das flores semelhante ao de várias espécies de *Ophrys* (SINGER *et al.*, 2004).

As minúsculas flores de *Lepanthes glicensteinii* Luer também são polinizadas por engano reprodutivo, porém, do tipo pseudocopulatório genital que antes era somente registrado para o gênero *Cryptostylis*. Os mosquitos machos *Bradysia floribunda* parecem ejacular durante a pseudocopulação e o polinário que adere ao seu abdômen é depositado na próxima flor visitada (BLANCO & BARBOZA, 2005).

Dentre as espécies da subfamília Epidendroideae com definição para sua síndrome de polinização, o engano é sem dúvida o mecanismo mais amplamente disseminado. Seguido

deste mecanismo, encontram-se as espécies melitófilas e com bem menos casos as esfingófilas, miófilas e generalistas.

Tremblay (1992) mostra uma tendência evolucionária em que o número médio de polinizador por espécie de orquídea é menor na subfamília Epidendroideae apresentando 1,5 polinizadores para cada espécie. Isso sugere que membros dessa subfamília possuem sistemas de polinização altamente especializados com uma ou poucas espécies envolvidas. Pemberton (2010) fez uma análise completa acerca dos recursos bióticos como pólen, óleo, fragrância, resina ou até mesmo mimetismo de predadores que são necessários nas relações entre polinizadores e orquídeas especialistas, como também, implicações para restauração e conservação desses polinizadores.

Na síndrome de polinização por melitofilia (abelhas) além de fragrância e óleos florais, outros recursos como pólen e resina florais são disponibilizados aos polinizadores. *Psilochilus modestus* Barb. Rodr. é uma orquídea Epidendroideae melitófila com características basais que atrai várias espécies de pequenas abelhas nativas solitárias e sociais com sua doce fragrância e disponibiliza néctar, como também, pólen aos seus visitantes e polinizadores (PANSARIN & DO AMARAL, 2008). Em *Oncidium ascendens* Lindl., abelhas *Trigona nigra* polinizam flores e coletam resina para construção de ninhos (PARRA-TABLA *et al.*, 2000). *Acrolophia cochlearis* (Lindl.) Schltr. & Bolus é altamente especializada num sistema que envolve recompensa com concentrado néctar e polinização por abelhas solitárias *Colletes claripes* (PETER & JOHNSON, 2009).

As flores tipicamente esfingófilas de *Mystacidium venosum* Harv. ex Rolfe com cor branca e esporão com cerca de 4,5 centímetros produzem néctar diluído e uma agradável essência de jasmim, sendo polinizadas por esfingídeos da espécie *Nephele accentifera accentifera* (LUYT & JOHNSON, 2001). No entanto, *Angraecum striatum* Thouars possui flores com características semelhantes e são polinizadas por aves *Zosterops borbonicus* (MICHENEAU *et al.*, 2008), assim como, *Angraecum cadetii* Bosser a qual teve recentemente sua polinização documentada por espécies de grilos do gênero *Glomeremus* (MICHENEAU *et al.*, 2010).

A presente revisão contemplou apenas um artigo sobre miofilia registrado para duas espécies de *Octomeria* (*O. crassifolia* e *O. grandiflora*) polinizadas por moscas *Sciaridae* (Diptera) (BARBOSA *et a.*, 2009). Como também, somente um para síndrome de polinização

generalizada em flores de *Listera ovata* (L.) R. Br. perfumadas e com grandes quantidades de néctar secretado, sendo visitadas por inúmeras espécies de insetos generalistas e tem as vespas Ichneumonidae como polinizadores adequados (BRYN *et al.*, 2008).

Com relação aos sistemas reprodutivos, a maioria das espécies Epidendroideae é autocompatível, porém dependente de polinizador. Podemos citar, por exemplo, *Cymbidium goeringii* (YU *et al.*, 2008), três espécies de *Eulophia* (PEMBERTON *et al.*, 2008; PETER & JOHNSON, 2009), espécies de *Bulbophyllum* (BORBA *et al.*, 1999), *Epidendrum secundum* (PANSARIN & AMARAL, 2008), *Guarianthe skinneri* (PEMBERTON, 2007), bem como espécies de *Cattleya* (STORT & MARTINS, 1980; SMIDT *et al.*, 2006; STORTI, 2007).

Segundo Johnson (2009) e Jürgens *et al.* (2009), *Eulophia alta* (L.) Fawc. & Rendle é autocompatível e autopolinizada espontaneamente, porém não apomítica. Outras espécies de *Eulophia* são citadas por Peter & Johnson (2009) como autocompatíveis, com completa ou parcial ausência do rostelo em algumas flores. Stort & Martins (1980) apresentam apenas uma espécie de *Cattleya* com autopolinização espontânea, *Cattleya aurantiaca* Bateman ex Lindley, que acontece através da autólise do rostelo. Em espécies de *Epipactis microphylla* (Ehrh.) Sw. ocorre cleistogamia com características residuais de alogamia (BONATTI *et al.*, 2006). Para estas espécies há certa independência para reprodução na ausência de vetores bióticos.

Por sua vez, em espécies vegetais auto-incompatíveis que dependem de uma ou poucas espécies de polinizadores para reprodução são, especialmente, mais vulneráveis aos efeitos da fragmentação de habitat e diminuição da quantidade de animais vetores de pólen, sendo estas, as que mais correm riscos de extinção local. São apontadas seis espécies Epidendroideae de sistema reprodutivo auto-incompatível: *Oncidium ascendens* (PARRA-TABLA *et al.*, 2001), *Psychillis monensis* (ARAGON & ACKERMAN, 2004), *Mormolyca ringens* (SINGER *et al.*, 2004), *Coelogyne fimbriata* (CHENG *et al.*, 2009) e *Octomeria crassifolia* e *O. grandiflora* (BARBOSA *et al.*, 2009). Por fim, *Notylia nemorosa* é predominantemente auto-incompatível com protrandria (SINGER & KOEHLER, 2003).



Revisão de literatura

Tabelas

Tabela 1 – Relação dos diversos tipos de recursos florais contidos em espécies estudadas para subfamília Epidendroideae.

Epidendroideae	Recursos florais	Referências
<i>Acrolophia cochlearis</i>	Néctar	Peter & Johnson 2009
<i>Angraecum striatum</i>	Fragrância e néctar	Micheneau <i>et al.</i> 2008
<i>Cattleya elongata</i>	Nenhum	Smidt <i>et al.</i> 2006
<i>Cattleya tenuis</i>	Nenhum	Smidt <i>et al.</i> 2006
<i>Coelogyne fimbriata</i>	Fragrância e néctar	Cheng <i>et al.</i> 2009
<i>Cymbidium goeringii</i>	Fragrância	Yu <i>et al.</i> 2008
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i>	Nenhum	Pansarin <i>et al.</i> 2008
<i>Cyrtopodium punctatum</i>	Nenhum	Pemberton & Liu 2008
<i>Epidendrum secundum</i>	Nenhum	Pansarin & Amaral 2008
<i>Epipactis microphylla</i>	Néctar	Bonatti <i>et al.</i> 2006
<i>Eulophia alta</i>	Fragrância e néctar	Jürgens <i>et al.</i> 2009
<i>Eulophia ensata</i>	Nenhum	Peter & Johnson 2009
<i>Eulophia graminea</i>	Fragrância e néctar	Pemberton <i>et al.</i> 2008
<i>Eulophia welwitschii</i>	Nenhum	Peter & Johnson 2009
<i>Govenia utriculata</i>	Pseudopólen	Pansarin 2008
<i>Grobya amherstiae</i>	Fragrância e óleos florais	Pansarin <i>et al.</i> 2009
<i>Guarianthe skinneri</i>	Néctar extrafloral	Pemberton 2007
<i>Lepanthes glicensteinii</i>	Fragrância	Blanco & Barboza 2005
<i>Listera ovata</i>	Fragrância e néctar	Brys <i>et al.</i> 2008
<i>Mormolyca ringens</i>	Fragrância	Singer <i>et al.</i> 2004
<i>Myrmecophila christinae</i>	Fragrância	Parra-Tabla <i>et al.</i> 2009
<i>Mystacidium venosum</i>	Fragrância e néctar	Luyt & Johnson 2001
<i>Neottia listeroides</i>	Néctar	Wang <i>et al.</i> 2008
<i>Notylia nemorosa</i>	Fragrância	Singer & Koehler 2003
<i>Octomeria crassifolia</i> e <i>O. grandiflora</i>	Fragrância e néctar	Barbosa <i>et al.</i> 2009
<i>Oncidium ascendens</i>	Resina e néctar	Parra-Tabla <i>et al.</i> 2001
<i>Pseudolaelia corcovadensis</i>	Nenhum	Borba & Braga 2003
<i>Psilochilus modestus</i>	Fragrância, néctar e pólen	Pansarin & Do Amaral 2008
<i>Stanhopea lietzei</i> e <i>S. insignis</i>	Fragrância	Pansarin & Do Amaral 2009
<i>Trigonidium obtusum</i>	Fragrância	Singer 2002

Tabela 2 - Relação de espécies Epidendroideae estudadas polinizadas por machos de abelhas Euglossini e seus respectivos polinizadores.

Epidendroideae	Polinizadores (Euglossini)
<i>Cattleya eldorado</i> Linden	<i>Eulaema mocsaryi</i> e <i>Eulaema nigrita</i> [1]
<i>Cattleya elongata</i> Barb. Rodr.	<i>Eulaema nigrita</i> [2]
<i>Cattleya maxima</i> Lindl.	<i>Eulaema polychroma</i> [3]
<i>Cattleya mendelii</i> hort.	<i>Eulaema cingulata</i> [4]
<i>Cattleya warszewiczii</i> Rchb. f.	<i>Eulaema polychroma</i> e <i>Eulaema cingulata</i> [5]
<i>Cyrtopodium punctatum</i> (L.) Lindl.	<i>Euglossa viridissima</i> [6]
<i>Guarianthe skinneri</i> (Bateman) Dressler & W.E. Higgins	<i>Euglossa viridissima</i> [7]
<i>Myrmecophila christinae</i> Carnevali & Gómez-Juárez	<i>Eulaema polychroma</i> [8]
<i>Notylia nemorosa</i> Barb. Rodr.	<i>Eulaema nigrita</i> e <i>Eulaema melanothricha</i> [9]
<i>Stanhopea insignis</i> Frost ex W. Hook.	<i>Eufriesea purpurata</i> [10]
<i>Stanhopea lietzei</i> (Regel) Schltr.	<i>Eufriesea pulchra</i> [10]

Referências: [1] Storti 2007; [2] Smidt *et al.* 2006; [3] Dodson & Frymire 1961 *apud* van der Pijl & Dodson 1966; [4] Dodson (não publicado) *apud* van der Pijl & Dodson 1966; [5] Dodson 1965 *apud* Pijl & Dodson 1966; [6] Pemberton & Liu 2008; [7] Pemberton 2007; [8] Parra-Tabla *et al.* 2009; [9] Singer & Koehler 2003 e [10] Pansarin & Do Amaral 2009.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGON, S.; ACKERMAN, J.D. Does flower color variation matter in deception-pollinated *Psychilis monensis* (Orchidaceae)? **Oecologia**, v. 138, p. 405-413, 2004.
- ARDITI, J. **Fundamentals of Orchid Biology**. New York: John Wiley & Sons, 1992.
- BARBOSA, A.R.; DE MELO, M.C.; BORBA, E.L. Self-incompatibility and myophily in *Octomeria* (Orchidaceae, Pleurothallidinae) species. **Plant Systematics and Evolution**, v. 283, p. 1-8, 2009.
- BLANCO, M.A.; BARBOZA, G. Pseudocopulatory pollination in *Lepanthes* (Orchidaceae: Pleurothallidinae) by fungus gnats. **Annals of Botany**, v. 95, p. 763-772, 2005.
- BONATTI, P.M.; SGARBI, E.; DEL PRETE, C. Gynostemium micromorphology and pollination in *Epipactis microphylla* (Orchidaceae). **Journal of Plant Research**, v. 119, p. 431-437, 2006.
- BORBA, E.L.; BRAGA, P.I.S. Biologia reprodutiva de *Pseudolaelia corcovadensis* (Orchidaceae): melitofilia e autocompatibilidade em uma Laeliinae basal. (Reproductive biology of *Pseudolaelia corcovadensis* Porto & Brade (Orchidaceae): melittophily and self-compatibility in a basal Laeliinae.). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26 (4), p. 541-549, 2003.
- BORBA, E.L.; SHEPHERD, G.J.; SEMIR, J. Reproductive systems and crossing potential in three species of *Bulbophyllum* (Orchidaceae) occurring in Brazilian 'campo rupestre' vegetation. **Plant Systematics and Evolution**, v. 217 (3-4), p. 205-214, 1999.
- BRYN, R.; JACQUEMYN, H.; HERMY, M. Pollination efficiency and reproductive patterns in relation to local plant density, population size, and floral display in the rewarding *Listera ovata* (Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 157, p. 713-721, 2008.
- CAMERON, K.M.; CHASE, M.W.; WHITTEN, W.M.; KORES, P.J.; JARRELL, D.C.; ALBERT, V.A.; YUKAWA, T.; HILLS, H.G.; GOLDMAN, D.H. A phylogenetic analysis of the Orchidaceae: evidence from rbcL nucleotide sequences. **American Journal of Botany**, v. 86 (2), p. 208-224, 1999.
- CHENG, J.; SHI, J.; SHANGGUAN, F-Z.; DAFNI, A.; DENG, Z-H.; L:UO, Y-B. The pollination of a self-incompatible, food-mimic orchid, *Coelogyne fimbriata* (Orchidaceae), by female *Vespula* wasps. **Annals of Botany**, v. 104, p. 565-571, 2009.
- DAFNI, A. Mimicry and deception in pollination. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.15, p. 259-278, 1984.

- DODSON, C.H.; DRESSLER, R.L.; HILLS, H.G.; ADAMS, R.M.; WILLIAMS, N.H. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science**, v. 164, p. 1243-1249, 1969.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3 ed. New York: Pergamon Press, 1979.
- FENSTER, C.B.; ARMBRUSTER, W.S.; WILSON, P.; DUDASH, M.R.; THOMSON, J.D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 375-403, 2004.
- HOEHNE, F.C. **Iconografia de orchidáceas do Brasil**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1949.
- JOHNSON, T.R.; STEWART, S.L.; KAUTH, P.; KANE, M.E.; PHILMAN, N. Confronting assumptions about spontaneous autogamy in populations of *Eulophia alta* (Orchidaceae) in south Florida: assessing the effect of pollination treatments on seed formation, seed germination and seedling development. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 78-88, 2009.
- JUDD, S.W.; CAMPBELL, C.S.; KELLOG, E.A.; STEVENS, P.F.; DONOGHUE, M.J. **Sistemática vegetal: Um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- JÜRGENS, A.; BOSCH, S.R.; WEBBER, A.C.; WITT, T.; FRAME, D.; GOTTSBERGER, G. Pollination biology of *Eulophia alta* (Orchidaceae) in Amazonia: effects of pollinator composition on reproductive success in different populations. **Annals of Botany**, v. 104, p. 897-912, 2009.
- LUYT, R.; JOHNSON, S.D. Hawkmoth pollination of the African epiphytic orchid *Mystacidium venosum*, with special reference to flower and pollen longevity. **Plant Systematics and Evolution**, v. 228, p. 49-62, 2001.
- MICHENEAU, C.; FOURNEL, J.; HUMEAU, L.; PAILLER, T. Orchid-bird interactions: a case study from *Angraecum* (Vandaeae, Angraecinae) and *Zosterops* (white-eyes, Zosteropidae) on Reunion Island. **Botany-Botanique**, v. 86, p. 1143-1151, 2008.
- MICHENEAU, C.; FOURNEL, J.; WARREN, B.H.; HUGEL, S.; GAUVIN-BIALECKI, A.; PAILLER, T.; STRASBERG, D.; CHASE, M.W. Orthoptera, a new order of pollinator. **Annals of Botany**, v. 105, p. 355-364, 2010.
- MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 2000.
- MICKELIUNAS, L.; PANSARIN, E.R.; SAZIMA, M. Biologia floral, melitofilia e influência de besouros Curculionidae no sucesso reprodutivo de *Grobya amherstiae* Lindl.

- (Orchidaceae: Cyrtopodiinae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n.2, p. 251-258, 2006.
- PANSARIN, E.R. Reproductive biology and pollination of *Govenia utriculata*: a syrphid fly orchid pollinated through a pollen-deceptive mechanism. **Plant Species Biology**, v. 23, p. 90-96, 2008.
- PANSARIN, E.R.; AMARAL, M.C.E. Reproductive biology and pollination mechanisms of *Epidendrum secundum* (Orchidaceae). Floral variation: a consequence of natural hybridization? **Plant Biology**, v. 10, p. 211-219, 2008.
- PANSARIN, E.R.; DO AMARAL, M.D.E. Pollen and nectar as a reward in the basal epidendroid *Psilochilus modestus* (Orchidaceae: Triphoreae): a study of floral morphology, reproductive biology and pollination strategy. **Flora**, v. 203, p. 474-483, 2008.
- PANSARIN, E.R.; DO AMARAL, M.D.E. Reproductive biology and pollination of southeastern Brazilian *Stanhopea* Frost ex Hook. (Orchidaceae). **Flora**, v. 204, 238-249, 2009.
- PANSARIN, L.M.; CASTRO, M.D.; SAZIMA, M. Osmophore and elaiophores of *Grobya amherstiae* (Catasetinae, Orchidaceae) and their relation to pollination. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 159, p. 408-415, 2009.
- PANSARIN, L.M.; PANSARIN, E.R.; SAZIMA, M. Facultative autogamy in *Cyrtopodium polyphyllum* (Orchidaceae) through a rain-assisted pollination mechanism. **Australian Journal of Botany**, v. 56, p. 363-367, 2008a.
- PANSARIN, L.M.; PANSARIN, E.R.; SAZIMA, M. Reproductive biology of *Cyrtopodium polyphyllum* (Orchidaceae): a Cyrtopodiinae pollinated by deceit. **Plant Biology**, v. 10, p. 650-659, 2008b.
- PARRA-TABLA, V.; ABDALA-ROBERTS, L.; ROJAS, J.; NAVARRO, J.; SALINAS-PEBA, L. Floral longevity and scent respond to pollen manipulation and resource status in the tropical orchid *Myrmecophila christinae*. **Plant Systematics and Evolution**, v. 282, p. 1-11, 2009.
- PARRA-TABLA, V.; VARGAS, C.F.; MAGANA-RUEDA, S.; NAVARRO, J. Female and male pollination success of *Oncidium ascendens* Lindley (Orchidaceae) in two contrasting habitat patches: forest vs. agricultural field. **Biological Conservation**, v. 94, p. 335-340, 2001.
- PEMBERTON, R.; COLLINS, T.; KOPTUR, S. An Asian orchid, *Eulophia graminea* (Orchidaceae: Cymbidieae), naturalizes in Florida. **Lankesteriana**, v. 8, p. 5-14, 2008.

- PEMBERTON, R.W. Biotic resource needs of specialist orchid pollinators. **Botanical Review**, v. 76, p. 275-292, 2010.
- PEMBERTON, R.W. Invasive orchid bee, *Euglossa viridissima*, pollinates the ornamental orchid (*Guarianthe skinneri*) in Florida. **Lankesteriana**, v. 7, p. 461-468, 2007.
- PEMBERTON, R.W.; COLLINS, T.; KOPTUR, S. An Asian orchid, *Eulophia graminea* (Orchidaceae: Cymbidieae), naturalizes in Florida. **Lankesteriana**, v. 8, p. 5-14, 2008.
- PEMBERTON, R.W.; LIU, H. Potential of invasive and native solitary specialist bee pollinators to help restore the rare cowhorn orchid (*Cyrtopodium punctatum*) in Florida. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1758-1764, 2008.
- PETER, C.I.; JOHNSON, S.D. Pollination by flower chafer beetles in *Eulophia ensata* and *Eulophia welwitschii* (Orchidaceae). **South African Journal of Botany**, v. 75, p. 762-770, 2009.
- PETER, C.I.; JOHNSON, S.D. Reproductive biology of *Acrolophia cochlearis* (Orchidaceae): estimating rates of cross-pollination in epidendroid orchids. **Annals of Botany**, v. 9, p. 573-581, 2009.
- PRIDGEON, A.M.; CRIBB, P.J.; CHASE, M.W.; RASMUSSEN, F.N. [eds.]. **Genera Orchidacearum 4 - Epidendroideae (Part 1)**. Oxford: University Press, 2006.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers, 1996.
- SCHWEINFURTH, C. Orchids of Peru. **Fieldiana**, v. 30 (3), p. 533-786, 1960.
- SINGER, R.B. The pollination mechanism in *Trigonidium obtusum* Lindl. (Orchidaceae: Maxillariinae): sexual mimicry and trap-flowers. **Annals of Botany**, v. 89 (2), p. 157-163, 2002.
- SINGER, R.B.; FLACH, A.; KOEHLER, S.; MARSALOLI, A.J.; AMARAL, M.C.E. Sexual mimicry in *Mormolyca ringens* (Lindl.) Schltr. (Orchidaceae: Maxillariinae). **Annals of Botany**, v. 93, p. 755-762, 2004.
- SINGER, R.B.; KOEHLER, S. Notes on the pollination biology of *Notylia nemorosa* (Orchidaceae): do pollinators necessarily promote cross pollination? **Journal of Plant Research**, v. 116(1), p. 19-25, 2003.
- SMIDT, E.C.; SILVA-PEREIRA, V.; BORBA, E.L. Reproductive biology of two *Cattleya* (ORCHIDACEAE) species endemic to north-eastern Brazil. **Plant Species Biology**, v. 21, p. 85-91, 2006.

- STORT, M.N.S.; MARTINS, P.S. Autopolinização e polinização cruzada em algumas espécies do gênero *Cattleya* (Orchidaceae). **Ciência e Cultura**, v. 32, p. 1080-1083, 1980.
- STORTI, E.F. Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de *Cattleya eldorado* Linden (ORCHIDACEAE). **Tese de Doutorado**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2007.
- TREMBLAY, R.L. Trends in the pollination ecology of the Orchidaceae: evolution and systematics. **Canadian Journal of Botany**, v. 70, p. 642-650, 1992.
- VAN DER CINGEL, N.A. **An atlas of orchid pollination: America, Africa, Asia and Australia**. Rotterdam: Balkema Publishers, 2001.
- VAN DER PIJL, L.; DODSON, C.H. **Orchid flowers their pollination and evolution**. Miami: University of Miami Press, 1966.
- WANG, C-Q.; LUO, Y-B.; TAI, Y-D.; AN, D-J.; KOU, Y. Ants pollinate *Neottia listeroides* (Orchidaceae) in Sichuan, China. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 46, p. 836-846, 2008.
- YU, X-H.; LUO, Y-B.; DONG, M. Pollination biology of *Cymbidium goeringii* (Orchidaceae) in China. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 46, p. 163-174, 2008.



**Biologia reprodutiva e restrição de polinizador em *Cattleya granulosa* Lindley:
implicações para conservação de uma orquídea ameaçada e endêmica do Brasil**

Manuscrito a ser enviado ao periódico *Plant Species Biology*

Biologia reprodutiva e restrição de polinizador em *Cattleya granulosa* Lindley: implicações para conservação de uma orquídea ameaçada e endêmica do Brasil

Rosaly de Araújo Costa ¹

Isabel Cristina Machado ²

1 Pós Graduação em Biologia Vegetal - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica. Rua Prof. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária, 50670-901 - Recife, PE – Brasil. Telefone: (81) 21268945 Fax: (81) 21268348 (rosaly_bio@hotmail.com)

2 Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 50670-901, Brasil.

Biologia reprodutiva de *Cattleya granulosa* Lindl.

RESUMO

Cattleya granulosa Lindl. é uma orquídea endêmica e ameaçada de extinção restrita a fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil. A biologia floral e os sistemas reprodutivos de *C. granulosa* no “Parque das Dunas” e “Barreira do Inferno” no Rio Grande do Norte foram investigados, e ainda, foram realizadas coletas de machos de abelhas Euglossini atraídos por iscas odores para verificar a ocorrência de políneas aderidas ao corpo. As flores apresentam cores que variam entre os tons esverdeados, amarelados e castanhos avermelhados, osmóforos que produzem fragrância fortemente adocicada e guias de néctar no labelo que absorvem luz ultravioleta. Mimetizam um modelo geral de flor tipicamente melitófila, porém produz pouco néctar floral e pode estar atuando com um mecanismo de engodo. As visitas que resultam em polinização são muito raras e a frutificação é baixa (9,19%) para as duas áreas estudadas e isso pode ter gerado a ausência dos polinizadores efetivos nas observações focais. Existe diferença significativa na formação natural de frutos entre as duas áreas, sendo o Parque das Dunas o local de menor frutificação. *Cattleya granulosa* é autocompatível, porém dependente de polinizador para reprodução, haja vista que nesta espécie não ocorreu reprodução vegetativa nas duas áreas. Os resultados do estudo são discutidos acerca dos atributos florais relacionados à síndrome de polinização melitófila, dos visitantes das flores e os prováveis polinizadores, do sistema reprodutivo e a importância do vetor de pólen, assim como, as causas da fragmentação da Floresta Atlântica e medidas mitigadoras do processo de extinção dessa espécie.

Palavras-chave: biologia reprodutiva, *Cattleya*, melitofilia, Euglossini, Orchidaceae.

ABSTRACT

Reproductive biology and pollinator limitation in *Cattleya granulosa* Lindley: implications for conservation of a threatened and endemic brasilian orchid. *Cattleya granulosa* Lindl. is an endemic orchid of northeastern Brazil which is threatened by extinction since its distribution is restricted to the highly fragmented Atlantic Rain Forest. The floral biology and the breeding systems of *C. granulosa* populations from “Parque das Dunas” and “Barreira do Inferno”, Rio Grande do Norte, Brazilian Northeast was investigated. Odor baits was using to sample possible pollinators, like male Euglossine bees, whose bodies were also checked for pollinia attached to them. *C. granulosa* flowers were greenish, yellowish or brown-redish, with osmophores that produce a strong sweet smell on the flower lip and the nectar-guides absorbing ultraviolet light. The flowers mimic typically generalized melittophilous flowers, produce little floral nectar and, maybe, they play an important role in pollination by deceit mechanisms. Effective visitations to the pollination process are rare, and the fruiting is low (9.19%) for both study sites and this may have caused the absence of observations of the effective pollinator in focal observations. Fruiting was significantly lower in Parque das Dunas. *C. granulosa* is self-compatible, but requires a pollinator to reproduce (there was no vegetative reproduction). The results were discussed regarding the melittophily pollination syndrome and the possible pollinator species, as well, the causes of the extinction process and actions to mitigate it.

Key words: reproductive biology, *Cattleya*, melittophily, Euglossini, Orchidaceae.

Biologia reprodutiva e restrição de polinizador em *Cattleya granulosa* Lindley: implicações para conservação de uma orquídea ameaçada e endêmica do Brasil

Introdução

A família Orchidaceae está constituída por cerca de 850 gêneros e 20.000 espécies, sendo considerada a maior família das Angiospermas (Souza & Lorenzi, 2008). A maior diversidade desta família encontra-se na região Neotropical, onde o leste do Brasil com cerca de 200 gêneros e 2.500 espécies é considerado a segunda região mais rica (Souza & Lorenzi, 2008). No domínio Mata Atlântica é a família melhor representada com relação à riqueza e endemismo de gêneros e espécies (Stehmann *et al.*, 2009).

O gênero *Cattleya* (Subfamília Epidendroideae, tribo Epidendreae e subtribo Laeliinae) está constituído por 50 espécies, das quais 28 são encontradas no Brasil, sendo 23 destas endêmicas (Pabst & Dungs, 1975, 1977; Fowlie, 1977). *Cattleya granulosa* Lindl. é uma das endêmicas, ocorrendo exclusivamente na região litorânea do Nordeste nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia (Pabst & Dungs, 1975; Cruz *et al.*, 2003).

Na lista oficial da flora ameaçada de extinção no Brasil, produzida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em setembro de 2008, *Cattleya granulosa* aparece em categoria vulnerável e é corroborada por mais duas listas publicadas no ano seguinte (2009) pela International Union for Conservation of Nature (IUCN) e Fundação Biodiversitas. A perda de habitat por fragmentação em detrimento da exploração imobiliária unida aos aumentos da temperatura e do nível dos oceanos devido ao aquecimento global, além de coletas predatórias pelo seu elevado valor ornamental podem ser os motivos pelos quais *C. granulosa* atingiu a categoria de extinção vulnerável nestas listas vermelhas.

O conhecimento da biologia reprodutiva de plantas endêmicas e, particularmente daquelas também ameaçadas de extinção, é essencial para sua conservação e possível restauração. Vale ressaltar que estudos detalhados da biologia da polinização deste gênero são escassos, havendo registro de investigações para apenas três (*Cattleya eldorado*, *C. elongata* e *C. tenuis*) das cinquenta espécies, com apenas um artigo publicado (Smidt *et al.*, 2006).

O baixo sucesso reprodutivo das Orchidaceae baseado na predominância da limitação de polinização pode ser paradoxalmente responsável pelos mecanismos de polinização únicos e extrema diversidade da família (Tremblay *et al.*, 2005). A reprodução sexuada não é um meio importante somente para aumentar o número de indivíduos, como também mantém a variabilidade genética nas progênies. Se esta reprodução for mediada por animais vetores de pólen, conseqüentemente faz-se necessária a gestão e proteção desses vetores (Sipes & Tepedino, 1995).

Considerando o endemismo e a vulnerabilidade de *Cattleya granulosa*, objetivamos neste trabalho responder as seguintes questões: (1) Qual o período de floração dessa espécie? (2) Quem são os visitantes florais e potenciais polinizadores? (3) Há visitas de abelhas Euglossini, como evidenciado em outras espécies de *Cattleya*? (4) *C. granulosa* é autocompatível e autógama ou há dependência de polinizador para a formação de frutos e sementes?

Espera-se fornecer informações básicas para subsidiar programas de conservação e preservação em ambiente natural desta espécie de orquídea.

Materiais e Métodos

Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de dunas litorâneas no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. A primeira área localiza-se no Parque Estadual Dunas de Natal “Jornalista Luiz Maria Alves”, que está situado na capital potiguar (5° 48’ S e 35° 11’ O) com 1.172 hectares ao longo de nove quilômetros de extensão longitudinal ao longo do litoral (Figura 1 A e B). A vegetação predominante é classificada como Floresta Estacional Semidecidual e Floresta de Restingas, pertencendo ao domínio Mata Atlântica (Veloza *et al.*, 1991) com elementos de Caatinga e Tabuleiro Costeiro. O clima da região é descrito como tropical úmido com precipitações pluviométricas variando de 800 mm até mais de 1.500 mm anuais e temperaturas médias anuais em torno de 26,4 °C. O período úmido está compreendido entre os meses de março a agosto e o seco entre setembro a fevereiro. Os gráficos com os dados mensais de precipitação e temperatura para os anos de 2008 e 2009 encontram-se, respectivamente, na Figura 1 D e E (LAVAT, 2010).

A segunda área de estudo é o Centro de Lançamento Barreira do Inferno, o qual pertence à Força Aérea Brasileira (FAB), localizada no município de Parnamirim (5° 55' S e 35° 9' O). O Centro ocupa aproximadamente 18 Km², o que corresponde a 1.832 hectares de florestas praticamente intactas com 36 quilômetros de praias, incluindo o “Morro do Careca”, cartão postal da cidade do Natal (CLBI, 2010). As características climáticas e vegetacionais do local são semelhantes as do Parque das Dunas, do qual dista apenas 13 Km (Figura 1 A e C).

Fenologia reprodutiva e biologia floral

Foram marcados indivíduos de uma população natural de *Cattleya granulosa* encontrados ao longo de uma trilha pré-estabelecida no Parque das Dunas distribuídos numa área de aproximadamente 4.225 m². No primeiro ano (2008) foram marcados 40 indivíduos de *C. granulosa* para monitoramento mensal das fenofases reprodutivas (floração e frutificação). No ano seguinte (2009), além do acompanhamento desses 40 indivíduos, outros 120 indivíduos foram marcados e também monitorados. No período de floração as observações de campo eram semanais ou mesmo diárias.

Botões, flores e frutos de *C. granulosa* foram analisados a fresco e também conservados em álcool 70% para medição e descrição. As estruturas florais foram medidas com paquímetro digital em 22 flores de indivíduos diferentes (Dafni *et al.*, 2005).

Material testemunho de *C. granulosa* foi depositado no Herbário Geraldo Mariz (UFP – 58.914) com duplicata enviada para o Herbário UFRN (UFRN – 10.076).

Flores de *C. granulosa* (n=168) foram marcadas em indivíduos diferentes de uma população do Parque das Dunas para observar a sequência de antese, assim como, a remoção e deposição natural de polinários.

A presença de osmóforos foi analisada mergulhando-se cinco flores frescas de cinco indivíduos em vermelho neutro a 1% por 10 minutos e lavando-as a seguir em água corrente (modificado de Vogel, 1990). Uma sexta flor foi lavada com solução de ácido acético a 5% ao final do procedimento citado anteriormente (Wiemer *et al.*, 2009). Em campo, cinco flores também de indivíduos diferentes foram dissecadas, sendo separadas suas peças e colocadas

em recipientes de vidro com tampa por 5 minutos para medida subjetiva do local de emissão e classificação de odores (modificado de Dafni, 1992).

Para investigação dos pigmentos que absorvem luz ultravioleta nas flores de *C. granulosa*, os quais são importantes guias de néctar, foi feito um teste colocando-se cinco flores de cinco indivíduos em atmosfera de hidróxido de amônia dentro de um frasco de vidro fechado com um chumaço de algodão embebido nessa substância por cinco minutos (Scogin *et al.*, 1977). As áreas contrastadas na cor azul marinho revelam a presença de flavonóides responsáveis pela absorção de luz ultravioleta nas flores.

Nove flores e um botão em pré-antese de quatro indivíduos diferentes foram isolados no dia anterior a coleta de néctar com sacos confeccionados com organdi para posterior análise de volume e concentração de açúcares no néctar. A partir das 5h30min da manhã seguinte ao ensacamento iniciou-se a coleta de néctar que se estendeu até 8 horas da manhã. O néctar foi retirado com auxílio de capilares graduados.

Os forófitos nos quais as plantas de *C. granulosa* estavam inseridas (n=71), distribuídos numa área de aproximadamente 0,42 ha, foram identificados em campo por especialistas do Laboratório de Morfologia e Taxonomia de Angiospermas, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Com auxílio de uma trena, foram também medidas as alturas em que as orquídeas estavam aderidas aos forófitos.

Sistema reprodutivo

Os experimentos para analisar o sistema reprodutivo de *C. granulosa* foram conduzidos em ambiente nativo em uma amostra de 66 flores, nas quais foram aplicados três tratamentos: autopolinização espontânea (n=26), autopolinização manual (n=30) e polinização cruzada (n=10). Para o tratamento de autopolinização espontânea, 26 botões de indivíduos diferentes foram envolvidos por sacos confeccionados com organdi para exclusão de polinizadores após a antese. Após um período de 20 dias, os sacos foram removidos e foi realizada a contagem de formação ou não de frutos. Para verificar autopolinização manual foram utilizadas 30 flores de indivíduos diferentes, nos quais cada flor teve suas políneas retiradas manualmente e imediatamente depositada no estigma da mesma flor. Para o teste de polinização cruzada utilizou-se dez flores de indivíduos diferentes, sendo as políneas

removidas manualmente da flor de um indivíduo e logo transferidas para o estigma da flor de outra planta numa distância média de 2 metros entre esses indivíduos. Todos os tratamentos descritos foram realizados em flores ainda não polinizadas, através de constatação visual.

Paralelamente foi feito acompanhamento da polinização natural (grupo controle) em 185 flores distribuídas em duas populações, uma no Parque das Dunas (n=78) e outra na Barreira do Inferno (n=107). As flores foram observadas desde o início da antese até a senescência para evidenciar a formação natural de frutos. As flores que formaram frutos foram contabilizadas e as que não formaram frutos foram coletadas na planta, após o murchamento, para observação da presença/ausência de polinário. A produção de frutos para as duas áreas foi comparada através do teste estatístico Qui-quadrado.

A marcação das flores tratadas foi realizada de forma inteiramente casualizada, através de caminhadas aleatórias pelas duas áreas de estudo nos horários diurnos entre 08h00min às 17h00min. Os tratamentos manuais foram realizados com utilização de luvas cirúrgicas estéreis. Em todos os tratamentos, o sucesso reprodutivo foi aferido a partir da formação de frutos com sementes.

Visitantes florais

Foram realizadas observações focais no campo em 35 plantas, durante os dois ciclos de floração dos anos de 2008 e 2009, totalizando 140 horas distribuídas em 35 dias. As observações iniciaram às 6h00min e encerraram às 17h00min. Para melhor eficiência da atividade do observador, o trabalho foi alternado entre os turnos da manhã e tarde. Foram utilizadas vestimentas camufladas e com ausência de odores fortes para evitar interferência na atividade dos visitantes. Os registros foram efetuados a olho desarmado e com o auxílio de câmera fotográfica digital semi-profissional SONY Cyber-shot DSC-H50 e filmadora SONY DCR SR87 Camcorder Handycam.

Em 2009, foi realizado experimento de captura de machos de abelhas da subtribo Euglossina com o objetivo de analisar a riqueza de espécies e o possível transporte de políneas por essas abelhas. Foram utilizadas doze iscas odores (geraniol, linalol, vanilina, mirceno, acetato de benzila, eucaliptol, eugenol, benzoato de metila, salicilato de metila, escatol, 2-feniletanol e beta-ionona), sendo realizadas no total oito coletas iniciadas no mês de

abril de 2009 (uma coleta no final de cada mês), no período entre 9:00 até 12:00 horas da manhã. As iscas-odores foram colocadas em chumaços de algodão, os quais foram amarrados a um barbante na altura de 1m e 30 cm distanciando 2 metros entre si e dispostas ao longo da trilha principal próxima a população de *C. granulosa*. A essência ‘vanilina’ foi reativada de hora em hora e as demais foram colocadas somente uma vez por coleta. Todas as abelhas capturadas nas iscas por meio de redes entomológicas foram examinadas com relação a presença ou não de políneas no corpo.

As abelhas coletadas foram montadas com alfinetes entomológicos e identificadas com auxílio de chaves de identificação do livro “Abelhas brasileiras” (Silveira *et al.*, 2002). Apenas nas duas primeiras coletas foram sacrificados todos os espécimes atraídos pelas iscas-odores. Nas coletas posteriores, aquelas espécies mais comuns foram identificadas no local, registradas, examinadas quanto a presença de políneas e liberadas. Os insetos foram montados e depositados no Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva da UFPE como espécimes testemunho.

Resultados

Características gerais e da flor de Cattleya granulosa

Cattleya granulosa é uma erva epífita ou terrestre que apresenta crescimento vegetativo simpodial. Em uma amostra aleatória de 120 plantas de *C. granulosa* 49 são terrestres (Figura 2 A) e 71 epífitas (Figura 2 B); destas últimas, 60 delas (84,51%) têm como forófito distintas espécies de *Eugenia* (Myrtaceae). A altura em que as plantas de *C. granulosa* estão aderidas ao forófito variou entre zero até 210 cm (\bar{x} = 65,71 cm, SD \pm 49,57 cm). Não foi detectada reprodução vegetativa no período de realização do estudo. Esta espécie possui caules pseudobulbosos, eretos, cilíndricos que dão origem ao nome popular “canela de ema”. No ápice do pseudobulbo encontram-se duas ou três folhas coriáceas e carnosas revestidas por uma camada de cutícula brilhosa, assim como, uma espata simples com inflorescência racemosa terminal contendo de 1 a 9 flores laxas distribuídas numa espiral em torno de uma curta raque (Figura 2 D).

As flores são bilateralmente simétricas, zigomorfas, com três sépalas petalóides carnosas, sendo uma dorsal e duas laterais com cores que variam entre os tons esverdeados,

amarelados e castanhos avermelhados apresentando-se, na maioria das vezes, com manchas granulares na cor vinácea. As duas pétalas laterais lembram a sépala dorsal na cor, porém são mais largas, onduladas e vistosas (Figura 3 A e B); a terceira pétala (denominada de labelo) é altamente modificada, sendo trilobada e adornada por calosidades em forma de papilas na cor rosa intenso (Figura 3 A e C). Dados morfométricos da flor encontram-se na Tabela 1. O gineceu e o androceu são fundidos e localizados em uma única estrutura de cor branca denominada ginostêmio (Figura 3 D e F). O rostelo, parte especializada do estigma que confere barreira física entre a antera e o próprio estigma, é proeminente e permanece assim até a senescência da flor (Figura 3 F). A antera possui grãos de pólen alojados em políneas e cada uma apresenta uma haste bem desenvolvida denominada caudículo (Figura 3 E). Cada teca produz duas políneas e o conjunto das duas tecas com as quatro políneas forma o polinário. O viscido é uma substância pegajosa encontrada na base das políneas. Para melhor entendimento da organização estrutural dos componentes da flor de *C. granulosa* foi feito um corte longitudinal com vista lateral para este corte e foram apontadas as estruturas na figura 3 G.

Além do nectário floral na base do ginostêmio (Figura 3 D), observam-se também, outros tecidos glandulares nas extremidades e bases das sépalas, além de nectários extraflorais localizados nas brácteas, pedúnculo, pedicelo, botões e ainda nos frutos.

Fenologia da floração e biologia floral

A emissão de inflorescências e botões de *C. granulosa* iniciou a partir de julho em 2009, porém a antese das primeiras flores teve início apenas em agosto, com pico no mês de setembro. O período de floração estendeu-se até novembro, havendo ainda alguns indivíduos com poucas flores no mês de dezembro. Com relação à frutificação, foram registrados apenas dois frutos no dia 24 de setembro de 2009, na mesma inflorescência em um indivíduo de hábito terrestre de *C. granulosa* no Parque das Dunas. Na Barreira do Inferno, foram encontrados sete frutos de *C. granulosa* no mês de outubro de 2009, e mais oito frutos em novembro do mesmo ano.

A antese iniciou de forma simultânea após a ressupinação floral, que representa o movimento de torção do pedicelo em 180° resultando na apresentação do labelo na parte

inferior da flor. O afastamento das sépalas e pétalas, seguido da distensão do labelo, ocorreu durante a manhã terminando por volta de meio dia. O estigma já se apresenta receptivo a partir do primeiro dia de antese e permanece assim até o pré-fenecimento da flor, que se dá entre 15 a 20 dias depois. Após a polinização, as pétalas e sépalas murcham depois de 24 horas, porém persistem no fruto, sendo que o ginostêmio adquire cor verde. A figura 2 C-G ilustra a sequência de eventos que ocorrem desde a torção do pedicelo ainda no botão floral até o fruto maduro.

Os osmóforos localizam-se na parte interna dos lobos laterais do labelo e exalam odor fortemente adocicado, o qual é liberado mais intensamente por volta do meio dia, cessando por volta das 15 ou 16 horas. O nectário é do tipo cunículo parcialmente decurrente com o ovário (segundo classificação utilizada por Cruz *et al.* 2003 para o gênero *Cattleya*) e produz volume insuficiente de néctar para que se possa quantificar o volume e o teor de açúcares total. Os pigmentos que absorvem luz ultravioleta encontram-se nos grânulos vináceos das pétalas e sépalas, assim como, nas papilas de cor rosa intenso do lobo terminal do labelo. A figura 4 mostra as flores após os experimentos que demonstraram o local dos osmóforos e dos pigmentos que absorvem luz ultravioleta em flores de *C. granulosa*.

Sistema reprodutivo

Todas as flores monitoradas nos tratamentos de autopolinização manual e polinização cruzada formaram frutos (Tabela 2). Entretanto, não ocorreu formação de frutos por autopolinização espontânea.

Nas flores marcadas para formação natural de frutos nas duas áreas, Barreira do Inferno e Parque das Dunas, foi encontrada diferença significativa entre os valores ($X^2=6,1716$, $gl=1$, $p=0,0129$). Além disso, das 185 flores observadas em condições naturais, somente 47 (25,41%) tiveram os polinários removidos e destes apenas 17 (36,17%) foram depositados na cavidade estigmática, resultando em 9,19% de frutos formados em condições naturais.

Os frutos formados nos experimentos amadureceram igualmente, cerca de 120 dias após a realização da polinização.

Visitantes florais

Durante o período diurno foram registradas muitas visitas de abelhas do gênero *Trigona* Jurine (1807), as quais foram bastante freqüentes no intervalo de 8:00 às 12:00 horas (Figuras 5A e 5B). Essas abelhas tomam o néctar produzido pelos nectários florais e extraflorais, além de apresentarem um comportamento de raspagem nos grânulos rosa intenso do labelo com as pernas posteriores. *Apis mellifera* Lepeletier (1836) (Figura 5C) apresentou comportamento semelhante, porém suas visitas eram relativamente mais raras.

Himenópteros da família Formicidae foram os visitantes mais freqüentes, juntamente com as abelhas *Trigona* (Figuras 5D e 5F). Entretanto, esses insetos exploraram essencialmente os nectários extraflorais. Foram identificadas cinco morfoespécies de quatro gêneros destas formigas: *Camponotus* sp. Mayr (1861), *Crematogaster* sp1. Lund (1831), *Crematogaster* sp2. Lund (1831), *Paratrechina* sp. Motschulsky (1863) e *Pheidole* sp. Westwood (1839). Essas formigas permaneceram nas plantas de *C. granulosa* desde o aparecimento das espatas com as primeiras inflorescências até o desenvolvimento dos frutos.

Outros visitantes com baixa freqüência e nenhuma participação na remoção e depósito de políneas foram coleópteros da família Curculionidae (Figura 5E). Esses besouros foram observados ovipositando nos verticilos florais de *C. granulosa*. Aranhas da família Thomisidae foram registradas forrageando insetos nas flores; ortópteros e hemípteros também foram visualizados nas flores, porém com comportamento não definido.

Com relação à captura de abelhas Euglossini com iscas odores artificiais foram registradas cinco espécies: *Euglossa* (*Euglossa*) cf. *cordata* Linnaeus (1758), *Eulaema* (*Eulaema*) *bombiformis* Packard (1869), *Eulaema* (*Apeulaema*) *cingulata* Fabricius (1804), *Eulaema* (*Apeulaema*) *nigrita* Lepeletier (1841) e *Exaerete smaragdina* Guérin (1845). Entretanto, nenhuma das abelhas capturadas (Figura 6) apresentou políneas de qualquer espécie de Orchidaceae aderidas a seu corpo. Na tabela 3 encontram-se os números totais de espécimes coletados com as respectivas iscas odores e o horário de captura.

Observou-se preferência das abelhas *Euglossa cordata* e *Eulaema nigrita* pelos odores eucaliptol e eugenol. Por sua vez, *Euglossa cordata* apresentou forte atração por odor beta-ionona e *Eulaema nigrita* por escatol, sendo encontrado maior número de indivíduos dessas espécies coletados nestas duas essências, respectivamente.

Discussão

Baseado nos atributos florais, várias espécies do gênero *Cattleya* são consideradas tipicamente melitófilas de acordo com proposições de van der Pijl e Dodson (1966). Tal fato tem sido corroborado para as espécies *C. eldorado* (Storti, 2007), *C. elongata* e *C. tenuis* (Smidt *et al.*, 2006); *C. luteola* (Dodson dados não publicados *apud* van der Pijl & Dodson, 1966), *C. maxima*, *C. mendelii*, e *C. warszewiczii* (Dodson, 1966), cujos polinizadores, em sua maioria específicos, são abelhas dos gêneros *Bombus*, *Eulaema*, *Melipona* e *Xylocopa*. A partir dos atributos florais, tais como, coloração vistosa nas três sépalas e nas pétalas, incluindo o labelo, grande plataforma de pouso, antese diurna, guias de néctar complexo e fragrância adocicada, pode-se inferir que *Cattleya granulosa* deve também ser polinizada por abelhas.

Estudos desenvolvidos com outras espécies de *Cattleya*, como mencionado anteriormente, apontam a polinização de representantes do gênero por abelhas das subtribos Meliponina, Xylocopina e Euglossina (van der Pijl & Dodson, 1966), sendo as abelhas responsáveis pela polinização de cerca de 60% dos representantes de Orchidaceae (van der Pijl & Dodson, 1966; Arditt, 1992). Diante disto, apesar de não terem sido registradas visitas de um polinizador efetivo em *Cattleya granulosa*, mesmo após 264 horas totais de observações em campo, podemos inferir que o provável polinizador desta espécie de *Cattleya* seria uma abelha de médio ou grande porte, como as espécies de *Exaerete* e *Eulaema*, amostradas através de iscas odores nas áreas de estudo, ou mesmo alguma espécie de *Bombus* ou *Xylocopa*.

Gêneros cleptoparasitas, como *Exaerete* e *Aglae* (Euglossini), raramente são vistos em orquídeas, embora machos dessas abelhas sejam atraídos por iscas odores. Isto pode acontecer devido ao fato das espécies desses gêneros terem mantido algumas características plesiomórficas na tribo, como a combinação da morfologia e tíbias posteriores delgadas comparadas aos gêneros não parasitas, além do comportamento derivado da coleta de fragrâncias (Cameron, 2004). No entanto, *Eulaema*, *Euglossa* e *Eufriesea* são muito frequentemente associados com flores de Orchidaceae (Roubik & Ackerman, 1987). Sendo assim, dentre as espécies de abelhas Euglossini, as do gênero *Eulaema* (*E. bombiformis*, *E. cingulata* e *E. nigrita*), supostamente, teriam mais chances de serem os prováveis

polinizadores de *Cattleya granulosa*, tendo em vista que estas espécies ocorrem nas áreas de estudo e seus indivíduos necessitam coletar compostos aromáticos em flores locais.

No entanto, devido à baixa formação natural de frutos em *C. granulosa* podemos ainda excluir a possibilidade de ser polinizada por machos de abelhas *Eulaema nigrita* que representam uma espécie abundante tanto no Parque das Dunas como na Barreira do Inferno. Em todos os cinquenta e quatro indivíduos de *E. nigrita* capturados com iscas odores, nenhum foi encontrado com políneas no seu corpo. Dessa forma sugerimos que *Eulaema bombiformis* e *Eulaema cingulata* possam estar associadas à polinização de *C. granulosa*, por serem abelhas robustas de grande porte e aparentemente raras nas áreas de estudo, embora, os quatro indivíduos coletados também não tenham apresentado políneas aderidas a qualquer parte do corpo. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade do depósito de políneas no estigma da mesma flor ou de flores próximas estar ocorrendo imediatamente após a sua remoção.

A espécie *Cattleya elongata*, apesar de ser polinizada por abelhas *Eulaema nigrita* e *Bombus brevivillus* (Smidt *et al.*, 2006), com síndrome de polinização tipicamente melitófila, é também visitada e possivelmente polinizada por beija-flores das espécies *Chlorostilbon lucidus* e *Phaethornis pretrei*, ainda que a presença de fragrâncias, entre outros atributos florais, seja um indicativo de polinização por abelhas (Machado *et al.*, 2007). Essa discrepância entre os atributos florais que caracterizam as síndromes de polinização pré-estabelecidas e os efetivos sistemas de polinização ocorre em algumas espécies. Como do mesmo modo, também há exemplos de ausência de características florais que denotem claramente em qual síndrome determinada espécie estaria inserida, como, por exemplo, na espécie *Souroubea guianensis* Aubl. (Marcgraviaceae), que tem atributos florais intermediários entre as síndromes de melitofilia, psicofilia e ornitofilia, não havendo registro de seu verdadeiro polinizador (Machado & Lopes, 2000). Em *C. granulosa*, a questão de quem seria o polinizador efetivo ainda continua sem resposta.

Portanto, a forma e estrutura das flores de *Cattleya granulosa* sugerem um mecanismo de polinização já mostrado por Smidt *et al.* (2006) para *Cattleya elongata*, no qual a abelha acessa a abertura estreita na flor mais ou menos tubular localizada entre os lobos laterais do labelo e o ginostêmio para coletar néctar ou fragrância e ao retirar-se movendo o corpo para trás entra em contato com o viscido e o polinário que nesse processo é liberado da flor e aderido a alguma parte da superfície dorsal do corpo do polinizador e, em uma próxima visita,

o animal entra em outra flor e deposita o polinário na cavidade estigmática e ao sair remove outro polinário.

Cattleya granulosa não apresenta quantidade significativa de néctar floral que possa ser considerada como recompensa podendo estar atuando um mecanismo de engodo, a partir de um modelo geral de flor melitófila (Dafni, 1984; Schiestl, 2005; Jersáková, 2006). A variação das cores de pétalas e sépalas entre os indivíduos pode estar relacionada a um mecanismo de engano com a seleção dependente da frequência negativa (ver Aragón & Ackerman, 2004) ou mesmo para atração de vários tipos de polinizadores orientados pelas cores indicadas nos modelos de síndrome de polinização propostos, por exemplo, por autores como van der Pijl e Dodson (1966) e van der Cingel (2001). Pelo fato das flores permanecerem abertas durante o período diurno e noturno, poderia haver chance de ser visitada por grupos de polinizadores com distintos hábitos, resultando em uma flor generalista ou de síndrome intermediária, ou mesmo utilizar de serviços de abelhas noturnas. Exemplos de generalizações em Orchidaceae são encontrados, inclusive em espécies com atributos florais especializados e associados à melitofilia, como *Rodriguezia bahiensis* Rchb. f., polinizada por abelhas, borboletas, mariposas, beija-flores e moscas (Carvalho & Machado, 2006).

Com relação aos visitantes florais de *C. granulosa*, as abelhas *Trigona* e *Apis mellifera* comportaram-se como pilhadores do pouco néctar floral e extrafloral, uma vez que não realizaram remoção nem deposição de políneas nas flores. Entretanto, espécies de *Trigona* foram observadas por Okada *et al.* (1997) como polinizadores efetivos de *Neuwiedia veratrifolia* Blume, uma Orchidaceae primitiva que oferece pólen como recompensa. De modo similar, *Trigona nigra* polinizam flores de *Oncidium ascendens* Lindl. enquanto coletam resina para construção de seus ninhos (Parra-Tabla *et al.*, 2001).

Com relação a interações com formigas, Hoehne (1949) descreveu associações entre formigas pretas, conhecidas vulgarmente como “sarassara ou açucareira”, as quais constroem volumosos ninhos abrigados em touceiras de espécies de *Cattleya*, *Maxillaria*, *Stanhopea*, *Epidendrum* e outros três gêneros. Em contrapartida, o desenvolvimento das raízes destas plantas é facilitado pela atividade das formigas, enquanto esses insetos obtêm alimento próximo ao ninho e protegem as partes da planta que o secretam. Dessa forma é possível que as formigas encontradas nos nectários extraflorais de *C. granulosa* possuam a capacidade de

limitar a herbivoria dos órgãos reprodutivos, porém esta ação precisa ser comprovada. Em *Epidendrum denticulatum* (Orchidaceae), as formigas *Camponotus sericeiventris* (Formicinae) e *Ectatomma tuberculatum* (Ponerinae), além de possuírem a capacidade de reduzir herbivoria dos órgãos reprodutivos, não interferem no comportamento dos polinizadores (Almeida & Figueiredo, 2003). Pouco comum, porém relatada por Wang *et al.* (2008), é o caso da polinização de uma Orchidaceae, *Neottia listeroides* Lindl., por espécies de formigas dos gêneros *Leptothoras* e *Paratrechina*.

Ao contrário dos besouros do gênero *Montella* (Curculionidae), que realizam autopolinização em flores de *Grobya amherstiae* Lindl. (Orchidaceae) (Mickeliunas *et al.*, 2006), os coleópteros Curculionidae encontrados visitando *C. granulosa* apenas usaram as pétalas e sépalas para ovipositar, sem qualquer contato com estruturas reprodutivas.

Apesar de *C. granulosa* ser autocompatível, o que foi mostrado pela integral formação de frutos nos tratamentos de autopolinização manual, a presença de um vetor de pólen é fundamental, uma vez que nenhum fruto foi formado através de autopolinização espontânea. Este fato, associado à ausência de observações de um polinizador efetivo, se reflete na baixa formação natural de frutos nas duas áreas estudadas. Entretanto, apesar de haver limitação de polinizador, foi verificada sua ocorrência nas duas áreas de estudo, por medida indireta em flores marcadas que tiveram polinários removidos e depositados no estigma (36,17%). Em ambas as populações estudadas, a frequência de visitas do polinizador efetivo foi baixa, o que foi responsável pela ausência de observações focais e, conseqüentemente, pela também baixa taxa de formação natural de frutos nas duas áreas (9,19%). No entanto, a Barreira do Inferno teve significativamente mais visitas e maior frutificação (14,02%) quando relacionada ao Parque das Dunas (2,56%) e isso deve ser reflexo do fato da primeira área ser mais protegida, onde a ação antrópica é mais controlada e a abundância de *C. granulosa* é também maior.

Apenas uma espécie dentre as estudadas para este gênero (*Cattleya aurantiaca*) apresenta autopolinização espontânea por autólise do rostelo (Stort & Martins, 1980; Stort & Galdino, 1984; Arditi, 1992). Dessa forma, a reprodução sexuada mediada por agentes polinizadores é o único meio capaz de manter as populações de *C. granulosa* na natureza, uma vez que não foi constatada reprodução vegetativa na espécie, pelo menos nas populações estudadas, durante os dois anos.

Neste cenário, Hoehne (1949) já mostrava a preocupação com o restabelecimento dos estoques naturais ou o total desaparecimento das espécies de *Cattleya*. De fato, a distribuição geográfica de *Cattleya granulosa* era bem mais ampla, ocorrendo nos Estados brasileiros do Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte em ecossistemas costeiros do domínio da Mata Atlântica, como também, nas Serras do interior no Piauí, Ceará e Pernambuco (Hoehne, 1949). Atualmente, há registros de populações apenas nos Estados da Bahia, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte (Cruz *et al.*, 2003).

As causas da destruição gradativa da Mata Atlântica como um todo são apontadas por Metzger (2009) como sendo historicamente reconhecida desde o século XVI, com a exploração econômica de madeira e a introdução da cana de açúcar no século XVIII. Além disso, são também causas, a expansão das áreas de pastagens no Nordeste do Brasil que ocorreu no primeiro século de colonização e continua até os dias atuais, as plantações de café desenvolvidas entre os séculos XIX e XX, as plantações de eucalipto e, mais recentemente, a expansão das áreas urbanas.

Consequentemente, muitas das espécies endêmicas de Orchidaceae estão ameaçadas de extinção, como *Cattleya granulosa*, não só pelas causas acima citadas, como também, devido à beleza de suas flores e de seus aromas que incita colecionadores orquidófilos do mundo inteiro a coletarem de forma insustentável as espécies em seu ambiente nativo, sendo o gênero *Cattleya*, desde décadas passadas, o maior gerador de lucro dentro do orquidofilismo (Hoehne, 1949).

Para preservação de *Cattleya granulosa* nestes fragmentos onde ainda encontram-se populações deve-se considerar sua íntima relação com os forófitos, que em sua maioria é da família Myrtaceae. Além disso, deve ser levado em conta o restabelecimento e a reintrodução de indivíduos, nos casos mais críticos, bem como a biologia e história natural dos seus agentes vetores de pólen e suas relações ecológicas com outros animais, plantas e locais para nidificação. Medidas restritivas na concessão para construção civil em áreas florestadas onde ocorra esta Orchidaceae e educação ambiental para evitar coletas insustentáveis por parte dos cultivadores de orquídeas devem ser também consideradas.

Portanto, estudos futuros com *Cattleya granulosa* devem focar a importância da interação com os polinizadores em nível de comunidade e o manejo desses vetores,

conhecimento este que, aliados aos expostos neste trabalho, poderão ajudar a elaborar estratégias eficientes e corretas de conservação.

Agradecimentos

Às Unidades de Conservação do Parque Estadual Dunas de Natal e Centro de Lançamento da Barreira do Inferno no Rio Grande do Norte, Brasil, pela permissão e apoio logístico para trabalhar nas suas áreas. À dedicada assistência técnica dos colegas de trabalho de campo e profissionais da Polícia Militar Ambiental do Estado. Aos membros do Laboratório de Interação Planta-Animal da Universidade Federal de Pernambuco (LIPA-UFPE) pela identificação das formigas. Ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida à primeira autora.

Referências

- Almeida A. M. & Figueiredo R. A. (2003) Ants visit nectaries of *Epidendrum denticulatum* (Orchidaceae) in a Brazilian Rainforest: effects on herbivory and pollination. *Brazilian Journal of Biology* **63** (4): 551-558.
- Aragon S., Ackerman J. D. (2004) Does flower color variation matter in deception-pollinated *Psychilis monensis* (Orchidaceae)? *Oecologia* **138**: 405-413.
- Arditi J. (1992) *Fundamentals of Orchid Biology*. John Wiley & Sons, New York.
- Cameron S. A. (2004) Phylogeny and biology of Neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Entomology* **49**: 377-404.
- Carvalho R. & Machado I. C. (2006) *Rodriguezia bahiensis* Rchb. f.: biologia floral, polinizadores e primeiro registro de polinização por moscas Acroceridae em Orchidaceae. *Revista Brasileira de Botânica* **29** (3): 461-470.
- CLBI (2010) Força Aérea Brasileira: Centro de Lançamento da Barreira do Inferno [Citado em 12 de dezembro de 2009]. Disponível em URL: <http://www.clbi.cta.br>
- Cruz D.T., Borba E.L. & van den Berg C. (2003) O gênero *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae) no Estado da Bahia, Brasil. *Sitientibus* **3**: 26-34.
- Dafni A. (1984) Mimicry and deception in pollination. *Annual Review of Ecology and Systematics* **15**: 259-278.
- Dafni A. (1992) *Pollination ecology: a practical approach (the practical approach series)*. University press, New York, Oxford.
- Dafni A., Kevan P. G. & Husband, B. C. (2005) *Practical pollination biology*. Enviroquest Limited, Cambridge.
- Dodson C. H. (1966) Ethology of some bees of the tribe Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* **39**: 607-629.
- Fowlie J. A. (1977) *The Brazilian bifoliate Cattleyas and their color varieties*. Azul Quinta Press, Pomona.
- Hoehne F. C. (1949) *Iconografia de orchidáceas do Brasil*. Instituto de Botânica, São Paulo.

- Jersáková J., Johnson S. D. & Kindlmann P. (2006) Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological Review* **81**: 219-235.
- LAVAT (2010) Instituto de Pesquisas Espaciais, Centro Regional do Nordeste: Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais. [Citado em 5 de abril de 2010]. Disponível em URL: <http://www.crn2.inpe.br/lavat/index.php>
- Machado C. G., Coelho A. G., Santana C. S. & Rodrigues M. (2007) Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia* **15** (2): 267-279.
- Machado I. C. & Lopes A. (2000) *Souroubea guianensis* Aubl.: Quest for its legitimate pollinator and the first Record of tapetal oil in the Marcgraviaceae. *Annals of Botany* **85**: 705-711.
- Metzger J. P. (2009) Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* **142**: 1138-1140.
- Mickeliunas L., Pansarin E. R. & Sazima M. (2006) Biologia floral, melitofilia e influência de besouros Curculionidae no sucesso reprodutivo de *Grobya amherstiae* Lindl. (Orchidaceae: Cyrtopodiinae). *Revista Brasileira de Botânica* **29** (2): 251-258.
- Okada H., Kubo S. & Mori Y. (1997) Pollination system of *Neuwiedia veratrifolia* Blume (Orchidaceae, Apostasioideae) in the Malesian wet tropics. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* **47** (2): 173-181.
- Pabst G. F. J. & Dungs F. (1975) *Orchidaceae Brasiliensis*. vol. 1. Brück-Verlag, Hildesheim.
- Pabst G. F. J. & Dungs F. (1977) *Orchidaceae Brasiliensis*. vol. 2. Brück-Verlag, Hildesheim.
- Parra-Tabla V., Vargas C. F., Magana-Rueda S. & Navarro, J. (2001) Female and male pollination success of *Oncidium ascendens* Lindley (Orchidaceae) in two contrasting habitat patches: forest vs. agricultural field. *Biological Conservation* **94**: 335-340.
- Roubik D. W. & Ackerman J. D. (1987) Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia* **73** (3): 321-333.
- Schiestl F. P. (2005) On the success of a swindle: pollination by deception in orchids. *Naturwissenschaften* **92**: 255-264.

- Scogin R., Young D. A. & Jones C. E. (1977) Anthochlor pigments and pollination biology: II, The ultraviolet patterns of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **104**: 155-159.
- Silveira F. A., Melo G. A. R & Almeida E. A. B. (2002) *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. Editora Eletrônica Composição e Arte, Belo Horizonte.
- Sipes S. D. & Tepedinho V. J. (1995) Reproductive biology of the rare orchid, *Spiranthes diluvialis*: breeding system, pollination, and implications for conservation. *Conservation Biology* **9**: 929-938.
- Smidt E. C., Silva-Pereira V. & Borba E. L. (2006) Reproductive biology of two *Cattleya* (Orchidaceae) species endemic to North-eastern Brazil. *Plant Species Biology* **21**: 85-91.
- Souza V. C. & Lorenzi H. (2008) *Botânica Sistemática*. Instituto Plantarum, São Paulo.
- Stehmann J. R., Forzza R. C., Salino A., Sobral M., Costa D. P. & Kamino L. H. Y. [eds.] (2009) *Plantas da Floresta Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Stort M. N. & Galdino G. L. (1984) Self- and Cross-pollination in some species of the genus *Laelia* Lindl. (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Genética* **4**: 671-676.
- Stort M. N. & Martins P. S. (1980) Autopolinização e polinização cruzada em algumas espécies do gênero *Cattleya* (Orchidaceae). *Ciência e Cultura* **32**: 1080-1083.
- Storti E.F. (2007) Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de *Cattleya eldorado* Linden (Orchidaceae). *Tese de Doutorado*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Tremblay R. L., Ackerman J. D., Zimmerman J. K. & Calvo R. N. (2005) Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biological Journal of the Linnean Society* **84**: 1-54.
- van der Cingel N.A. (2001) *An atlas of orchid pollination: America, Africa, Asia and Australia*. Balkema Publishers, Rotterdam.
- van der Pijl & Dodson C. H. (1966) *Orchid flowers their pollination and evolution*. University of Miami Press, Miami.

Velozo H. P., Rangel-Filho A. L. R. & Lima J. C. A. (1991) *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.

Vogel S. (1990) *The role of scent glands in pollination*. Amerind Publishing, New Delhi.

Wang C-Q., Luo Y-B., Tai Y-D., An D-J. & Kou Y. (2008) Ants pollinate *Neottia listeroides* (Orchidaceae) in Sichuan, China. *Journal of Systematics and Evolution* **46**: 836-846.

Wiemer A. P., Moré M., Benitez-Vieira S., Cocucci A. A., Raguso R. A. & Sersic A. N. (2009) A simple floral fragrance and unusual osmophore structure in *Cyclopogon elatus* (Orchidaceae). *Plant Biology* **11** (4): 506-514.



Figuras

Tabelas

LEGENDAS DAS FIGURAS

Figura 1 – Áreas de estudo e gráficos de precipitação e temperatura para os anos de 2008 e 2009. **A)** Mapa do Brasil, destacando os Estados da Região Nordeste e imagem de satélite da região metropolitana da grande Natal (Natal, Extremoz, Macaíba e Parnamirim) no Estado do Rio Grande do Norte (Google Earth, dezembro 2009), indicando as duas Unidades de Conservação, Parque das Dunas (PD) e Barreira do Inferno (BI); **B)** Vista de cima da duna “Morro do Carequinha” no Parque das Dunas de Natal. Fonte: RAC; **C)** Foto aérea da Barreira do Inferno. Fonte: CLBI; **D e E)** Dados de precipitação e temperatura da Estação climatológica/solarimétrica do Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em Natal para os anos de 2008 (**D**) e 2009 (**E**). Durante o mês de julho de 2008 a Estação estava em manutenção técnica. Fonte: LAVAT.

Figura 2 – Hábito e fenologia reprodutiva de *Cattleya granulosa* Lindl. no Parque das Dunas de Natal/RN. **A)** Planta terrestre; **B)** *C. granulosa* em forófito de *Eugenia ligustrina* (Swartz) Wild (Myrtaceae); **C)** Botão após a ressupinação pouco antes do início da antese; **D)** *C. granulosa* em ambiente natural com inflorescência racemosa terminal contendo quatro flores em torno da raque; **E)** Ginostêmio ou coluna sem antera e com polínias depositadas na cavidade estigmática; **F)** Fruto imaturo tipo cápsula e **G)** fruto maduro com deiscência da cápsula ao longo da linha média entre os carpelos.

Figura 3 – Morfologia floral de *Cattleya granulosa* Lindl. **A)** Perianto da flor. Labelo trilobado, LL = lobo lateral; **B)** Vista lateral da conformação natural do labelo e ginostêmio, este último não pode ser visto, pois se esconde por entre os lobos laterais do labelo; **C)** Grânulos rosa intenso do lobo terminal do labelo; **D)** Ginostêmio, nectário floral, ovário, pedúnculo floral e bráctea; **E)** Políneas com caudículos; **F)** Detalhe do ginostêmio com ênfase para antera com capuz onde se alojam as quatro políneas, rostelo proeminente e cavidade estigmática; **G)** Corte longitudinal na flor.

Figura 4 – Flores de *Cattleya granulosa*. antes (A e B) e após (C) coloração com vermelho neutro para analisar a presença de osmóforos; Em B e C mostrando detalhe da parte interna dos lobos laterais do labelo;.Flores antes (D) e depois (E) do experimento com atmosfera de

hidróxido de amônio, evidenciando em (E) os pigmentos que absorvem luz ultravioleta (áreas contrastadas em azul marinho no lobo terminal do labelo).

Figura 5 – Visitantes florais de *Cattleya granulosa*. **A)** Abelhas *Trigona* raspando as papilas rosa intenso do labelo da flor em vista lateral; **B)** *Trigona* tomando néctar no nectário floral; **C)** *Apis mellifera* no lobo terminal do labelo explorando os grânulos rosa intenso; **D)** Formigas *Crematogaster* sp. forrageando néctar extrafloral produzido nas brácteas; **E)** Besouro da família Curculionidae e **F)** Formigas *Pheidole* sp. tomando néctar extrafloral das extremidades distais das sépalas nos botões e *Camponotus* sp. na espata.

Figura 6 – Machos de abelhas Euglossini atraídos por iscas odores no Parque das Dunas em Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. **A)** *Euglossa* (*Euglossa*) cf. *cordata*; **B)** *Eulaema* (*Eulaema*) *bombiformis*; **C)** *Eulaema* (*Apeulaema*) *cingulata*; **D)** *Eulaema* (*Apeulaema*) *nigrita* e **E)** *Exaerete smaragdina*. Escalas = 1 cm.

Figura 1

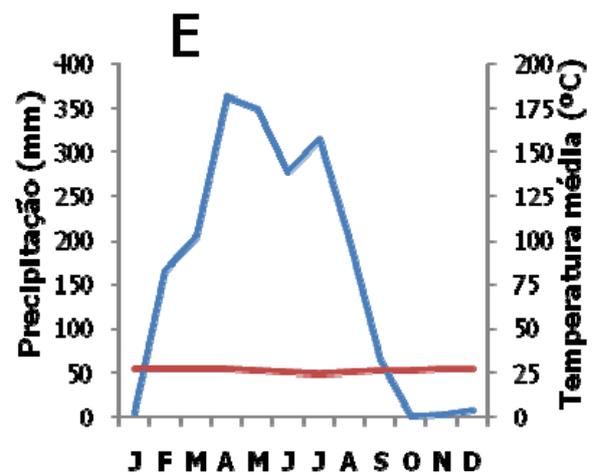
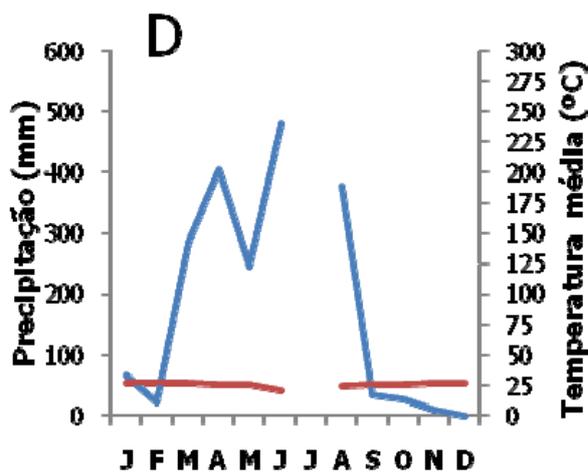
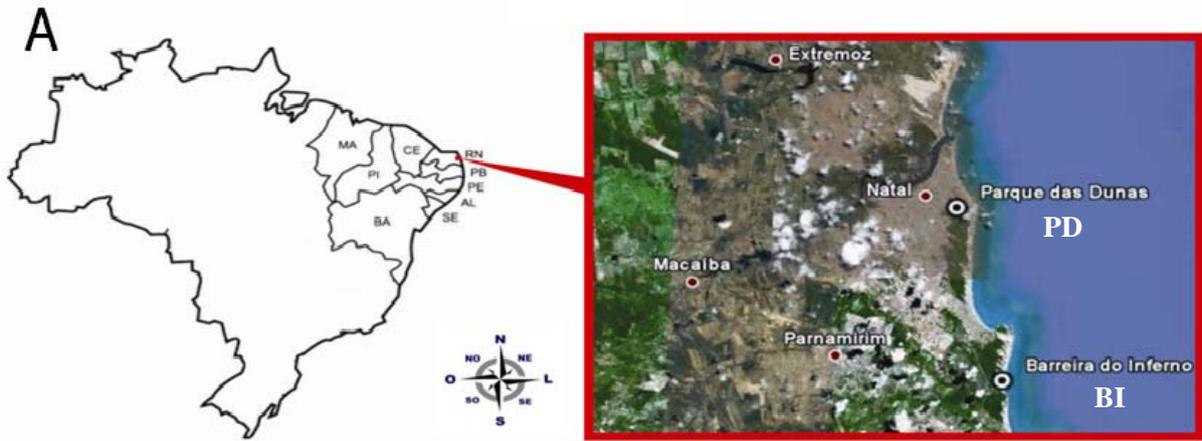


Figura 2

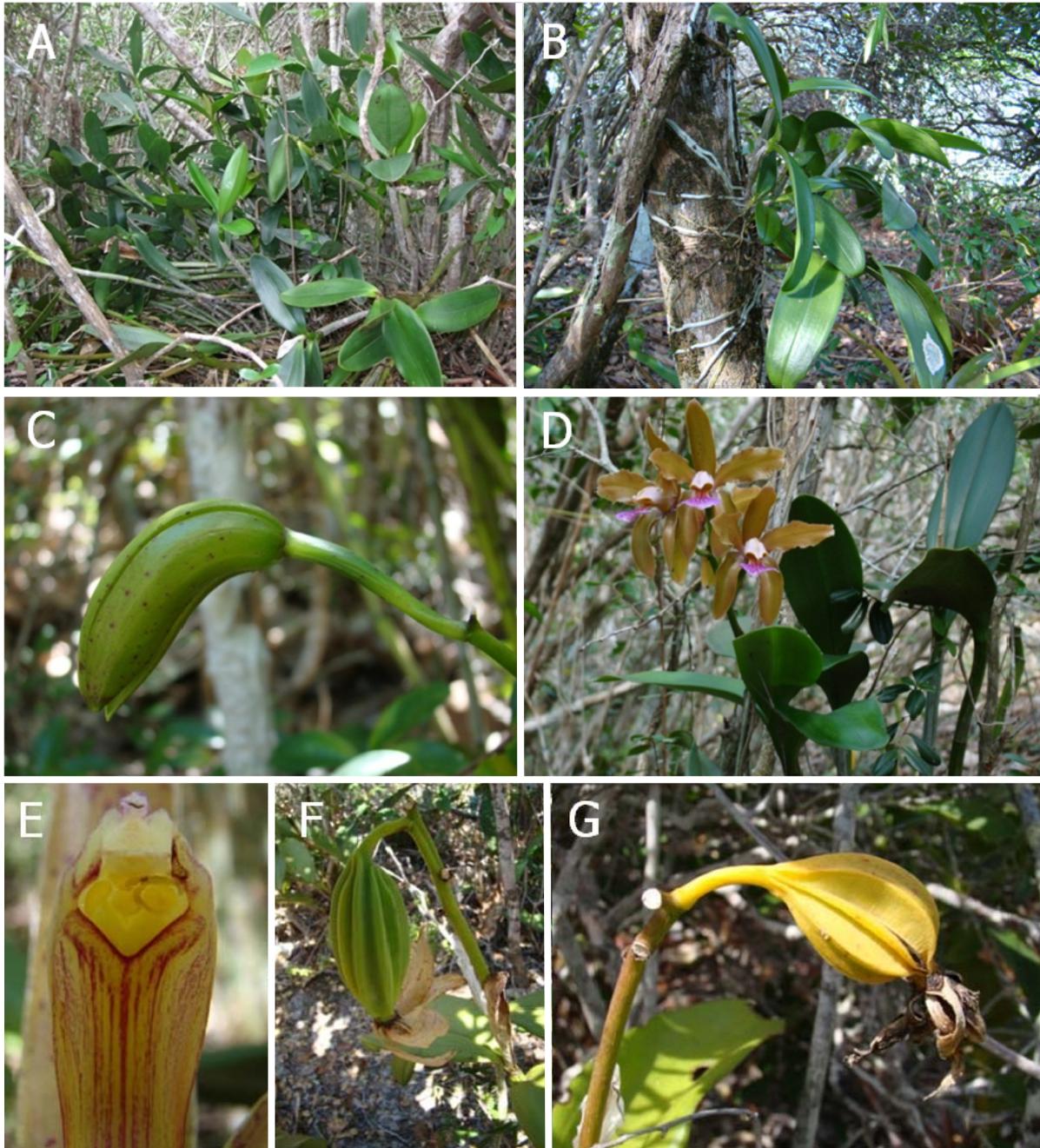


Figura 3

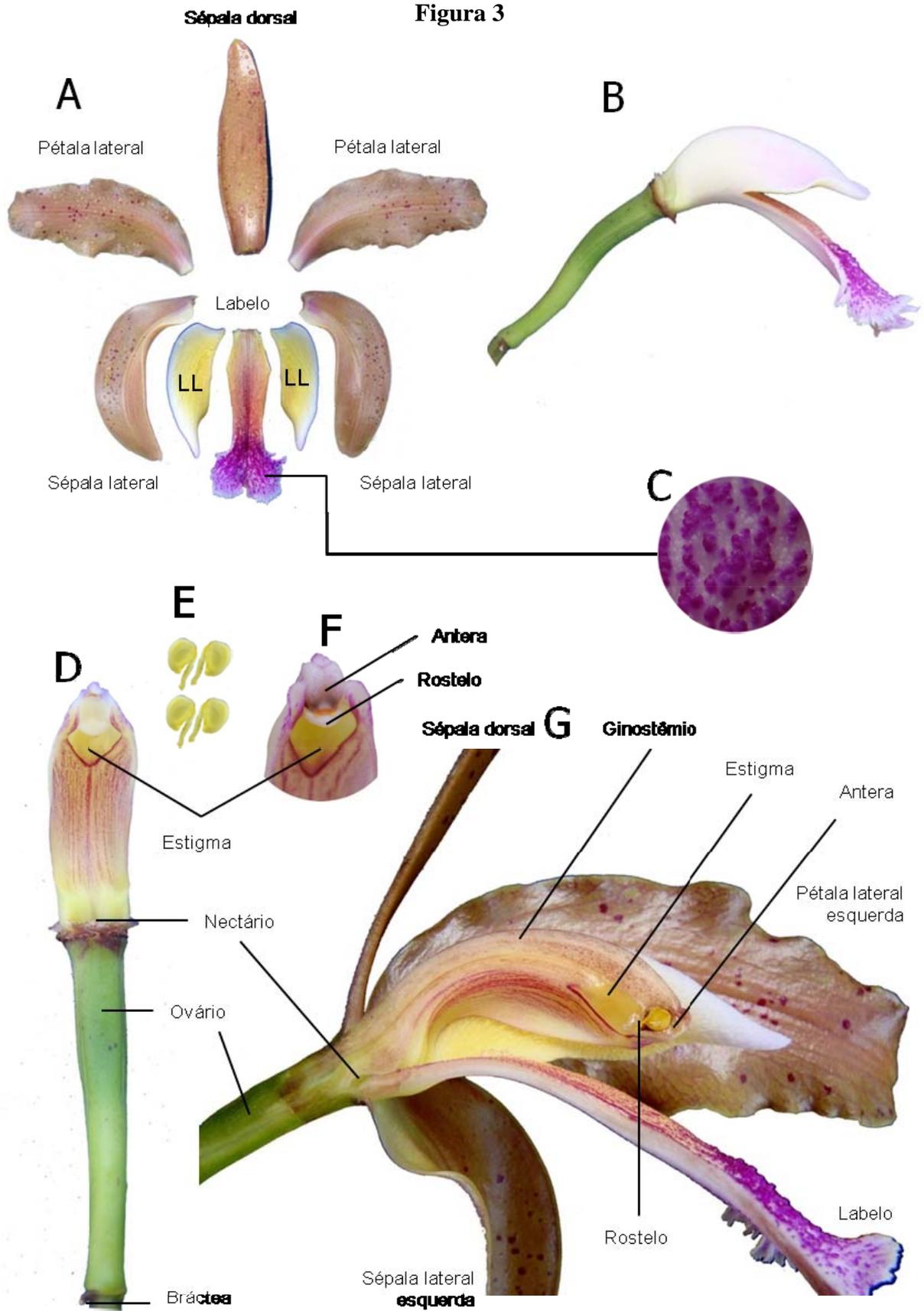


Figura 4



Figura 5

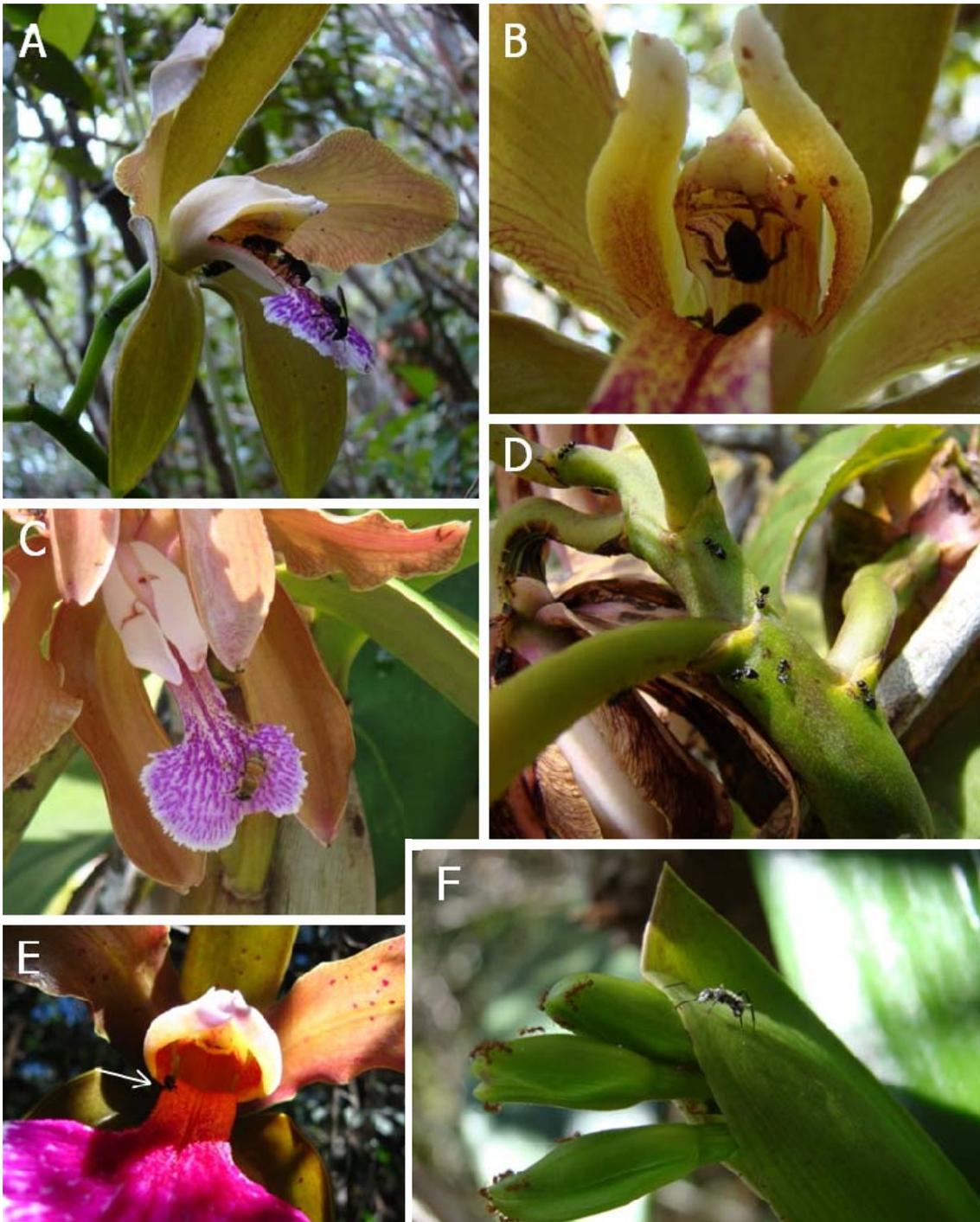


Figura 6

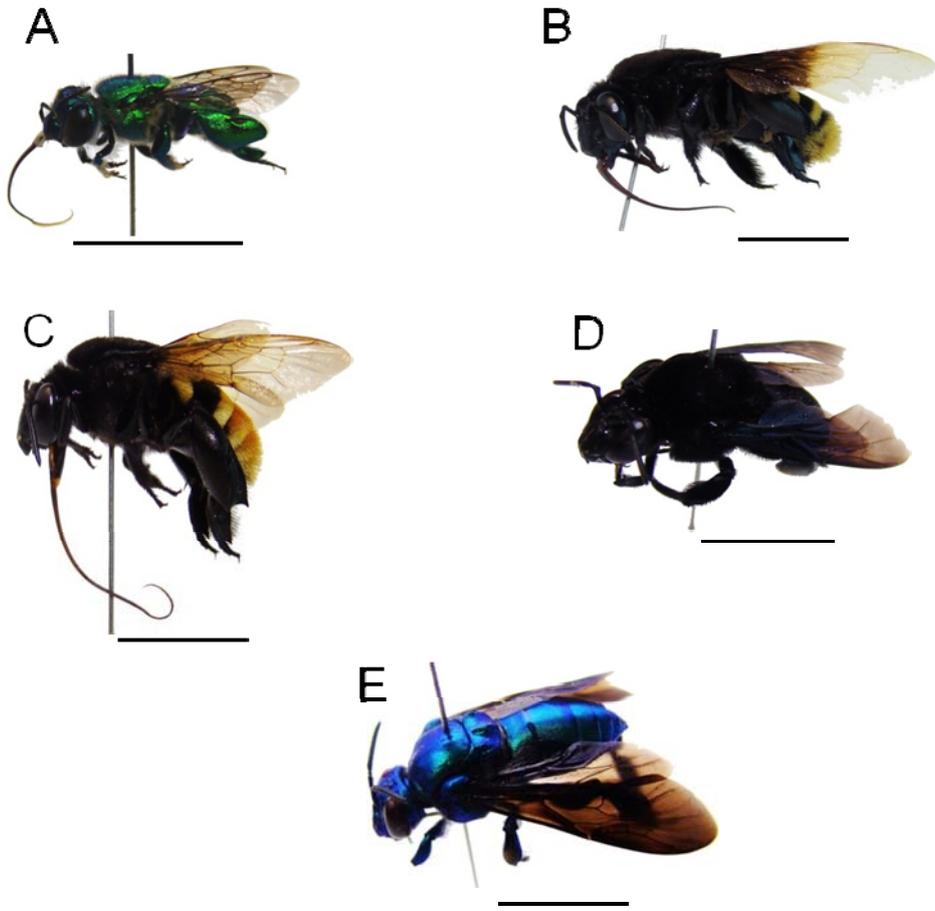


Tabela 1 - Características morfométricas das flores de *Cattleya granulosa* Lindl. (n=22) estudadas no Rio Grande do Norte, Brasil.

Peças florais	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Sépala lateral	60,9 ± 4,6	20,3 ± 2,0
Sépala dorsal	83,3 ± 7,5	19,3 ± 1,6
Pétala lateral	70,5 ± 5,7	27,8 ± 4,0
Labelo	54,5 ± 4,5	35,9 ± 5,8
Ginostêmio	29,7 ± 2,4	9,90 ± 1,5
Ovário	33,3 ± 3,8	6,78 ± 0,5

Tabela 2 – Resultados dos tratamentos do sistema reprodutivo de *Cattleya granulosa* Lindl. realizados em duas Unidades de Conservação, Barreira do Inferno e Parque das Dunas, no Rio Grande do Norte, Brasil.

Tratamento / Área	Número de flores testadas	Frutos formados	% Frutos formados
Polinização natural BI	107	15	14,02
Polinização natural PD	78	2	2,56
Polinização natural BI + PD	185	17	9,19
Autopolinização espontânea PD	26	0	0,00
Polinização cruzada PD	10	10	100,00
Autopolinização manual PD	30	30	100,00

BI – Barreira do Inferno; PD – Parque das Dunas.

Tabela 3 – Machos de abelhas Euglossini atraídos por iscas odores no Parque das Dunas, Natal/RN no período de abril a novembro de 2009.

Espécies	Essências	Horário	Total	%
<i>Euglossa cordata</i>	Eucaliptol, eugenol, beta-ionona, vanilina e salicilato de metila	09:00-12:00	64	50,03
<i>Eulaema bombiformis</i>	Acetato de benzila e eucaliptol	10:15-11:00	2	1,63
<i>Eulaema cingulata</i>	Acetato de benzila	10:00-11:00	2	1,63
<i>Eulaema nigrita</i>	Eucaliptol, escatol e eugenol	09:00-12:00	54	43,90
<i>Exaerete smaragdina</i>	Eugenol	10:35	1	0,81
Total			123	100

CONCLUSÕES

De acordo com o que foi apresentado, podemos perceber que a utilização dos atributos florais associados às síndromes de polinização, como base para observar o sistema efetivo de polinização, configurou uma importante ferramenta para investigação da biologia reprodutiva da orquídea *Cattleya granulosa*, mesmo que não tenha sido registrada a presença de um polinizador efetivo.

A autocompatibilidade encontrada em *Cattleya granulosa*, porém, com dependência de vetores bióticos para reprodução sexuada é comum em espécies da subfamília Epidendroideae, assim como, a raridade de eventos de polinização em ambiente natural que muitas vezes é causada pela restrição de animais polinizadores.

De fato, *Cattleya granulosa* é uma das muitas espécies de Orchidaceae que está em processo de extinção e além da depredação gerada através de coletas motivadas pelo mercado do orquidofilismo é uma espécie endêmica que sofre com o processo acelerado de fragmentação na Floresta Atlântica.

RESUMO

Cattleya granulosa Lindl. é uma orquídea endêmica e ameaçada de extinção restrita a fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil. A biologia floral e os sistemas reprodutivos de *C. granulosa* no “Parque das Dunas” e “Barreira do Inferno” no Rio Grande do Norte foram investigados, e ainda, foram realizadas coletas de machos de abelhas Euglossini atraídos por iscas odores para verificar a ocorrência de políneas aderidas ao corpo. As flores apresentam cores que variam entre os tons esverdeados, amarelados e castanhos avermelhados, osmóforos que produzem fragrância fortemente adocicada e guias de néctar no labelo que absorvem luz ultravioleta. Mimetizam um modelo geral de flor tipicamente melitófila, porém produz pouco néctar floral e pode estar atuando com um mecanismo de engodo. As visitas que resultam em polinização são muito raras e a frutificação é baixa (9,19%) para as duas áreas estudadas e isso pode ter gerado a ausência dos polinizadores efetivos nas observações focais. Existe diferença significativa na formação natural de frutos entre as duas áreas, sendo o Parque das Dunas o local de menor frutificação. *Cattleya granulosa* é autocompatível, porém dependente de polinizador para reprodução, haja vista que nesta espécie não ocorreu reprodução vegetativa nas duas áreas. Os resultados do estudo são discutidos acerca dos atributos florais relacionados à síndrome de polinização melitófila, dos visitantes das flores e os prováveis polinizadores, do sistema reprodutivo e a importância do vetor de pólen, assim como, as causas da fragmentação da Floresta Atlântica e medidas mitigadoras do processo de extinção dessa espécie.

Palavras-chave: biologia reprodutiva, *Cattleya*, melitofilia, Euglossini, Orchidaceae.

ABSTRACT

Reproductive biology and pollinator limitation in *Cattleya granulosa* Lindley: implications for conservation of a threatened and endemic brasilian orchid. *Cattleya granulosa* Lindl. is an endemic orchid of northeastern Brazil which is threatened by extinction since its distribution is restricted to the highly fragmented Atlantic Rain Forest. The floral biology and the breeding systems of *C. granulosa* populations from “Parque das Dunas” and “Barreira do Inferno”, Rio Grande do Norte, Brazilian Northeast was investigated. Odor baits was using to sample possible pollinators, like male Euglossine bees, whose bodies were also checked for pollinia attached to them. *C. granulosa* flowers were greenish, yellowish or brown-redish, with osmophores that produce a strong sweet smell on the flower lip and the nectar-guides absorbing ultraviolet light. The flowers mimic typically generalized melittophilous flowers, produce little floral nectar and, maybe, they play an important role in pollination by deceit mechanisms. Effective visitations to the pollination process are rare, and the fruiting is low (9.19%) for both study sites and this may have caused the absence of observations of the effective pollinator in focal observations. Fruiting was significantly lower in Parque das Dunas. *C. granulosa* is self-compatible, but requires a pollinator to reproduce (there was no vegetative reproduction). The results were discussed regarding the melittophily pollination syndrome and the possible pollinator species, as well, the causes of the extinction process and actions to mitigate it.

Key words: reproductive biology, *Cattleya*, melittophily, Euglossini, Orchidaceae.