

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brasiliorchis picta*  
(Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, *Brassavola tuberculata* Hook. &  
*Epidendrum densiflorum* Hook. (ORCHIDACEAE)

RODRIGO SANTTANNA SILVEIRA

Orientador: Dr. Rodrigo Bustos Singer (UFRGS)

Porto Alegre, RS.

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brasiliorchis picta*  
(Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, *Brassavola tuberculata* Hook. &  
*Epidendrum densiflorum* Hook. (ORCHIDACEAE)

Autor: Rodrigo Santtanna Silveira

Orientador: Dr. Rodrigo Bustos Singer

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Porto Alegre, RS.

2022

RODRIGO SANTTANNA SILVEIRA

BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brasiliorchis picta*  
(Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, *Brassavola tuberculata* Hook. &  
*Epidendrum densiflorum* Hook. (ORCHIDACEAE)

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Botânica da  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul, como requisito parcial para obtenção  
do título de Mestre em Botânica.

Dr. Rodrigo Bustos Singer (orientador) \_\_\_\_\_

Dr<sup>a</sup> Mara Rejane Ritter (UFRGS) \_\_\_\_\_

Dr. Guilherme Dubal dos Santos Seger (UFRGS) \_\_\_\_\_

Dr<sup>a</sup> Favízia Freitas de Oliveira (UFBA) \_\_\_\_\_

Porto Alegre, RS

2022

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Rodrigo Bustos Singer, por todo apoio, conselhos, correções e pela orientação durante os últimos anos;

À Dr<sup>a</sup>. Rosana Farias Singer, e ao Leandro Dal Ri, por me receberam no Banco de Sementes do Jardim Botânico de Porto Alegre e por todos os ensinamentos;

À Dr<sup>a</sup>. Viviane Gianluppi Ferro, pelo auxílio na identificação dos animais coletados, e dicas e ensinamentos sobre entomologia;

Ao Dr. Luciano Moura, pelas dicas e auxílio na manipulação dos insetos depositados na coleção entomológica do Museu de Ciências Naturais do Jardim Botânico de Porto Alegre;

Aos membros da comissão examinadora, por aceitarem o convite e pelas sugestões que irão enriquecer este trabalho;

À minha família, por todo apoio e amor que me proporcionaram durante a pós-graduação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa concedida.

## RESUMO

Orchidaceae A. Juss. é uma das famílias mais representativas dentre as Angiospermas, apresentam flores de variadas cores e formas, que despertam fascínio por sua beleza, o qual acarreta coletas predatórias devido a seu grande potencial econômico. A polinização das orquídeas é um assunto excepcionalmente complexo na biologia da família Orchidaceae, no qual se distinguem das demais angiospermas pela complexidade das suas flores e pelas intrincadas interações ecológicas com os seus agentes polinizadores. De acordo com a bibliografia, 97% das orquídeas precisam de agentes polinizadores para que ocorra a fecundação e a formação de semente. Muitas orquídeas apresentam especificidade de polinizadores. Espécies polinizador-dependentes são mais vulneráveis em um contexto de degradação ambiental, ocasionados pela fragmentação da paisagem, reduzindo drasticamente os vetores de polinização. No entanto espécies autoincompatíveis são ainda mais vulneráveis. A compreensão dos processos reprodutivos das espécies nativas é de suma importância para o auxílio de tomadas de decisões tanto de conservação, como no gerenciamento de recursos naturais. Este trabalho investigou a biologia reprodutiva e polinização das espécies *Brasiliorchis picta* (Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, *Brassavola tuberculata* Hook. e *Epidendrum densiflorum* Hook. A biologia floral, o mecanismo de polinização e os visitantes florais foram registrados por meio de observações focais em campo. A eficiência dos polinizadores foi elucidada por meio da taxa de remoção e deposição de polinários. O sistema reprodutivo foi testado por meio de polinizações controladas (polinização cruzada, autopolinização manual, emasculação, autopolinização espontânea) e polinização aberta.

**Palavras-chave:** Orchidaceae, polinização, sistema reprodutivo, *Brasiliorchis picta*, *Brassavola tuberculata*, *Epidendrum densiflorum*.

## ABSTRACT

Orchidaceae A. Juss. is one of the most representative families among the Angiosperms. They have flowers of different colors and shapes, which arouse fascination for their beauty, which leads to predatory collections due to their great economic potential. Orchid pollination is an exceptionally complex issue in the biology of the Orchidaceae family, in which they are distinguished from other angiosperms by the complexity of their flowers and the intricate ecological interactions with their pollinating agents. According to the bibliography, 97% of orchids need pollinating agents for fertilization and seed formation to occur. Many orchids have pollinator specificity, pollinator-dependent species are more vulnerable in a context of environmental degradation, caused by landscape fragmentation, drastically reducing pollination vectors. However self-incompatible species are even more vulnerable. In this work investigated the reproductive biology and pollination of *Brasiliorchis picta* (Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, *Brassavola tuberculata* Hook. and *Epidendrum densiflorum* Hook. Floral biology, pollination mechanism and floral visitors were recorded through focal field observations. The efficiency of pollinators was elucidated through the rate of removal and deposition of pollinaria. The reproductive system was tested through controlled pollination (cross-pollination, manual self-pollination, emasculation, spontaneous self-pollination) and open pollination.

**Keywords:** Orchidaceae, pollination, reproductive system, *Brasiliorchis picta*, *Brassavola tuberculata*, *Epidendrum densiflorum*.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Referências bibliográficas.....	15
2. CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE <i>Brasiliorchis picta</i> (Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali (ORCHIDACEAE).....	18
Resumo.....	19
Abstract.....	20
2.1 Introdução.....	21
2.2 Metodologia .....	22
2.3 Resultados.....	25
2.4 Discussão .....	29
2.5 Conclusão.....	33
2.6 Referências bibliográficas.....	34
3. CAPÍTULO 2 – BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE <i>Brassavola tuberculata</i> Hook. (ORCHIDACEAE).....	38
Resumo.....	39
Abstract.....	40
3.1 Introdução.....	41
3.2 Metodologia.....	42
3.3 Resultados.....	46
3.4 Discussão.....	52
3.5 Conclusão.....	57
3.6 Referências bibliográficas.....	57

4. CAPÍTULO 3 – POLLINATION IN <i>Epidendrum densiflorum</i> Hook. (ORCHIDACEAE: LAELIINAE): FRAUDULENT TRAP-FLOWERS, SELF-INCOMPATIBILITY, AND A POSSIBLE NEW TYPE OF MIMICRY INVOLVING MALES OF LEPIDOPTERA.....	62
Abstract.....	63
4.1 Introduction.....	64
4.2 Methods.....	65
4.3 Results.....	67
4.4 Discussion.....	70
4.5 Conclusion.....	73
4.6 References.....	75
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86



## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brasiliorchis picta* (Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali (ORCHIDACEAE).....17

FIGURA 1: Mapa com a localização da população de *Brasiliorchis picta* contempladas nas observações de polinizadores e visitantes florais.....22

FIGURA 2. Morfologia de *Brasiliorchis picta* (Hooker) R. Singer, S. Koehler & Carnevali. A: Pseudobulbos bifoliados e cônicos; B: Flor, vista lateral; C: Flor, vista frontal; D: Labelo; E: Colunas com e sem a capa da antera; F: Tampão da antera; G: Polínias.....25

FIGURA 3: Frequência absoluta de interações dos visitantes florais de acordo com o horário.....27

FIGURA 4: Diversidade de polinizadores efetivos de *Brasiliorchis picta* (Hooker) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, observados em São Francisco de Paula RS. A: *Trigona spinipes*; B: *Scaptotrigona bipunctata* ; C: *Apis mellifera*. Obs.: Polínias aderidas no escutelo dos animais.....30

FIGURA 5: Remoção do polinário em *Brasiliorchis picta* (Hooker) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, por operárias de *Trigona spinipes*. A. Depois de pousar na sépala dorsal, a abelha caminha em direção ao labelo, que se inclina para baixo. B. A abelha entra totalmente na flor, e o labelo recupera sua posição. C. Ao sair da flor, a abelha retira o polinário, para que o viscido adere ao escutelo. D. Imediatamente após a remoção do polinário, a tampa da antera cai. ....32

CAPÍTULO 2 – BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brassavola tuberculata* Hook. (ORCHIDACEAE).....38

FIGURA 1: Mapa com a localização do Bairro Ipanema, onde ocorrem as populações de *Brassavola tuberculata* Hook contempladas na observação de polinizadores e visitantes florais. (Adaptado de LABGEO - Centro de Ecologia, UFRGS 2017)..... 43

FIGURA 2. Morfologia de *Brassavola tuberculata* Hook. A: Pseudobulbos e folhas cilíndricas; B: Flor, vista frontal; C: Flor, vista lateral; D: Coluna vista lateral e abaxial; E: Ilustração da antera e polinário com oito polínias; F: Labelo.....47

FIGURA 3: Mariposas polinizadoras de *Brassavola tuberculata* Hook. A: Vista dorsal *Eumorpha analis* Rothschildi & Jordan; B: vista ventral da *E. analis*, com as polínias *B.tuberculata* aderidas a probóscide; C: Vista dorsal *Eumorpha fasciatus* Sulzer; D: Vista ventral *E. fasciatus*, com as polínias *B.tuberculata* aderidas a probóscide; E: Vista dorsal *Achaea ablunaris* Guenée; F: *A. ablunaris* com as polínias *B.tuberculata* aderidas ao dorso.....50

FIGURA 4: Frequência absoluta de interações dos polinizadores de *Brassavola tuberculata* Hook, de acordo com o horário.....51

FIGURA 5: Frequência absoluta de interações dos agentes polinizadores de *Brassavola tuberculata* Hook, de acordo com os dias..... 54

FIGURA 6: Mariposas durante interação de polinização com flores de *Brassavola tuberculata* em Porto Alegre-RS, capturadas pela sequência de fotos da Câmera Trap. A-B: Aproximação de *Eumorpha fasciatus* em direção a flor; C: *Eumorpha fasciatus* interagindo com as estruturas reprodutivas da flor; D: Aproximação de *Eumorpha analis* em direção a flor; E-F: *Eumorpha analis* inserindo a probóscide na flor; G-H: Aproximação de *Achaea ablunaris* em direção a flor; I: *Achaea ablunaris* pousada no labelo da planta.....55

CAPÍTULO 3 – POLLINATION IN *Epidendrum densiflorum* Hook. (ORCHIDACEAE: LAELIINAE): FRAUDULENT TRAP-FLOWERS, SELF-INCOMPATIBILITY, AND A POSSIBLE NEW TYPE OF MIMICRY INVOLVING MALES OF LEPIDOPTERA.....62

FIGURE 1. Overall morphological features of *Epidendrum densiflorum* Hook. A: Inflorescence B: Flower, frontal view; C: Flower, lateral view; D: Anther cap in ventral view; E: Pollinarium; F: Labellum and column.....79

FIGURE 2: Number of lepidopteran pollinators that visited *Epidendrum densiflorum* flowers throughout the day.....80

FIGURE 3. Diversity of the observed *Epidendrum densiflorum* pollinators. A: *Phoenicoprocta teda*; B: *Antichloris eriphia*; C: *Philoros rubriceps*; D: *Calodesma collaris*; E: *Cyanopepla jucunda*; F: *Methona themisto*; G: *Episcada hymenaea*; H: *Placidina euryanassa*; I: *Hypothyris euclea*.....81

FIGURE 4: Process of pollinarium withdrawal by Arctiinae moth. A) The just removed pollinarium still holds the anther cap. B) After a few seconds the anther-cap falls and C) The moth leaves the inflorescence.....82

FIGURE 5: A: Arctiinae moth and Ithomiinae butterfly attracted to an enclosed specimen of *E. densiflorum*. B: Pollinarium-laden Arctiinae moth visiting inflorescences of *Mikania* sp. (Asteraceae), recorded in April 2009 at the Parque Nacional Aparados da Serra (Cambará do Sul Municipality, RS, Brazil).....83

## LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brasiliorchis picta* (Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali (ORCHIDACEAE).....17

TABELA 1. Porcentagens de frutificação em cada um dos testes relacionados ao sistema reprodutivo, e em condições naturais de *Brasiliorchis picta* (Hooker) R. Singer, S. Koehler & Carnevali. Valores fora dos parênteses representam o número de frutos obtidos sobre número total de flores testadas.....26

TABELA 2. Tempo médio de interação, com desvio padrão de cada visitante floral de *Brasiliorchis picta* (Hooker) R. Singer, S. Koehler & Carnevali.....28

CAPÍTULO 2 – BIOLOGIA REPRODUTIVA E POLINIZAÇÃO DE *Brassavola tuberculata* Hook. (ORCHIDACEAE).....38

TABELA 1. Testes do sistema reprodutivo de *Brassavola tuberculata* Hook. Os valores das médias seguidos da letra distinta <sup>(a-b)</sup> indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) de acordo com o teste de Dunn pareado, seguidos dos valores de DP=Desvio Padrão e EP=Erro Padrão.....48

TABELA 2. Sucesso reprodutivo, frutificação e fator de eficiência de Nilsson em condições naturais de *Brassavola tuberculata* Hook.....49

TABELA 3. Tempo médio de interação, com desvio padrão de cada polinizador de *Brassavola tuberculata* Hook.....51

TABELA 4. Conduta de cada visita dos polinizadores de *Brassavola tuberculata* Hook. Na tabela está descrito a data, horário, interação com as estruturas reprodutivas e tempo de visita de cada polinizador.....54

CAPÍTULO 3 – POLLINATION IN *Epidendrum densiflorum* Hook. (ORCHIDACEAE: LAELIINAE): FRAUDULENT TRAP-FLOWERS, SELF-INCOMPATIBILITY, AND A POSSIBLE NEW TYPE OF MIMICRY INVOLVING MALES OF LEPIDOPTERA.....62

TABLE 1. Tests of the reproductive system of *Epidendrum densiflorum* Hook. Mean values followed by the distinct letter <sup>(a-b)</sup> indicate a significant difference ( $p < 0.05$ ) according to the pairwise-Dunn test. DP=Standard Deviation and SE=Standard Error.83

TABLE 2: Reproductive success, fruit set and Nilsson efficiency factor under natural conditions of *Epidendrum densiflorum* Hook.....84

TABLE 3: Number of visits, sex of the specimen, number of pollinaria removed and average time (measured in minutes) of permanence in the flowers, followed by SD = standard deviation and SE = standard error of each species of lepidopteran pollinator of *Epidendrum densiflorum* Hook. The mean values followed by the distinct letter <sup>(a-b)</sup> indicate a significant difference ( $p < 0.05$ ) according to the paired Dunn test.....85

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Orchidaceae Juss., pertence à ordem Asparagales Link (APG III 2009), representa aproximadamente 7% a 8% das plantas vasculares e 40% das monocotiledôneas (Dalhlgren *et al.*, 1985; Dressler, 1993), apresentando cerca de 27.000 espécies distribuídas por aproximadamente 800 gêneros (Chase *et al.*, 2015; Dressler, 2005), sendo considerada uma das maiores e mais diversas famílias de angiospermas. Sua distribuição é cosmopolita (com exceção da Antártica), com maior diversificação e abundância no Neotrópico (Roberts & Dixon 2008). O Brasil concentra uma das maiores diversidades de Orchidaceae das Américas, sendo relatados 236 gêneros e aproximadamente 2.548 espécies, das quais 1.636 são endêmicas principalmente do domínio da Mata Atlântica (BFG 2015). O trabalho de Stehmann *et al.* (2009) apresenta as orquídeas como a família representada com maior riqueza e endemismos a nível genérico e específico para a Mata Atlântica, sendo assim considerado um dos centros de diversidade da família.

O Rio Grande do Sul, estado com inúmeras fitoregiões, apresenta um número superior a 400 espécies de orquídeas, onde cerca de 1/3 são orquídeas terrestres e rupícolas, enquanto os 2/3 restantes correspondem às orquídeas chamadas epífitas (Rambo, 1965). Embora a presença das orquídeas se verifique na totalidade do território do Rio Grande do Sul, a maior parte das espécies se concentra na região leste do Estado, em uma faixa paralela ao litoral, distribuída principalmente nas zonas remanescentes de mata atlântica e, ainda, na região serrana, na chamada floresta ombrófila mista (Schultz & Porto 1971).

Na maior parte das espécies, os grãos de pólen são aglutinados em duas ou mais polínias, unidos ao viscidio e estipe em alguns gêneros, que é fortemente adesivo, responsável pela fixação ao polinizador. O polinário é separado do estigma por uma região denominada rostelo que funciona como uma barreira física contra autopolinização espontânea de suas flores (Dressler 1993). Os órgãos reprodutivos são fundidos em uma única estrutura, a coluna. A coluna apresenta uma ou mais raramente duas ou três anteras e uma região estigmática, formada pela fusão dos três lobos do estigma (Dressler 1981). O pólen empacotado em polínias possibilita a visualização da sua retirada e deposição na flor pelo agente polinizador, isto permite avaliar a verdadeira eficácia dos polinizadores, além de tornar o processo de remoção e deposição de políneas facilmente acompanhado em condições naturais (Dressler, 1993). Desta forma, levando em consideração a morfologia floral apresentada por esta família botânica, é possível proferir que se trata de plantas interessantes para a realização de observações referentes à biologia floral e polinização em um contexto geral (Singer, 2001a).

Apesar de apresentar uma disposição estrutural uniforme, as flores das orquídeas possuem uma grande variação em detalhes estruturais, na forma e no tamanho dos componentes básicos, levando ao surgimento de estruturas muito complexas em algumas espécies (van der Pijl & Dodson 1966). Tal complexidade pode ser atribuída à importante relação entre as orquídeas e seus polinizadores, o que resulta em grande especialização e diversidade de sua morfologia floral (Dressler 1981, van der Pijl & Dodson 1966, Fay & Chase 2009), podendo existir co-evolução entre determinadas espécies e seus polinizadores (Pabst & Dungs 1975). Deste modo, podendo haver mudanças significativas nas estruturas florais, nas características químicas ou fenotípicas das plantas, de modo recíproco podem ser catalisados pelos seus polinizadores ou vice-versa (van der Pijl & Dodson 1966).

Orchidaceae apresenta considerável abundância de polinizadores não especializados que são raramente eficientes no sucesso da polinização de muitas espécies (Herrera, 1989). A especialização floral para polinizadores específicos e a limitação na diversidade dos polinizadores é interpretada como propiciador na redução do custo de energia da planta no sucesso da transferência de pólen entre indivíduos (Tremblay 1992). Cerca de um terço das espécies das orquídeas não oferecem nenhum recurso aos seus polinizadores e a polinização ocorre por engano (Ackerman 1986). Em compensação, espécies que oferecem recompensas apresentam uma extensa variedade de recursos florais, como por exemplo, pólen (Pansarin & Amaral, 2008), tricomas comestíveis (Pansarin & Amaral, 2006), fragrâncias ou compostos aromáticos (Pansarin, 2003; Singer & Koehler, 2003; Martini *et al.*, 2003; Pansarin & Amaral, 2009), óleos florais (Mickeliunas *et al.*, 2006; Pansarin & Pansarin, 2010) e principalmente néctar (Pansarin, 2003; Andrade, 2004; Smidt *et al.*, 2006; Pansarin & Amaral, 2008; Aguiar *et al.*, 2011; Nunes, 2011). Ademais, algumas espécies são aptas a se reproduzirem sem o auxílio de vetores bióticos e se autopolinizam espontaneamente (Catling 1983, 1987; Catling & Catling 1991; Pansarin *et al.*, 2008; Aguiar *et al.*, 2011).

É possível afirmar que os polinizadores possuem grande importância na evolução da família, uma vez que a sua diversificação e especialização referente à morfologia floral se dá devido à estreita relação entre os seus representantes e os seus polinizadores (van der Pijl & Dodson, 1966; Dressler 1981). Os polinizadores das orquídeas estão representados por alguns grupos de insetos e até mesmo por aves (van der Pijl & Dodson, 1966). Assim, portanto, podem-se mencionar como polinizadores uma grande variedade de insetos das ordens Hymenoptera (Singer & Koehler, 2003; Pansarin, 2003; Martini *et al.*, 2003; Smidt *et al.*, 2006; Jürgens *et al.*, 2009; Pansarin & Amaral, 2009; Storti *et al.*, 2011), Lepidoptera (Singer, 2001b; Pansarin & Amaral, 2008; Aguiar *et al.*, 2011), Diptera (Carvalho & Machado, 2006;

Ribeiro *et al.*, 2006; Santos-Filho, 2007; Pansarin, 2008), Coleoptera (Mickeliunas *et al.*, 2006) e Orthoptera (Micheneau *et al.*, 2010).

O sistema reprodutivo de Orchidaceae tende a ser autocompatível, no entanto, é fundamental haver um vetor de pólen para que ocorra a autopolinização, devido à presença de barreiras mecânicas, caracterizando hercogamia (Tremblay *et al.*, 2005). Desta forma a polinização cruzada é favorecida na maioria das espécies (van der Pijl & Dodson, 1966; Pansarin, 2003; Mickeliunas *et al.*, 2006). Algumas espécies são autoincompatíveis, o que evidencia a ocorrência de barreiras genéticas (Borba *et al.*, 2001; Barbosa *et al.*, 2009; Pansarin & Pansarin, 2010).

Existem poucos estudos sobre a polinização e a biologia reprodutiva de *Brasiliorchis picta* (Hook.) R. Singer, S. Koehler & Carnevali, e estudos de *Brassavola tuberculata* Hook. e *Epidendrum densiflorum* Hook, são praticamente inexistentes. Visto isso, se faz necessário o entendimento das estratégias de polinização, de modo a esclarecer o funcionamento dos processos reprodutivos e as interações ecológicas ainda desconhecidas pela ciência.

## 1.2 OBJETIVOS

Os principais objetivos deste estudo são registrar e descrever o processo de polinização e biologia da reprodução de *Brasiliorchis picta*, *Brassavola tuberculata* e *Epidendrum densiflorum*, com registro fotográfico e vídeo dos agentes polinizadores e os visitantes florais para discutir as estratégias e forma de visitação das flores. Com os objetivos específicos pretende-se responder as seguintes questões:

- *Brasiliorchis picta*, *Brassavola tuberculata* e *Epidendrum densiflorum* são autocompatíveis, capazes de formar capsulas e sementes se polinizadas com o pólen do mesmo indivíduo?
- Quais são os vetores de polinização destas espécies?
- Qual o tipo de sistema reprodutivo das espécies botânicas?
- O comportamento dos polinizadores, necessariamente, promove a polinização cruzada nestas espécies em estudo?

Com isso, será possível ter uma nova visão sobre a biologia reprodutiva dessas espécies, contemplando uma lacuna do conhecimento de uma área ainda pouco abordada destas plantas.

### 1.3 Referências bibliográficas

- ACKERMAN, J.D. 1986. Mechanisms and evolution of food-deceptive pollination systems in orchids. *Lindleyana* 1:108-113.
- AGUIAR, J.M.V.; PANSARIN, L.M.; ACKERMAN, J.D.; PANSARIN, E.R. 2011. Biotic versus abiotic pollination in *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. (Orchidaceae). *Plant Species Biology* 27(1): 86-95.
- ANDRADE, M.R.S. 2004. Biologia reprodutiva de *Corymborkis flava* (Sw.) Kuntze (Orchidaceae: Tropicidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, MG.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.
- BARBOSA, A.R.; MELO, M.C.; BORBA, E.L. 2009. Self-Incompatibility and myophily in *Octomeria* (Orchidaceae, Pleurothallidinae) species. *Plant Systematic and Evolution* 283: 1-8.
- BFG - The Brazil Flora Group 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66: 1085-1113.
- BORBA, E.L.; SEMIR, J.; SHEPHERD, G.J. 2001 Self-incompatibility, inbreeding depression and crossing potential in five Brazilian *Pleurothallis* (Orchidaceae) species. *Annals of Botany* 88: 89-99.
- 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.
- CATLING, P.M. 1983. Pollination of Northeastern North American *Spiranthes* (Orchidaceae). *Canadian Journal of Botany*. 61: 1080-1093.
- \_\_\_\_\_. 1987. Notes on the breeding systems of *Saccoila lanceolata* (Aublet) Garay (Orchidaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 74: 58-68.
- \_\_\_\_\_ & CATLING, V.R. 1991. A synopsis of breeding systems and pollination in North American orchids. *Lindleyana*. 6: 187-210.
- CHASE, M.W.; CAMERON, K.M.; FREUDENSTEIN, J.V.; PRIDGEON, A.M.; SALAZAR, G.; VAN DEN BERG, C. & SCHUITEMAN, A. 2015. An updated classification of Orchidaceae. *Botanical Journal* 177: 151-174.
- DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORD, H.T.; YEO, P.F. 1985. The families of the monocotyledons. Springer Verlag, Berlin.
- DRESSLER, R.L 2005. How many orchid species? *Selbyana* 26: 155-158.
- \_\_\_\_\_. 1993. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family*. Cambridge: Cambridge University Press

- \_\_\_\_\_.1981. The Orchids - Natural history and classification. Cambridge: Harvard University Press.
- FAY, M.F.; CHASE, M.W. 2009. Orchid biology: from Linnaeus via Darwin to the 21st century. *Annals of Botany* 104(3): 259-364.
- HERRERA, C. 1989. Pollinator abundance, morphology, and flower visitation rate: analysis of the "quantity" component in plant - pollinator system. *Oecologia* 80:241-148.
- JÜRGENS, A.; BOSCH, S. R.; WEBBER, A. C.; WITT, T.; FRAME, D. & GOTTSBERGER, G. 2009. Pollination biology of *Eulophia alta* (Orchidaceae) in Amazonia: effects of pollinator composition on reproductive success in different populations. *Annals of Botany* 104: 897-912.
- MARTINI, P.; SCHLINDWEIN, C.; MONTENEGRO, A. 2003. Pollination, Flower Longevity and Reproductive Biology of *Gongora quinquenervis* Ruíz and Pavón (Orchidaceae) in an Atlantic Forest Fragment of Pernambuco, Brazil. *Plant Biology* 5: 495-503.
- MICKELIUNAS, L.; FOURNEL, J.; WARREN, B.H.; HUGEL, S.; GAUVIN-BIALECKI, A.; PAILLER, T.; STRASBERG, D. & CHASE, M.W. 2010. Orthoptera, a new order of pollinator. *Annals of Botany*. 105: 355-364.
- \_\_\_\_\_; 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: 251-258.
- MICHENEAU, C.; FOURNEL, J.; WARREN, B.H.; HUGEL, S.; GAUVIN-BIALECKI, A.; PAILLER, T.; STRASBERG, D. & CHASE, M.W. 2010. Orthoptera, a new order of pollinator. *Annals of Botany* 105: 355-364.
- NUNES, C.E.P. 2011. Biologia da polinização e reprodução de *Elleanthus* C.Presl. Orchidaceae na Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. Dissertação de mestrado, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, SP.
- PABST, G.F.J.; DUNGS, F. 1975. *Orchidaceae Brasiliensis*. Germany, Hildesheim, Kurt Schmiersow.
- PANSARIN, E. R.; PANSARIN, L.M. 2010. Reproductive biology of *Trichocentrum pumilum*: an orchid pollinated by oil-collecting bees. *Plant Biology* 13: 576-581.
- \_\_\_\_\_, AMARAL, M.C.E. 2009. Reproductive biology and pollination of southeaster Brazilian *Stanhopea* Frost ex Hook. (Orchidaceae). *Flora* 204: 238-249.
- \_\_\_\_\_, AMARAL, M.C.E. 2008. 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* 203: 474-483.
- \_\_\_\_\_, PANSARIN, L.M.; SAZIMA, M. 2008. Reproductive biology of *Cyrtopodium polyphyllum* (Orchidaceae): a Cyrtopodiinae pollinated by deceit. *Plant Biology* 10: 650-659.
- \_\_\_\_\_, 2008. Reproductive biology and pollination of *Govenia utriculata*: A syrphid fly orchid pollinated through a pollendeceptive mechanism. *Plant Species Biology* 23: 90-96.



- \_\_\_\_\_, AMARAL, M.C.E. 2006. At Daybreak – Reproductive biology and isolating mechanisms of *Cirrhaea dependens* (Orchidaceae). *Plant Biology* 8: 494-502.
- \_\_\_\_\_. 2003. Biologia floral de *Cleistes macrantha* (Barb. Rodr.) Schltr. (Orchidaceae: Vanilloideae: Pogoniinae). *Revista Brasileira de Botânica* 26: 73-80.
- RIBEIRO, M.F.; KÖHLER, A.; BOELTER, C.R. 2006. Polinização de *Acianthera aphtosa* (Lindl.) Pridgeon & M. W. Chase (Orchidaceae) por Otitidae (Diptera). *Uruguiana* 13(2): 85-89.
- RAMBO, B. 1965. *Orchidaceae riograndensis*. *Iheringia. Bot.* 13:1-96.
- ROBERTS D.L.; DIXON, K.W. 2008. Orchids. *Current Biology* 18: R325–R329.
- SANTOS-FILHO, J.F. 2007. Polinização e biologia reprodutiva de três espécies do gênero *Acianthera* Scheidw. (Orchidaceae) em floresta ombrófila mista. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, PR.
- SCHULTZ, A.R.H. & Porto, M.L. 1971. Nota prévia sobre o levantamento florístico de quatro regiões naturais do Rio Grande do Sul. *Iheringia ser. Bot.* 15: 19-47.
- SINGER, R.B. (2001a) Biologia da polinização em orquídeas nativas da região sudeste do Brasil. Tese de doutorado, Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (2001b) Pollination biology of *Habenaria parviflora* (Orchidaceae: Habenariinae) in southeastern Brazil. *Darwiniana* 39(3-4): 201-207.
- \_\_\_\_\_, KOEHLER, S. 2003. Notes on the pollination biology of *Notylia nemorosa* (Orchidaceae): do pollinators necessarily promote cross pollination? *Journal of Plant Research (Japan)* 116: 19-25.
- 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.
- STEHMANN, J.; FORZZA, R.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D.; KAMINO, L. 2009. Diversidade taxonômica na Floresta Atlântica. *Plantas Da Floresta Atlântica*. 3-12.
- STORTI, E. F.; BRAGA, P. I. S. & STORTI-FILHO, A. 2011. Biologia reprodutiva de *Cattleya eldorado* uma espécie de Orchidaceae das campinas amazônicas. *Acta Amazonica* 41(3): 361-368.
- TREMBLAY, R.L. 1992. Trends in pollination ecology of the Orchidaceae: evolution and systematic. *Canadian Journal of Botany* 70: 642-650.
- \_\_\_\_\_, 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): 1–54.
- VAN der PIJL, L. & DODSON, C.H. 1966. *Orchidflowers: Their pollination and evolution*. Coral Gables: University of Miami Press.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou pela primeira vez a biologia reprodutiva e detalhes do comportamento dos polinizadores das espécies *Brasiliorchis picta*, *Brassavola tuberculata* e *Epidendrum densiflorum*, nativas do Pampa e Mata Atlântica. Foram realizadas observações no campo durante aproximadamente 570 horas em quatro populações de duas localidades do estado de Rio Grande do Sul, o qual permitiu verificar que estas orquídeas de um modo geral apresentam baixa taxa de frutificação na natureza e apresentam limitação pelos polinizadores no seu sucesso reprodutivo. Apesar de já existir um estudo reportando dados de polinizador efetivo da espécie *Brasiliorchis picta*, este estudo gera novos dados abrangentes sobre o comportamento dos visitantes, sobre o sistema reprodutivo e amplia o número de espécies encontradas como polinizadores efetivas da espécie.

Desde as primeiras classificações do gênero *Brassavola*, diversos autores, baseando-se nas características morfológicas das flores, hipotetizam que os possíveis vetores de polinização sejam as mariposas noturnas da família Sphingidae. Embora diversos trabalhos nunca os tenham registrado, este estudo comprova que a polinização de *B. tuberculata* é feita pelos esfingídeos *Eumorpha analis* e *Eumorpha fasciatus*, sendo o primeiro estudo que efetivamente comprova a polinização da família Sphingidae no gênero *Brassavola*.

Este estudo traz à luz a hipótese de um novo modelo de estratégia reprodutiva de Orchidaceae, baseado no engano fármaco-alimentar, através do mimetismo de odores relativos a flores que contém néctar com alcaloides pirrolizidínicos, importantes na cõrte e defesa de lepidópteros machos das subfamílias Arctinae e Ithomiinae.