

Universidade Federal de Juiz de Fora
Mestrado em Ecologia Aplicada ao Manejo e
Conservação dos Recursos Naturais

Camila Nardy Delgado

**BIOLOGIA REPRODUTIVA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CONSERVAÇÃO
DE *HADROLAELIA COCCINEA* (LINDL.) CHIRON & V.P. CASTRO
(ORCHIDACEAE, LAELIINAE) NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA,
MINAS GERAIS, BRASIL**

Juiz de Fora

2018

Camila Nardy Delgado

**BIOLOGIA REPRODUTIVA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CONSERVAÇÃO
DE *HADROLAELIA COCCINEA* (LINDL.) CHIRON & V.P. CASTRO
(ORCHIDACEAE, LAELIINAE) NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA,
MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais

Orientador: Dr. Luiz Menini Neto

Co-orientadora: Dra. Ana Paula Gelli de Faria

Juiz de Fora – MG

Fevereiro de 2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Nardy Delgado, Camila.

Biologia Reprodutiva, Distribuição Espacial e Conservação de *Hadrolaelia coccinea* (Lindl.) Chiron & V.P. Castro (Orchidaceae, Laeliinae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. / Camila Nardy Delgado. – 2018.
108 f.

Orientadora: Luiz Menini Neto

Coorientadora: Ana Paula Gelli de Faria

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós Graduação em Ecologia, 2018.

1. Epífitas. 2. Estudo Populacional. 3. Floresta Atlântica. 4. Nanofloresta. 5. Impacto Antrópico. I. Menini Neto, Luiz, orient. II. Gelli de Faria, Ana Paula, coorient. III. Título.

***“BIOLOGIA REPRODUTIVA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CONSERVAÇÃO
DE HADROLAELIA COCCINEA (LINDL.) CHIRON & V.P. CASTRO
(ORCHIDACEAE, LAELIINAE) NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA,
MINAS GERAIS, BRASIL”***

Camila Nardy Delgado

Orientador: Prof. Dr. Luiz Menini Neto

Co-orientadora: Prof. Dra. Ana Paula Gelli de Faria

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Aprovado em 19 de Fevereiro de 2018.

Prof. Dr. Luiz Menini Neto

Profa. Dra. Ana Paula Gelli de Faria

Profa. Dra. Heloísa Alves Lima Carvalho

Profa. Dra. Fernanda dos Santos Silva

Bom dia Natureza
Pulmão da terra mãe
Portal da cor, futuro
Cada nascer do sol
[...]
Terra, água, fogo e ar
Quero o sabor, o som
Quero tocar, visão
Cheiro de vida
E um mar de gerações
Procuro a resposta
Por que criar a dor?
Se quando estamos juntos
Temos sonho, força e amor
[...]

Portal da cor
Milton Nascimento

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que indiretamente ou diretamente contribuíram para esse momento da minha vida, me ajudando em todos os momentos, com sorrisos e apoios que me fizeram chegar aqui.

Primeiramente ao meu orientador, professor Luiz Menini Neto por ter depositado a confiança em mim para realização deste trabalho. E principalmente pela imensa ajuda, tanto na parte prática, campo, quanto na dissertação e conselhos. Sem você não teria sido possível a realização deste mestrado. Meu sincero muito obrigado!

À minha co-orientadora Ana Paula Gelli de Faria pelo conhecimento em uma área, que para mim era nova e graças a sua tutoria pude desenvolver este trabalho. E pela imensa ajuda no trabalho de campo e laboratório.

Agradecer minha família que sempre me apoiou demonstrando compreensão. Ao meu pai pela ajuda em campo, sempre nos levando no seu carro para Ibitipoca quando precisava, a minha mãe pelo carinho e ajuda em todos os sentidos, a vocês dois por sempre poderem contar com vocês. Às minhas irmãs mesmo que às vezes distantes me enviavam pensamentos bons que me fazia caminhar. À minha sobrinha e afilhada Emanuele pelos momentos de diversão, que me fazia voltar a ser criança, e também ao meu sobrinho Gael pela sua chegada que só trouxe mais a alegria a família. E a todos outros familiares, avós e avôs, tias e tios, e primas e primos.

Ao Diogo que neste último ano demonstrou ser um grande amigo, companheiro, nos momentos difíceis e alegres. Lendo os meus textos, mesmo que na maioria das vezes sem entender muito. Tendo paciência nos momentos em que perdia o controle. Entendendo os momentos de falta. Espero que venham outros anos de aprendizagem e carinho.

Às minhas amigas e companheiras de casa Michele e Luciana por esses anos de convivência, me permitiu desenvolver um carinho ainda maior por vocês, que aprendi muito sobre a amizade e respeito. Pelas risadas, pelas sessões de filmes, pelas comilanças, pelas vários papos sobre a vida, por terem paciência com o meu jeito, pela compreensão

e pela imensa ajuda que direta e indiretamente vocês tiveram comigo. Obrigada pelo carinho!

Às amigas de faculdade Flavinha, Fran, Iollanda, Maria Julia e Nara pelas conversas e pelos momentos felizes de encontros, que sempre mostravam interesse com o trabalho e a dissertação.

À minha amiga de infância Melina pela risada maravilhosa que tenho saudade e desculpa pela falta em alguns momentos.

Aos amigos do Herbário Leopoldo Krieger pelo companheirismo e compreensão. Em especial a Samyra que me ajudou muito, como um todo, no trabalho. Principalmente em campo, e por ter sido uma das precursoras de estar onde estou no mundo acadêmico.

À Ligia pelo carinho, amizade e estadia durante os trabalhos de campo em Ibitipoca.

À Escola Estadual Tiago Delgado pela compreensão, que me compreendeu a realização do mestrado e por ter o privilégio de trabalhar lá durante esses anos. Principalmente a diretora Simone aos professores que me ajudaram com as trocas e aos alunos.

Ao professor Paulo Peixoto e a Cristiano que me permitiu realizar experimentos no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Juiz de Fora.

À Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora pelo apoio logístico. A Capes pela bolsa de estudo. Ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais pela licença concedida e apoio logístico.

Aos membros da banca pela gentileza de aceitarem e participarem e por cada contribuição.

E à natureza em especial as Orquídeas pela possibilidade de conhecer esse mundo, que me ilumina e me permitiu realizar esse sonho.

Resumo Geral

As interações ecológicas são de extrema importância para todo ecossistema, as relações entre plantas e polinizadores possuem um papel estruturador para os sistemas naturais e agrícolas. A fase reprodutiva é um momento marcante na vida de qualquer organismo, influenciado pelas condições bióticas e abióticas, que desenha as características reprodutivas. Desta forma, a distribuição das espécies está altamente relacionada com os mecanismos de dispersão e condições do local para determinar a densidade e a alta diversidade de espécies, que encontramos no planeta. Além disso, muitas vezes o impacto antrópico é um fator marcante em toda essa relação. Orchidaceae é uma família cosmopolita encontrada em quase todos os continentes da Terra, exceto na Antártida, com cerca de 24500 espécies. No Brasil o domínio da Floresta Atlântica se destaca em número de espécies, chegando a 50% de todas as espécies encontradas no país. Laeliinae é a terceira maior subtribo de Orchidaceae, com cerca de 2080 espécies exclusivamente distribuídas na Região Neotropical, sendo muitas vezes desejadas por colecionadores devido à imensa diversidade morfológica e cromática de suas flores. *Hadrolaelia coccinea* (Lindl.) Chiron & V.P. Castro ocorre nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo endêmica do domínio Atlântico. As flores têm como característica principal sua coloração vermelho intenso, tendo grande apelo ornamental. No Parque Estadual do Ibitipoca esta espécie possui um histórico de coleta predatória, onde uma subpopulação está extinta no local. Deste modo, foi realizado um estudo avaliando aspectos da biologia reprodutiva, distribuição espacial e impacto antrópico no intuito de avaliar a situação da espécie no referido parque. No primeiro capítulo foi realizado um estudo de biologia reprodutiva avaliando fenologia, ocorrência de possíveis polinizadores, aspectos da biologia floral, sistema de cruzamentos, e sementes viáveis de frutos provenientes da polinização natural, através do teste do tetrazólio. O sistema de floração encontrado é anual com duração intermediária, como principal estratégia GFD – Generalized Food Deception, por não oferecer recompensa floral para seu polinizador, enganando-o pela semelhança cromática com outra espécie, a qual compartilha características morfológicas e que oferta néctar. Pelas características florais, o mecanismo de polinização é “Key-hole flower” tendo o beija-flor como potencial polinizador. Apresenta um sistema autocompatível e alogâmico, com a polinização cruzada como via de regra, visto que existe a presença de uma barreira física que evita a autopolinização. Por consequência, apresenta baixa taxa de frutificação, mas com elevado número de sementes. No segundo capítulo foi avaliada

a distribuição espacial de *H. coccinea* através de transectos de 200 x 8 m distribuídos no interior e borda da nanofloresta nebulosa, na transição com o arbustal nebuloso. Sua distribuição espacial foi avaliada através do Índice Morisita (IM) e da Razão da Variância/Média (R). Os indivíduos nos dois ambientes foram contabilizados em grupos de jovens e adultos, registrando-se os forófitos. A significância estatística dos testes foi comparada pelo teste *t*. A correlação da circunferência do tronco com a abundância de indivíduos de *H. coccinea* foi feita através de uma regressão linear. Os resultados mostraram um padrão de distribuição agregada, com diferença de abundância entre os ambientes de interior e borda da nanofloresta nebulosa, mas a densidade de indivíduos jovens e adultos não teve diferença significativa. Há preferência por uma espécie de forófito, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae), popularmente chamada de candeia, com o CAP apresentando uma pequena influência na densidade de indivíduos nos forófitos. No terceiro capítulo foi avaliado o impacto antrópico sobre *H. coccinea* pela atividade de turistas, através do estabelecimento de quatro transectos de 200 x 8 m em dois ambientes, onde a passagem dos turistas não é permitida (ST) e em que a passagem é permitida (T), e registrada a abundância de indivíduos nos forófitos. A significância estatística foi realizada pelo teste Mann-Whitney. A subpopulação onde a passagem dos turistas é permitida está com uma baixa taxa de indivíduos, contrapondo o que ocorre no ambiente em que a passagem de turistas não é permitida (ST), apresentando uma subpopulação com elevado número de indivíduos.

Palavras-chaves: Epífitas, Estudo Populacional, Floresta Atlântica, Nanofloresta, Impacto Antrópico.

Abstract

Ecological interactions are of extreme importance to every ecosystem, once the relationships between plants and pollinators have a structuring role for natural and agricultural systems. The reproductive phase is a defining moment in the lifecycle of any organism, influenced by the biotic and abiotic conditions, that draws the reproductive characteristics. In this way the distribution of the species is highly related to the mechanisms of dispersion and conditions of the place to determine the density and the high diversity of species that we find in the planet. Furthermore, often the anthropogenic impact is a striking factor in this whole relationship. Orchidaceae is a cosmopolitan family found in almost all continents of the Earth, except in Antarctica, with about 24500 species. In Brazil the domain of the Atlantic Forest stands out in number of species, reaching 50% of all species found in the country. Laeliinae is the third largest subtribe of Orchidaceae, with about 2080 species exclusively distributed in the Neotropical Region, being often desired by collectors due to the morphological and chromatic diversity of their flowers. *Hadrolaelia coccinea* (Lindl.) Chiron & V.P.Castro occurs in the South and Southeast regions of Brazil, being endemic to the Atlantic Domain. The flowers are main characteristic is its intense red color, with great ornamental appeal. In the Parque Estadual do Ibitipoca this species has a predatory collection history, where a subpopulation is extinct in the place. In this way, a study was carried out evaluating aspects of the reproductive biology, spatial distribution and anthropogenic impact in order to evaluate the situation of the species in said park. In the first chapter the study of biology reproductive was fulfilled assessing phenology, possible pollinators, aspects of floral biology, crossing systems and viable sees of natural pollinations, through the tretazolium test. The system is described annual - flowering patterns, with main strategy - GFD – Generalized Food Deception, for not offering floral reward for its pollinator, deceiving him through the another species with which she shares morphological characteristics and which offer nectar. By the floral characteristics the mechanism of pollination is "Key-hole flower" having the hummingbird as a potential pollinator. It presents a self-compatible and allogamic system, with cross-pollination as a rule, since there is the presence of a physical barrier that avoids self-pollination. Consequently, it presents a low fruiting rate, but with a high number of seeds. In the second chapter was evaluated the spatial distribution through of four transects of 200 x 8 m distributed inside and border of dwarf cloud forest, in transition cloud shrub. Your spatial distribution was evaluates

through os Índice Morisita (IM) Variance/Average rate (R). The individuals in the both environment were accounted in groups of youth and adults, registering the forophytes. The statistical significance of test was compared by test *t*. The correlation of circumference of the trunks with the abundance of individuals of *H. coccinea* was done through of a linear regression. The results showed an aggregate distribution pattern, with differences of abundance between the interior and border environments of the dwarf cloud forest, but the density of young and mature individuals did not have significant difference. There is a preference for a species of phorophyte, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae), popularly called *candeia*, with CAP having a small influence on the density of individuals on the phorophytes. In the third chapter we evaluated the anthropogenic impact on *H. coccinea* in areas where the circulation of tourists, through the establishment of four transects of 200 x 8 m in two environment, at where tourists pass are allowed (T) and circulation is not allowed (ST), and registrar the abundance of individuals in the forophytes. The statistical significance was fulfill of Mann-Whitney. The subpopulation of T presents a low rate of individuals, opposing what occurs in the environment ST, which presents a subpopulation with high number of individuals.

Key words: Anthropogenic impact, Atlantic Forest, draw forest, epiphytes, population study.

Lista de Figuras

Capítulo 1

- Figura 1 - Localização do Parque Estadual do Ibitipoca e da região amostrada (★)..... 37
- Figura 2- A. Habitat de *Hadrolaelia coccinea*, epífita sobre candeia na nanofloresta nebular. B. Detalhe das flores de *Hadrolaelia coccinea*. C. Habitat de *Justicia monticola* na nanofloresta nebular. D. Detalhe da flor de *Justicia monticola*. Fotos: A: Camila Nardy; B: Samyra G. Furtado; C-D: Luiz Menini Neto. 40
- Figura 3 – Fenologia reprodutiva da população de *H. coccinea* no período de abril de 2016 a maio de 2017..... 41
- Figura 4 – A. Botão de *Hadrolaelia coccinea*; B. Antese de *Hadrolaelia coccinea*; C. Flor de *Hadrolaelia coccinea*; D. Formação do fruto de *Hadrolaelia coccinea*. Fotos: Camila Nardy..... 42
- Figura 5 – Número de sementes viáveis para cada tempo de imersão do teste de coloração (N = 5 frutos). 44
- Figura 6 – Total de sementes viáveis por fruto em uma amostra de 0,03g (N = 5 frutos). 44

Capítulo 2

- Figura 1 - Localização do Parque Estadual do Ibitipoca e da região amostrada (★).....65
- Figura 2 – A. Habitat de *Hadrolaelia coccinea*, epífita sobre candeia na nanofloresta nebular. B. Detalhe das flores de *Hadrolaelia coccinea*. Fotos: A: Camila Nardy; B: Luiz Menini Neto.....67
- Figura 3 – Localização dos transectos utilizados na amostragem. BF – borda da nanofloresta nebular; IF – interior da nanofloresta nebular. Fonte: Modificado de Google Earth®.....68
- Figura 4 – Abundância de jovens e adultos no interior (IF) e borda da nanofloresta nebular (transição da nanofloresta nebular com o arbustal nebular) (BF).....70
- Figura 5 – Porcentagem de indivíduos jovens e adultos no interior (IF) e borda da nanofloresta nebular (transição da nanofloresta nebular com o arbustal nebular) (BF).....71
- Figura 6 – Comparação entre o número de indivíduos de *Hadrolaelia coccinea* sobre candeia e as demais espécies de forófitos.....72

Figura 7 – Porcentagem de indivíduos das diferentes espécies de forófitos nos dois ambientes, interior da nanofloresta nebulosa (IF) e borda (transição da nanofloresta nebulosa com o arbustal nebuloso) (BF).....	73
---	----

Capítulo 3

Figura 1 - Localização do Parque Estadual do Ibitipoca e da região amostrada (★).....	91
Figura 2 – A: Aspecto geral de <i>Hadrolaelia coccinea</i> no ambiente. B: Detalhe de <i>Hadrolaelia coccinea</i> . Fotos: A. Camila Nardy; B. Samyra G Furtado.....	92
Figura 3 – Distribuição dos transectos. (ST – sem passagem permitida de turistas; T – passagem permitida de turistas). Fonte: Modificado de Google Earth®.....	93
Figura 4 – Indivíduos jovens e adultos de <i>Hadrolaelia coccinea</i> nos ambientes sem passagem permitida de turistas (ST) e com passagem permitida de turistas (T).....	94
Figura 5 – Porcentagem de indivíduos jovens e adultos de <i>Hadrolaelia coccinea</i> nos ambientes sem passagem permitida de turistas (ST) e com passagem permitida de turistas (T).....	95

Lista de tabela

Tabela 1 - Porcentagens de frutificação (número de frutos formados/número de flores tratadas) por tratamento de polinização controlada e respectivos índices de autogamia (AI), autoincompatibilidade (ISI) e Eficácia Reprodutiva para <i>H. coccinea</i> . O número de frutos formados e o número de flores testadas são mostrados entre parênteses.....	43
--	----

Sumário

<i>Introdução Geral</i>	17
Aspectos gerais das Orchidaceae	17
A subtribo Laeliinae	18
Distribuição espacial	22
Conservação	22
Objetivos	23
Referências	24
 <i>Capítulo 1 - À espera de um beija-flor: biologia reprodutiva e polinização de <i>Hadrolaelia coccinea</i> (Orchidaceae)</i>	 32
Abstract	32
Resumo	33
Introdução	34
Material e Métodos	36
Área de estudo	36
Biologia Reprodutiva.....	37
Fenologia.....	37
Biologia floral:	37
Sistemas de cruzamento:.....	38
Polinização e sucesso reprodutivo:	39
Resultados	39
Fenologia:	40
Biologia floral:.....	41
Sistemas de cruzamento:.....	42
Polinização e sucesso reprodutivo:	43
Discussão	44
Referências	50
 <i>Capítulo 2 – Distribuição espacial de <i>Hadrolaelia coccinea</i> (Lindl.) Chiron & V.P. Castro no Parque Estadual do Ibitipoca</i>	 61

Abstract.....	61
Resumo.....	62
Introdução.....	63
Material e Métodos	65
Área de estudo	65
Caracterização ecológica da espécie.....	66
Quantificação espacial.....	68
Abundância dos indivíduos.....	68
Distribuição espacial.....	69
Distribuição nos forófitos	69
Resultados	70
Discussão	73
Conclusão	77
Referências.....	77
<i>Capítulo 3 - Uma ameaça inerente: o impacto do turismo sobre <i>Hadrolaelia coccinea</i> (Orchidaceae) em uma unidade de conservação na Floresta Atlântica.....</i>	<i>87</i>
Abstract.....	87
Resumo.....	88
Introdução.....	89
Material e Métodos	90
Área de estudo	90
Caracterização de <i>Hadrolaelia coccinea</i>	92
Amostragem espacial.....	93
Resultados	94
Discussão	95
Conclusão	98
Referências.....	100
<i>Considerações Finais</i>	<i>106</i>

Biologia Reprodutiva e Distribuição Espacial de Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P. Castro (Orchidaceae, Laeliinae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil

Camila Nardy Delgado

Introdução Geral

Aspectos gerais das Orchidaceae

Orchidaceae pertence à ordem basal de monocotiledôneas Asparagales (APG IV 2016), sendo encontrada em todo o globo terrestre exceto Antártida. As espécies possuem alta diversidade na região Neotropical, onde particularmente se destacam como epífitas, perfazendo cerca de 73% do total de espécies da família (Atwood 1986; Benzing 1987; Gentry & Dodson 1987; Dressler 1993, 2005). A Floresta Atlântica é o domínio fitogeográfico com o maior número de representantes da família no Brasil, cerca de 50% (FBO 2020), sendo mais diversas em florestas tropicais (Barros 1999), em altitudes médias, onde as florestas nebulares estão estabelecidas (Pabst & Dungs 1975).

Possui cerca de 24500 espécies, distribuídas em aproximadamente 800-1000 gêneros (Dressler 2005). No Brasil a literatura avalia que sejam cerca de 3000 espécies em 236 gêneros, sendo a Região Sudeste com o maior número, 1505 espécies, e o estado de Minas Gerais representado por 900 espécies (BFG 2015; FBO 2020). As orquídeas são subdivididas em cinco subfamílias (Apostasioioideae, Cyrtopodioideae, Vanilloideae, Orchidoideae e Epidendroideae), sendo Epidendroideae a subfamília com o maior número de espécies e a mais diversa, cerca de 650 gêneros e 18.000 espécies (Pridgeon *et al.* 1999; 2005).

As flores em Orchidaceae são, sem dúvida, o órgão que possui maior diversidade morfológica como, cores, formas e tamanhos (Darwin 1862; Dressler 1990; Pinheiro *et al.* 2004), embora sejam muito conservadoras quanto ao número e disposição das partes. As orquídeas são bissexuadas ou raramente unissexuadas, formadas por dois verticilos trímeros – duas pétalas laterais e uma mediana (labelo), e três sépalas externas. A pétala mediana (labelo) normalmente é maior e apresenta glândulas ou ornamentações (calos) com funções relacionadas ao processo de polinização, podendo atuar como plataforma de pouso ou guia mecânico para

os polinizadores (Dressler 1990; Pridgeon *et al.* 1999; Mondragón-Palomino & TheiBen 2009). O gineceu e androceu são fundidos formando a coluna ou ginostêmio. Nesta estrutura, a área estigmática e a antera são separadas pelo rostelo, uma membrana que dificulta ou impede a autopolinização espontânea. As sementes são, em geral, diminutas, sem endosperma. Durante o processo de germinação estabelece-se uma simbiose entre micorrizas e a semente, sem os quais este evento não seria possível (Dressler 1990; Pridgeon *et al.* 1999).

Este representativo grupo de plantas permite uma variedade de estratégias de vida relacionadas a características florais, vegetativas e a síndromes de polinização (Fay & Chase 2009). Tal conjunto de caracteres morfoanatômicos lhe confere especificidade em relação aos polinizadores e o alto poder de adaptação a diferentes *habitats* (Pabst & Dungs 1975; Dressler 1993; Pridgeon *et al.* 1999).

Orchidaceae apresenta alguns dos mais complexos e intrigantes sistemas de polinização conhecidos, sendo polinizadas por diversos grupos de insetos (Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera e Coleoptera) e por aves (van der Pijl & Dodson 1966). No entanto, a maioria das espécies de Orchidaceae tende a ser polinizada por uma ou poucas espécies de polinizadores (Dodson 1962; Pijl & Dodson 1966; Tremblay 1992). Suas notáveis adaptações ao mecanismo diversificado de polinização cruzada permitem alta radiação adaptativa, representando um grupo dinâmico, sobre a qual a seleção natural encontra-se generalizada (Ackerman *et al.* 2011).

Suas populações apresentam variações consideráveis, devido às suas características intrínsecas como, indivíduos perenes de vida longa, transferência do pólen em massas compactas (polínias) e produção de grande número de óvulos e sementes sem endosperma, facilitando a dispersão pelo vento a longas distâncias (Pijl & Dodson 1966; Dressler 1981; 1993).

A subtribo Laeliinae

Laeliinae (Epidendreae: Epidendroideae) é a terceira maior subtribo de Orchidaceae, possuindo aproximadamente 40 gêneros e 2080 espécies distribuídas exclusivamente na região Neotropical (Pridgeon *et al.* 2005), tendo menor número de espécies apenas que Pleurothallidinae e Oncidiinae (Dressler 1981; 1993). Essa subtribo inclui alguns dos gêneros de plantas ornamentais mais importantes, como *Catleya* e *Laelia*, e gêneros representativos na flora de orquídeas neotropicais, como *Encyclia*, *Epidendrum* e *Prostachea* (van den Berg *et al.* 2000). Devido à alta variação dos caracteres morfológicos e do alto número de espécies e grupos

genéricos e infragenéricos, essa subtribo constitui um grupo de interesse em relação aos padrões de diversificação (van den Berg *et al.* 2009).

As Laeliinae podem ser plantas epífitas, rupícolas ou terrícolas, podendo formar pseudobulbos com folhas apicais, ou caules secundários delgados com folhas dísticas, inflorescência na maioria das espécies é terminal, sendo difícil de encontrar a forma lateral, simples ou ramificada, com flores apresentando tamanhos variados e número podendo ser uniflora a multiflora, e apresentando um formato geral de fauce, no qual o labelo forma uma câmara, permitindo que os polinizadores consigam entrar à procura de recursos florais, removendo, deste modo, as polínias que se aderem ao corpo do animal (Dressler 1981). Suas polínias são uma estrutura globosa de consistência cerosa de difícil fragmentação (Caballero-Villalobos *et al.* 2017) normalmente lateralmente achatada, sendo 2, 4, 6 ou 8 (Dressler 1993).

É considerado o melhor exemplo de irradiação adaptativa nas orquídeas, por encontrar todos os tipos de polinizadores presentes na família (van der Pijl & Dodson 1966; Dressler 1981; van der Cingel 2001; Borba & Braga 2003). Apesar dos dados serem escassos e esparsos, a maioria dos gêneros da subtribo é polinizada por Hymenoptera, mas em virtude do gênero *Epidendrum* ter grande número de espécies (cerca de 800 espécies) a subtribo tem Lepidoptera como o principal polinizador, com a predominância de borboletas e mariposas (Dodson 1962; van der Pijl & Dodson 1966).

Devido à grande irradiação adaptativa que as Laeliinae apresentam, algumas espécies podem não oferecer recursos florais para seus polinizadores (van der Cingel 2001). A autocompatibilidade e melitofilia são consideradas características basais para a família, para posterior polinização realizada por beija-flores, lepidópteros, dípteros e outros himenópteros (Borba & Braga 2003), indicando que todas as síndromes de polinização tenham surgido várias vezes na subtribo (van der Pijl & Dodson 1966; van den Berg & Chase 2000), sendo uma das causas do grande número de espécies dentro das Laeliinae (van der Berg *et al.* 2009).

As Laeliinae possuem dois padrões gerais no sistema de síndrome de polinização, espécies que produzem recompensas florais, e espécies que não apresentam recursos, cujo sistema de polinização se dá por engodo (Ackerman 1986). Esta segunda categoria é a mais difundida na subtribo (Verola *et al.* 2007).

As fragrâncias apresentadas pelas flores no mecanismo de engodo têm um papel importante no processo de atração dos polinizadores, visto que as espécies tentam assegurar um número mínimo de visitas para seu sucesso reprodutivo, antes que seus polinizadores consigam adquirir memória e “aprender” que a flor não possui recurso (Ferdy *et al.* 1998).

Os sistemas reprodutivos autoincompatíveis e autocompatíveis já foram relatados para o grupo, dependendo da espécie e população (Verola *et al.* 2007), mas a autocompatibilidade com dependência do polinizador é um sistema amplamente difundido nas Laeliinae, com vários relatos entre as espécies (Borba & Braga 2003; Smidt *et al.* 2006; Silva-Pereira *et al.* 2007; Pansarin & Amaral 2008; Storti *et al.* 2011; Vale *et al.* 2012; Pansarin & Pansarin 2014; Caballero Villalobos *et al.* 2017), e com alguns táxons se reproduzindo exclusivamente através de polinização cruzada (Higgins 2003; Pansarin 2003; Verola *et al.* 2007).

A subtribo Laeliinae nos últimos anos vem sofrendo várias modificações nomenclaturais, e, com o advento da filogenia molecular, mostrou ser um grupo monofilético com cerca de 35 gêneros (van den Berg & Chase 2000; van den Berg *et al.* 2005; 2009), mas persistindo alguns problemas de delimitação genérica. Deste modo, o gênero *Sophronitis* segundo Withner (1990) incluía nove espécies brasileiras pertencentes às Laeliinae, caracterizadas por apresentarem porte pequeno, flores laranja-avermelhadas a vermelhas, pseudobulbos agrupados, labelo sésbil na base da coluna, pequenas asas laterais da cavidade estigmática, coluna curta e espessa e oito polínias.

Após estudos filogenéticos e dados moleculares, van den Berg & Chase (2000) propuseram redelimitação do gênero, que passaria a englobar todas as espécies brasileiras incluídas em *Laelia* Lindl. Chiron & Castro Neto (2002), baseando-se no estudo anterior, mas agregando também caracteres morfológicos, propuseram nova circunscrição de *Sophronitis*, dividindo-o em cinco gêneros: *Dungsia*, *Hadrolaelia*, *Hoffmannseggella*, e *Microlaelia*, além de *Sophronitis*. Posteriormente, houve uma proposta de transferência de todas as espécies de *Sophronitis* (*sensu* van den Berg & Chase 2000) para o gênero *Cattleya*, mantendo o monofilatismo deste e evitando a criação de vários gêneros menores para as espécies incluídas anteriormente em *Cattleya* (van den Berg *et al.* 2009).

Em novas análises filogenéticas van den Berg *et al.* (2000, 2009) e Rodrigues (2010) constataram que a primeira circunscrição do gênero *Sophronitis* (*stricto sensu*) era parafilético ou polifilético, pois *S. cernua* e *S. alagoensis* formam uma linhagem distinta, agrupada com espécies antes circunscritas como *Laelia*. As sete espécies restantes que eram reconhecidas como *Sophronitis* (*stricto sensu*) são um grupo monofilético (van den Berg *et al.* 2009) denominado por Rodrigues (2010) como “clado *Cattleya coccinea*”. A morfologia das espécies deste clado é bastante homogênea formando um complexo em que a delimitação ainda é bastante imprecisa, pois suas flores são muito similares entre as espécies, sendo necessárias outras características como *habitat*, floração e morfologia vegetativa para diferenciá-las (Withner 1990).

No presente estudo, adota-se a circunscrição proposta por Chiron & Castro Neto (2002), de modo que o objeto deste estudo é a espécie *Hadrolaelia coccinea* (Lindl.) Chiron & V.P.Castro que tem como característica uma flor vermelho intenso, às vezes com mácula amarela no labelo, presença de 8 polínias e fruto cápsula, canaliculado (Chiron & Castro 2002; Nardy *et al.* 2016). Considerada uma orquídea com forte apelo ornamental, tem como preferência ambientes com elevações de médio para altas, entre 1000m a 1500m (Rodrigues *et al.* 2014), nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica, em ambientes de campo rupestre, florestas estacional semidecidual, ombrófila densa e ombrófila mista (FBO 2020).

Sua descrição original foi feita por Lindley (1836), com uma variedade e duas subespécies, na tentativa de organizar a diversidade morfológica apresentada pela mesma (Fowlie 1987), sendo atualmente consideradas duas espécies distintas, *H. mantiqueirae* e *H. pygmaea*. A identificação destas espécies é um desafio, pois a diferença morfológica entre *H. coccinea* e *H. mantiqueirae* se dá, predominantemente pelo fruto, sendo a primeira com fruto canaliculado e a segunda costado (Nardy *et al.* 2016), enquanto *H. pygmaea* é diferenciada das outras duas espécies pelo porte vegetativo e flores consideravelmente menores (Fowlie 1987; Withner 1990). *Hadrolaelia coccinea* é comumente encontrada em orquidários particulares apresentando variações cromáticas, de folha, flor e tamanho (Miller *et al.* 2006). Possui populações com tamanhos reduzidos e é uma espécie de difícil cultivo (Rodrigues *et al.* 2014). Atualmente, encontra-se ameaçada na categoria “Vulnerável” na Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais (Sano *et al.* 2008).

Distribuição espacial

As populações de Orchidaceae têm como características apresentar-se reduzidas e dispersas ou hiperdispersas (Raventós *et al.* 2011), principalmente devido à fragmentação e degradação dos seus *habitats*, que sofrem com ações como a extração predatória, com destaque para a atuação de colecionadores (Hietz 1997; Neiland & Wilcock 1998; Cribb *et al.* 2003; Hietz *et al.* 2006; Winkler *et al.* 2009; Swarts & Dixon 2009; Barberena 2010). Contribuem para este quadro fatores como, competição, dispersão de sementes, agentes polinizadores, luminosidade, umidade, características edáficas, estresse hídrico e altitude (Hubbell 1979; Lundberg & Ingvarsson 1998; Chung & Chung 1999; Leite 2001; Hietz *et al.* 2006; Piccoli 2014).

Estudos populacionais permitem informações a níveis específicos, destacando o número de indivíduos da população e estados ontogenéticos, que estão sujeitos às mudanças durante os ciclos de vida (Harper 1977; Santos 2002). Estes atuam diretamente na seleção natural, onde sua distribuição está altamente relacionada à deriva genética na diferenciação populacional (Tremblay & Ackerman 2001), compreendendo os mecanismos de diversidade encontrados na natureza (Bawa 1992).

As epífitas de modo geral, incluindo as Orchidaceae, mostram preferências por substratos de árvores e arbustos específicos (Tremblay *et al.* 1998; Parra-Tabla *et al.* 2011). Estas características específicas dos forófitos (árvores “hospedeiras”) como, arquitetura, textura da casca, condições distintas apresentadas por elas (Steege & Cornelissen 1989; Zotz *et al.* 1999) influenciam a distribuição populacional destas espécies epifíticas, sendo a distribuição dos forófitos altamente correlacionada com a distribuição das mesmas (Adhikari *et al.* 2012). Esta análise do padrão da distribuição espacial fornece informações sobre competições inter e intraespecíficas, disponibilidade de recursos e processos de recrutamento e mortalidade (Wiegand *et al.* 2007; Vieira *et al.* 2012), possibilitando entender o ciclo da população no local.

Conservação

Na Floresta Atlântica, especialmente em Unidades de Conservação, a família Orchidaceae apresenta grande riqueza de espécies (Pabst & Dungs 1975; Miller & Warren 1996; Miller *et al.* 2006; FBO 2020). Mas, em virtude do crescimento do turismo nestas

Unidades de Conservação muitas podem estar ameaçadas, como observado ao redor do mundo (Ballantyne & Pickering 2012; 2013; Rankin *et al.* 2015). Devido ao grande investimento em infraestrutura para receberem os turistas, como criação de estacionamentos, áreas que suportem banheiros e restaurantes, camping, acabam agredindo o ambiente, sendo desmatadas áreas para tais fins (Pickering & Hill 2007; Pickering *et al.* 2007; Pickering 2010; Holden 2016), acarretando perda de diversidade nos locais onde acontece turismo em grande escala.

A Unidade de Conservação tem como objetivo garantir a preservação da natureza, a partir do uso indireto dos recursos naturais (Brasil 2000). O Projeto de Lei (PL) para criação das UCs brasileiras foi constituído pelo Senado somente no ano de 2000, embora tenha sido discutido desde 1992 através do PL nº 2.892. A lei tem como objetivo explícito garantir a conservação das áreas, contribuindo para a manutenção e conservação da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional, além da conservação dos recursos hídricos, promovendo práticas de desenvolvimento sustentável (Brasil 2000). Elas são geridas através dos órgãos ambientais consultivos (por exemplo, CONAMA) e deliberativos (por exemplo, IBAMA, Instituto Chico Mendes e IEF/MG) (Brasil 2000).

Mas a concepção da sociedade e natureza ainda é um desafio (Simiqueli 2008) principalmente no Parque Estadual do Ibitipoca, onde o trabalho foi realizado, o qual é considerado de “Importância Biológica Extrema” (Costa *et al.* 1998) devido à grande diversidade de fauna e flora, *habitats* e riqueza espeleológica (Drummond *et al.* 2005). O turismo no local cresce a cada ano (Santos 2006) de forma indiscriminada, e o turista não percebe os impactos por ele causado no local, e o real sentido de uma Unidade de Conservação (Bartholo 2006). O ecoturismo caracteriza que se desenvolva uma conscientização em relação aos problemas ambientais, e a importância dessa proteção nos ecossistemas e manutenção dos processos ecológicos (Furlan 2003). Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de uma educação ambiental crítica para compreensão da sociedade e natureza.

Objetivos

Nesse sentido o presente estudo visa conhecer aspectos ecológicos de *H. coccinea* (Orchidaceae, Laeliinae) no Parque Estadual do Ibitipoca, uma espécie ameaçada de extinção no estado de Minas Gerais, e que vem sofrendo ação antrópica de

coleta no ambiente natural, procurando entender os mecanismos de reprodução e como a população se mantém no local, perante todos os fatores antrópicos e biológicos a que está exposta. Os objetivos são:

- a. Determinar o sistema reprodutivo e a biologia da polinização, com os agentes polinizadores da espécie *Hadrolaelia coccinea* no Parque Estadual do Ibitipoca (Capítulo 1).
- b. Avaliar os aspectos populacionais, bem como sua distribuição na nanofloresta nebulosa, preferência por forófitos e ambientes no Parque Estadual do Ibitipoca (Capítulo 2).
- c. Avaliar se existe impacto antrópico advindo do turismo sobre a distribuição da espécie no Parque Estadual do Ibitipoca (Capítulo 3).

Referências

- Ackerman JD (1986) Mechanisms and evolution of fooddeceptive pollination systems in orchids. *Lindleyana* 1: 108-113.
- Ackerman JD, Morales M & Tremblay R (2011) Darwin's Orchids: their variation, plasticity, and natural selection. *Lankesteriana* 11(3): 179-184.
- Adhikari YP, Fischer A & Fischer HS (2012) Microsite conditions of epiphytic orchids in a human impact gradient in Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of Mountain Science* 9: 331-342.
- APG IV (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20.
- Atwood TA (1986) The size of the Orchidaceae and the systematic distribution of epiphytic orchids. *Selbyana* 9: 171-186
- Ballantyne M, Pickering C (2012) Ecotourism as a threatening process for wild orchids. *J Ecotour* 11:34–47
- Ballantyne M, Pickering C (2013) Tourism and recreation: a common threat to IUCN red-listed vascular plants in Europe. *Biodivers Conserv* 22:3027–3044

- Barberena FFVA (2010) Estudos taxonômicos na subtribo Laeliinae (Orchidaceae; Epidendreae) no Parque Nacional do Itatiaia, Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 108p.
- Barros F (1999) Tendências e pendências na sistemática de Orchidaceae no Brasil. *In*: 50° Congresso Nacional de Botânica: Programa e Resumos. Sociedade Botânica do Brasil, Blumenau pp. 312-313.
- Bartholo R, Campos A, Lima RP (2006) A percepção dos turistas quanto à sustentabilidade do Arraial de Conceição de Ibitipoca, MG. *In*: II Seminário de Áreas Protegidas e Inclusão Social. Rio de Janeiro.
- Bawa KS (1992) Mating systems, genetic differentiation, and speciation in tropical rain forest plants. *Biotropica* 24(2):250-255.
- Benzing DH (1987) Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. *Annals of Missouri Botanical Garden* 74(2): 183-204
- BFG - The Brazil Flora Group (2015) Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66(4): 1085-1113.
- Borba EL & Braga PIS (2003) Biologia reprodutiva de *Pseudolaelia corcovadensis* (Orchidaceae): melitofilia e autocompatibilidade em uma Laeliinae basal. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 541-549
- Brasil. Lei n.9.985, de 18 de Julho de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de conservação da Natureza – SNUC. Estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Brasília, 18 jul 2000.
- Caballero-Villalobos L, Silva-Arias G, Buzatto CR, Nervo MH, Singer RB (2017) Generalized food-deceptive pollination in four *Cattleya* (Orchidaceae: Laeliinae) species from Southern Brazil. *Flora* 234: 195-206
- Chiron GR & Castro Neto VP (2002) Révision des espèces brésiliennes du genre *Laelia* Lindley. *Richardiana* 2: 4-28.
- Chung MY & Chung MG (1999) Notes on spatial genetic structure in populations of *Cymbidium goeringii* (Orchidaceae). *Annales Botanici Fennici* 36:161-164.
- Costa CMR, Hermann G & Martins CS (1998) Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 94p.
- Cribb PJ, Kell SP, Dixon KW, Barret RL (2003) Orchid conservation: a global perspective. *In*: Dixon KW, Kell SP, Barret RL, Cribb PJ, (org.). *Orchid Conservation.*, Kota Kinabalu, Sabah: Natutal History Publications (Borneo), p.1-24.

- Darwin C (1862) On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects. John Murray, London, UK.
- Dodson CH (1962) The importance of pollination in the evolution of the orchids of tropical America. *Amer Orchid Soc Bull* 31:525–534
- Dressler RL (1981) *The Orchids, natural history and classification*. Cambridge: Harvard University Press.
- Dressler RL (1990) *The Orchids, Natural History and Classification*. Harvard University Press. Harvard, 314p.
- Dressler RL (1993) *Phylogeny and classification of the Orchid family*. Portland: Dioscorides Press.
- Dressler RL (2005). How many orchid species? *Selbyana* 26: 155-158.
- Drummond GM, Martins CS, Machado ABM, Sebaio FA & Antonini Y (2005). Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para sua conservação. 2ª ed, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222p.
- Fay MF, Chase MW (2009) Orchid biology: from Linnaeus via Darwin to the 21st century. *Annals of Botany* 104: 359–364.
- Ferdy J, Gouyon P, Moret J, Godelle B (1998) Pollinator Behavior and Deceptive Pollination: Learning Process and Floral Evolution. *The American Naturalist* 152: 696-705.
- Fowlie JA (1987) A contribution to a monographic revision of the genus *Sophranitis* Lindl. *Orchid Digest* 51:15–32
- Furlan AS (2003). Ecoturismo: do sujeito ecológico ao consumidor da natureza. In: Rodrigues AB (Org.) *Ecoturismo no Brasil: possibilidades e limites*. São Paulo: Contexto.
- Gentry AH & Dodson CH (1987) Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of Missouri Botanical Garden* 74: 205-233
- Harper JL (1977) *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- Hietz P (1997) Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. *Journal of Ecology* 85: 767-775.
- Hietz P, Winkler M, Cruz-Paredes L & Jiménez- Aguilar A (2006) Breeding systems, fruit set, and flowering phenology of epiphytic bromeliads and orchids in a Mexican humid montane forest. *Selbyana* 27: 156-164.
- Higgins WE (2003) *Prosthechea*: a chemical discontinuity in Laeliinae. *Lankesteriana* 7: 39-41.

- Holden A (2016) An introduction to tourism–environment relationships. In: Hill J, Gale T (eds) Ecotourism and environmental sustainability principles and practice. Routledge, New York, pp 583–592
- Hubbell SP (1979) Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203(4387) : 1299-1309
- Leite EJ (2001) Spatial distribution patterns of riverine forest taxa in Brasilia, Brazil. *Forest Ecology and Management* 140:257-264.
- Lindley J (1836) *Cattleya coccinea*. Edwards's Bot Reg 22: 1919
- Lundberg S & Ingvarsson P (1998) Population dynamics of resource limited plants and their pollinators. *Theoretical Population Biology* 54:44-49.
- Miller D & Warren R (1996) Orquídeas do Alto da Serra - da Mata Atlântica Pluvial do Sudeste do Brasil. Editora Salamandra 1: 111-113.
- Miller D, Warren R, Miller IM & Seehawer H (2006) Serra dos Órgãos: Sua história e suas orquídeas. Editora Scart, Nova Friburgo. 567p.
- Mondragón-Palomino M, TheiBen G (2009) Why are orchid flowers so diverse? Reduction of evolutionary constraints by paralogues of class B floral homeotic genes. *Annals of Botany* 104: 583-594.
- Nardy C, Furtado SG, Salimena FRG, Menini Neto L (2016) As subtribos Laeliinae e Ponerinae (Epidendroideae, Orchidaceae) No Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade Federal de São Paulo* 34(1): 27-47
- Neiland MR, Wilcock CC (1998) Fruit set, néctar reward, and rarity in the Orchidaceae. *American Journal of Botany* 85(12): 1657-1671.
- Orchidaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB179>>. Acesso em: 13 Dez. 2017
- Pabst JFG & Dungs F (1975) *Orchidaceae Brasilienses*. v. I. Kurt Schmiersow. Hildesheim.
- Pansarin ER (2003) Biologia reprodutiva de polinização de *Epidendrum paniculatum* Ruiz & Pavón (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 26: 203-211.
- Pansarin ER, Amaral MCE (2008) Reproductive biology and pollination mechanisms of *Epidendrum secundum* (Orchidaceae). Floral variation: a consequence of natural hybridization? *Plant Biology* 10 (2): 211–219

- Pansarin ER, Pansarin LM (2014) Reproductive biology of *Epidendrum tridactylum* (Orchidaceae: Epidendroideae): a reward-producing species and its deceptive flowers. *Plant Systematics and Evolution* 300: 321-328.
- Parra-Tabla V, Vargas CF, Naval C, Calvo LM, Ollerton J (2011) Population status and reproductive success of an endangered epiphytic orchid in a fragmented landscape. *Biotropica* 43(5): 640-647.
- Piccoli MCAI, Souza-Leal T, Pedroso-de-Moraes C (2014) Distribuição espacial de *Sacoila lanceolata* (Aubl.) Garay (Orchidaceae) em fragmento mesófilo de Pirassununga, São Paulo. Brasil. *Nucleus* 11: 115-130.
- Pickering CM (2010) Ten factors that affect the severity of environmental impacts of visitors in protected areas. *Ambio* 39:70–77
- Pickering CM, Bear R, Hill W (2007) Indirect impacts of nature based tourism and recreation: the association between infrastructure and the diversity of exotic plants in Kosciuszko National Park, Australia. *J. Ecotour.* 6:146–157
- Pickering CM, Hill W (2007) Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia. *J Environ Manag* 85:791–800
- Pinheiro F, Barros F, Lourenço RA (2004) O que é uma orquídea? In: Barros, F; Kerbauy GB. (Org.). *Orquidologia sul-americana: uma compilação científica*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. Cap. 1, p. 11-33.
- Pridgeon AM, Cribb P, Chase M & Rasmussen FN (1999) *Genera Orchidacearum*. vol. 1. General introduction, Apostasioideae, Cypripedioideae. Oxford University Press. Oxford. 352p.
- Pridgeon AM, Cribb P, Chase M & Rasmussen FN (2005) *Genera Orchidacearum*. vol. 4. Epidendroideae. Oxford University Press. Oxford. 672p.
- Rankin BL, Ballantyne M, Pickering CM (2015) Tourism and recreation listed as a threat for a wide diversity of vascular plants: a continental scale review. *J Environ Manag* 154:293–298
- Raventós J, Mujica E, Wiegand T, Bonet A (2011) Analyzing the spatial structure of *Broughtonia cubensis* (Orchidaceae) populations in the dry forests of Guanahacabibes, Cuba. *Biotropica*; 43(2): 173-182.
- Rodrigues JF (2010) Delimitação de espécies e diversidade genética no complexo *Cattleya coccinea* Lindl. e *C. mantiqueirae* (Fowlie) van den Berg (Orchidaceae) baseada em marcadores moleculares ISSR. Dissertação, Universidade de São Paulo.

Rodrigues JF, van den Berg C, Abreu AG, Novello M, Veasey EA, Oliveira GCX, Koehler S (2014) Species delimitation of *Cattleya coccinea* and *C. mantiqueirae* (Orchidaceae): insights from phylogenetic and population genetics analyses. *Plant Syst Evol*. DOI 10.1007/s00606-014-1156-z

Sano PT, Forzza RC, Giulietti AM, Sakuragui CM, Fraga CN, Leme EMC, Costa FN, Fernandes HQB, Andrade IR, Batista JAN, Nunes JVC, Dutihl JHA, Menini Neto L, Alves MVS, Trovó M, Coelho MAN, Assis MC, Viana PL, Reis RCC, Mota RC, Filgueiras TS (2008) Monocotiledôneas Ameaçadas de Extinção no Estado de Minas Gerais. In: Drummond GM, Machado ABM, Martins CS, Mendonça MP, Stehmann JR (Eds.) Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçada de Extinção em Minas Gerais. Biodiversitas. Belo Horizonte. (CD-Rom).

Santos FAM (2002) Ecologia de populações de plantas - região Sudeste do Brasil. In: Araújo EL, Moura AN, Sampaio EVSB, Gestinari LMS, Carneiro JMT (orgs.). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Pp. 143-146.

Santos DCA (2006) Uma sugestão para a inclusão da população do Arraial de Conceição de Ibitipoca no contexto econômico do turismo. <<<http://www.ibitipoca.tur.br>>>; acessado em 22 de dez 2017.

Silva-Pereira V, Smidt EC & Borba EL (2007) Isolation mechanisms between two sympatric *Sophranitis* (Orchidaceae) species endemic to Northeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* DOI 10.1007/s00606-007-0583-5

Simiqueli RF (2008) Perspectivas para a conservação do Parque Estadual do Ibitipoca – MG: Participação social, avaliação, manejo e percepção ambiental. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós Graduação em Ecologia Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de fora. 172p.

Smidt EC, Silva-Pereira V & Borba EL (2006) Reproductive biology of two *Cattleya* (Orchidaceae) species endemic to north-eastern Brazil. *Plant Species Biology* 21: 85-91

Storti EF, Braga PIS, Storti Filho A (2011). Biologia reprodutiva de *Cattleya eldorado*, uma espécie de Orchidaceae das campinas amazônicas. *Acta Amazonia* 41: 361-368.

Swartz ND, Dixon KW (2009). Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Ann Bot* 104: 543-56.

ter Steege H & Cornelissen JHC (1989) Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21: 331-339.

- Tremblay RL (1992) Trends in the pollination ecology of the Orchidaceae: evolution and systematics. *Canadian Journal of Botany* 70: 642-650.
- Tremblay RL, Zimmerman JK, Lebrón L, Bayman P, Sastre I, Axelrod F & Alers-garcía J (1998). Host specificity and low reproductive success in the rare endemic Puerto Rican orchid *Lepanthes caritensis*. *Biol. Conserv.* 85: 297–304.
- Tremblay R & Ackerman J (2001) Gene flow and effective population size in *Lepanthes* (Orchidaceae): a case for genetic drift. *Biological Journal of Linnean Society* 72: 47-62.
- Vale A, Rojas D, Acand Y, Sánchez-abad NL, Navarro L (2012) A New Species of *Tetramicra* (Orchidaceae: Laeliinae) from Baracos, Eastern Cuba. *Systematic Botany* 37(4): 883-892.
- van den Berg C & Chase MW (2000) Nomenclatural notes on Laeliinae-I. *Lindleyana* 15: 115-119.
- van den Berg C, Higgins WE, Dressler RL, Whitten WM, Soto- Arenas MA, Culham A, Chase MW (2000) A phylogenetic analysis of Laeliinae (Orchidaceae) based on sequence data from internal transcribed spacers (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *Lindleyana* 15:96–114
- van den Berg C, Goldman DH, Freudenstein JV, Pridgeon AM, Cameron KM & Chase MW (2005) An overview of the phylogenetic relationships within Epidendroideae inferred from multiple DNA regions and recircumscription of Epidendreae an Arethuseae (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 92(4): 613–624.
- van den Berg C, Higgins WE, Dressler RL, Whitten WM, Soto- Arenas MA, Chase MW (2009) A phylogenetic study of Laeliinae (Orchidaceae) based on combined nuclear and plastid DNA sequences. *Ann Bot (Oxford)* 104:417–430.
- van der Cingel NA (2001) An atlas of orchid pollination: America, Africa, Asia and Australia. 1 ed. Rotterdam, Netherlands, A. A. Balkema, 260p.
- van der Pijl L & Dodson CH (1966) Orchid flower: their pollination and evolution. University of Miami Press, Coral Gables. 214p.
- Verola CF & Semir J (2007) *Hoffmannseggella viridiflora* (Orchidaceae, Laeliinae) a New species from Brazilian Campos Rupestres. *Novon* 17: 125-129.
- Vieira FA, Fajardo CG, Souza AM, Reis CAF, Carvalho D (2012) Fine-scale genetic dynamics of a dominant neotropical tree in the threatened Brazilian Atlantic Rainforest. *Tree Genetics & Genomes* 8(6): 1191-1201.
- Wiegand T, Gunatilleke S, Gunatilleke N (2007) Species associations in a heterogeneous Sri Lankan dipterocarp forest. *American Naturalist* 170(4): E77-E95.

Winkler M, Hülber K & Hietz P (2009) Population dynamics of epiphytic orchids in a metapopulation context. *Annals of Botany* 104: 995-1004.

Withner CL (1990) *The Cattleyas and their relatives Vol II: The Laelias*. Timber Press, Portland, Oregon. 154pp.

Zotz G, Bermejo P & Dietz H (1999) The epiphyte vegetation of *Annona glabra* on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Biogeography* 26:761–776.

Capítulo 1 - À espera de um beija-flor: biologia reprodutiva e polinização de *Hadrolaelia coccinea* (Orchidaceae)

Manuscrito a ser submetido para a revista *Flora*

Abstract

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P. Castro is considered “Vulnerable” in the red list of state of Minas Gerais. It is distributed in the South and Southeast regions of Brazil, being endemic to Atlantic Forest in *campos rupestres*, and ombrophilous and semi-deciduous forests. The present study aims to evaluate the reproductive biology of specie in question, through as floral biology, as morphology, odors and the presence of nectar aspects. Your crossover system has been evaluat through field-testing with four treatments: self-pollination, manual self-pollination, cross-pollination and agamospermia. Their pollination mechanisms were evaluated and their possible pollinators, besides measuring the number of viable seeds from natural pollination, through of tetrazolium test. The study was conducts in a population of *H. coccinea* in the Parque Estadual do Ibitipoca (Minas Gerais) in cloud dwarf-forest e cloud shrub, in the years of 2016 and 2017. Blooming period occurs in the months of March to May, and it is characterized as annual – intermediate flowering. Its inflorescences are uniflorous, and have intense red color, tubular lip and without the production of nectar. The morphological characteristics indicate that its pollination is performed by hummingbirds, through the pollination mechanism “Key-hole flower”, widely disseminated in Orchidaceae. Once did not provide floral reward, this species has as main strategy Generalized Food Deception (GFD), in which they cheat their pollinator in search of reproductive success. It seems that they mimic a generalized model of ornithophilous flowers that offer reward, and, the area of study, *Justicia monticola* (Nees) Profice (Acanthaceae) is the main species mimicked. Consequently visits are rare, resulting in a low fruiting rate. *Hadrolaelia coccinea* is self-compatible and allogamous, but by ecological factors and physical barriers favor cross-pollination, with high rates of viable seeds.

Key-words: Atlantic Forest, Breeding, Enticement, Mimicry, Threatened plant.

Resumo

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P. Castro é considerada pela Lista Vermelha da flora de Minas Gerais como uma espécie “Vulnerável”. Está distribuída pelas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo endêmica da Floresta Atlântica em campos rupestres, e florestas ombrófilas e semidecíduas. O presente estudo visa avaliar a biologia reprodutiva da espécie em questão, através dos aspectos de sua biologia floral, como morfologia, odores e presença de néctar. Seu sistema de cruzamento foi avaliado através de testes em campo com quatro tratamentos: autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada e agamospermia. Foram avaliados seus mecanismos de polinização e seus possíveis polinizadores, além de mensurado o número de sementes viáveis provenientes de polinização natural, através do teste do tetrazólio. O estudo foi conduzido em população de *H. coccinea* no Parque Estadual do Ibitipoca (Minas Gerais) em nanofloresta nebulosa e arbustal nebulosa nos anos de 2016 e 2017. A floração ocorre nos meses de março a maio, caracterizado como anual com duração intermediária. Suas inflorescências são unifloras, com flores de coloração vermelha intensa, labelo tubular e sem a produção de néctar. As características morfológicas indicam que sua polinização seja realizada por beija-flores, pelo mecanismo de polinização “Key-hole flower”, amplamente disseminado em Orchidaceae. Por não apresentar recompensa floral, esta espécie tem como principal estratégia Generalized Food Deception (GFD), em que enganam seu polinizador em busca de sucesso reprodutivo. Aparentemente mimetizam um modelo generalizado de flores ornitófilas que oferecem recompensa, sendo que na área de estudo *Justicia monticola* (Nees) Profice (Acanthaceae) é a principal espécie mimetizada. Como consequência as visitas são raras, resultando em uma baixa taxa de frutificação. *Hadrolaelia coccinea* é autocompatível e alogâmica mas fatores ecológicos e barreiras físicas favorecem a polinização cruzada, com elevadas taxas de sementes viáveis.

Palavra-chave: Engodo, Floresta Atlântica, Mimetismo, Planta ameaçada, Reprodução.

Introdução

As interações entre plantas e polinizadores são essenciais para as relações ecológicas, uma vez que ambos os atores estruturam um importante serviço para sistemas naturais e agrícolas (Klein *et al.*, 2007; van den Berg, 2013). Existem variações espaciais e temporais que podem também influenciar a seleção sobre a fenofase de floração. A fase reprodutiva é um momento importante na história de vida de qualquer organismo, influenciada diretamente pelas condições bióticas e abióticas deste período para o sucesso reprodutivo (Otárola & Rocca, 2014).

Orchidaceae são encontradas em quase todos os continentes exceto a Antártica, sendo extremamente abundantes e diversas em florestas tropicais (Barros, 1999). Dentre as cerca de 24500 espécies (Pridgeon *et al.*, 1999; Dressler, 2005), algo entre 8000 e 10000 espécies não oferecem recursos para seus polinizadores estabelecendo-se uma relação assimétrica, fazendo com que ocorra maior evolução por parte das plantas que se adaptam melhor às condições ambientais, visto que são completamente dependentes do seu polinizador (van der Pijl & Dodson, 1966; Nilson, 1992).

A produção de falsos recursos conduziu a uma especialização, através do mecanismo de polinização por engodo, embora resulte em baixa taxa de polinização, devido à reduzida frequência de visitas (Dressler 1981; Cozzolino & Widmer 2005; Jersáková *et al.* 2006). A importância dos polinizadores na evolução da família refletem a complexidade das características dos diversos mecanismos de polinização (van der Pijl & Dodson, 1966). O número de espécies de polinizadores em Orchidaceae tende a ser, em média, de quatro espécies por flor ou inflorescência, mas 46% das espécies de Orchidaceae apresentam somente um polinizador (Gravendeel *et al.*, 2004), visto que um elevado número de polinizadores não garante o sucesso reprodutivo, por causa da transferência polínica na espécie correspondente (Herrera, 1989). Além disso, o fato de as orquídeas possuírem polinários, e a obrigatoriedade de retirada e deposição das polínias por um determinado agente polinizador facilita a visualização da polinização, permitindo averiguar se o visitante floral foi efetivo e tornando o processo de polinização mais fácil de ser acompanhado em condições naturais (Dressler, 1993).

A subtribo Laeliinae apresenta cerca de 1.500 espécies em aproximadamente 43 gêneros, sendo a segunda maior subtribo de Orchidaceae (Pridgeon, 2009). Também se destaca pelo grande apelo ornamental, dada à ampla variação morfológica entre as

espécies, estabelecendo um interesse nos padrões de diversificação (van den Berg *et al.*, 2009). As Laeliinae são consideradas um dos melhores exemplos adaptativos no processo de polinização dentre as orquídeas, abrangendo praticamente todos os principais grupos de polinizadores observados na família, exceto Coleoptera (van der Pijl & Dodson, 1966; Dressler, 1981). Em função do gênero *Epidendrum*, aproximadamente 800 espécies são polinizadas por borboletas e mariposas, sendo assim o grupo Lepidoptera um dos principais polinizadores da subtribo Laeliinae (Dodson, 1962; van der Pijl & Dodson, 1966). Por outro lado, poucos estudos são relacionados ao gênero *Hadrolaelia* (Cabarello-Villalobos, 2017).

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P.Castro, espécie endêmica da Floresta Atlântica, um dos domínios fitogeográficos mais ameaçados do mundo (Myers *et al.*, 2000; Mittermeier *et al.*, 2004). *A priori*, a espécie em questão pertencia ao gênero *Sophronitis* Lindl. (Withner, 1990), mas com o advento da filogenia molecular e agregando caracteres morfológicos, uma nova circunscrição foi proposta desmembrando-o em cinco gêneros: *Dungsia* Chiron & V.P.Castro, *Hadrolaelia* (Schltr.) Chiron & V.P.Castro, *Hoffmannseggella* H.G.Jones e *Microlaelia* (Schltr.) Chiron & V.P.Castro, além de *Sophronitis s.s.* (Chiron & Castro, 2002). *Hadrolaelia coccinea* é de pequeno porte com flores laranja-avermelhadas a vermelhas, caracterizadas por possuírem pseudobulbos agrupados, labelo séssil na base da coluna, pequenas asas nas laterais da cavidade estigmática, coluna curta e espessa e oito polínias (Withner, 1990), características relacionadas à síndrome de ornitofilia, com polinização realizada, sobretudo, por beija-flores, devido aos atrativos visuais apresentados (Faegri & van der Pijl, 1979; Manuel *et al.*, 1996; Singer & Sazima, 2000; Caballero-Villalobos *et al.*, 2017).

Em plantas polinizadas por beija-flores as interações se organizam em associações com a ocupação do *habitat* e especializações morfológicas (Maruyama *et al.*, 2014), sendo o forrageamento relacionado, frequentemente, aos recursos e temperatura, influenciando a disponibilidade durante o dia (Gass & Garrison, 1999; Gass *et al.*, 1999; Temeles *et al.*, 2006).

O presente trabalho teve por objetivos estudar a biologia reprodutiva de *H. coccinea*, seus agentes polinizadores e mecanismos de polinização, bem como o sucesso reprodutivo de suas populações em nanofloresta nebulosa da Floresta Atlântica, localizada na Região Sudeste do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) encontra-se inserido no complexo da Mantiqueira, uma das maiores e mais importantes cadeias montanhosas da Região Sudeste brasileira, também eleita como o oitavo local de área protegida mais insubstituível do planeta (Le Saout *et al.*, 2013).

Localizada nas coordenadas geográficas 21°40'-21°44'S e 43°52'-43°55'W e abrangendo 1488 ha (Menini Neto & Salimena, 2013) (Figura 1), a área de estudo possui clima classificado como Cwb (classificação de Köppen); tropical mesotérmico úmido com verões quentes e úmidos e invernos secos e frios (CETEC, 1983), precipitação anual em torno de 2248 mm (Rodela e Tarifa, 2002), e cotas altimétricas variando de 1000 a 1784 m (Menini Neto, 2007).

As formações vegetacionais do PEIB englobam um mosaico complexo de fitofisionomias sob influência da neblina sendo, por isso, denominadas nebulares: campinas (campos rupestres), savanas, arbustais e nanoflorestas (Salimena-Pires, 1997; Oliveira-Filho *et al.*, 2013). As duas últimas fisionomias são as mais importantes para a espécie em estudo (Nardy *et al.*, 2016).

As nanoflorestas nebulares ocupam área de aproximadamente 15% do PEIB (ca. 226 ha), com alta densidade de arbustos e árvores entre três e cinco metros e poucas árvores emergentes chegando a dez metros, com a predominância da candeia – *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). Os arbustais nebulares ocorrem em cerca de 7,5% da área do PEIB (ca. 108 ha), caracterizado pelo domínio do componente arbustivo-herbáceo e, esporadicamente, com árvores emergentes e isoladas. Também ocorre domínio da candeia. Representa a transição das nanoflorestas nebulares para as savanas e campos (Oliveira-Filho *et al.*, 2013)

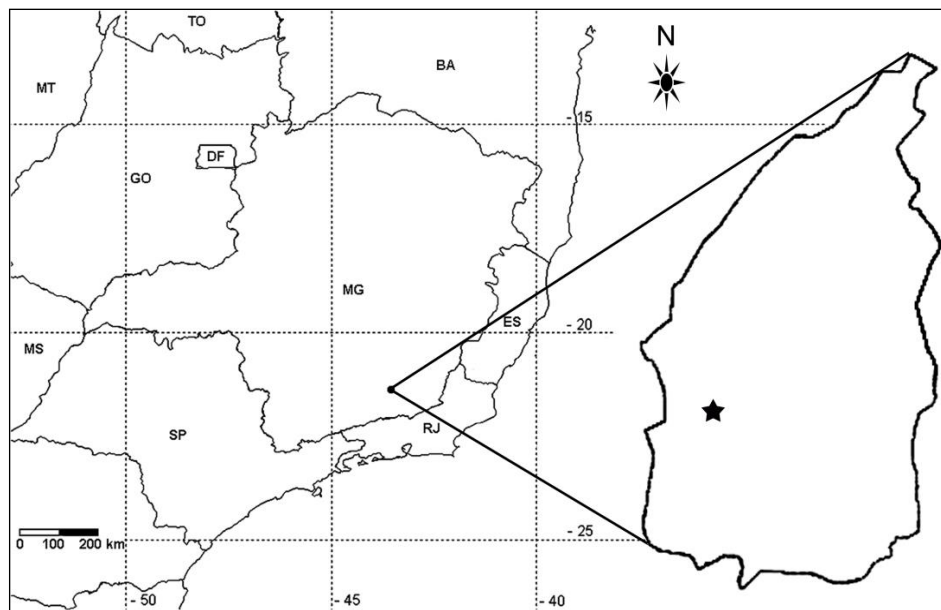


Figura 1 - Localização do Parque Estadual do Ibitipoca e da região amostrada (★).

Biologia Reprodutiva

Fenologia: para os estudos de fenologia reprodutiva foram selecionados aleatoriamente 550 indivíduos, acompanhados nos meses de abril e maio de 2016 e março, abril e maio de 2017. Em cada mês, ao longo destes anos, foram feitos registros sobre a ocorrência das fenofases de floração (flor) e frutificação (fruto maduro, disseminação), segundo metodologia de Fournier & Charpantier (1975). O momento em que ocorria maior sincronia na floração (maior número de flores disponíveis para o polinizador) foi considerado o pico de floração. Os eventos fenológicos foram classificados segundo Newstrom *et al.* (1994).

Biologia floral: aspectos da biologia floral, tais como a morfologia, cor, presença de odores foram verificados em flores aleatórias no campo, em diferentes horários do dia. O néctar foi medido através do uso de micro seringas (Master Refractometer Automatic, Atago). A receptividade do estigma foi testada com solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 3% e observada com o auxílio de lente de aumento (Zeisler, 1938), em ambiente isolado, acompanhando cada passo da antese. A liberação de bolhas de oxigênio foi utilizada como indicadora da receptividade (Kearns & Inouye, 1993). Foram utilizadas

duas flores coletadas em campo, verificando nos estágios de pré-antese, ao longo da antese e após a antese, no início da senescência.

Sistemas de cruzamento:

- Para a avaliação do tipo de sistema de cruzamento, foram selecionadas aleatoriamente 120 flores, divididas em quatro grupos de tratamentos com 30 flores cada, de indivíduos distribuídos no interior e borda da nanofloresta nebulosa (transição com o arbustal nebuloso). Em cada flor foi realizado um dos quatro tratamentos manuais (os quais foram identificados para posterior avaliação) listados a seguir: **autopolinização espontânea**: botões e/ou flores não emasculadas foram ensacados; **autopolinização manual**: as flores em antese foram emasculadas e polinizadas com as próprias polínias; **polinização cruzada**: as flores foram emasculadas e as polínias foram depositadas em flores de outros indivíduos; **agamospermia**: as flores foram emasculadas e isoladas.

Foram utilizados botões, quando possível (sobretudo para autopolinização espontânea) e flores em antese não emasculadas (e que não apresentavam polínias já depositadas em seu estigma), visto que os botões possuem difícil acesso às polínias devido à sua morfologia, podendo danificar as estruturas florais quando manipulados, e as flores não emasculadas possuem uma barreira física (rostelo) que impede a autopolinização espontânea (van der Pijl & Dodson, 1966; Catling & Catling, 1991). Após a realização do tratamento as flores/botões foram isolados em sacos de organza e não mais manipulados.

Para cada tratamento foi registrada a taxa de frutificação (percentual de frutos formados a partir das flores manipuladas). O índice de autoincompatibilidade (ISI: *self-incompatibility index*) foi calculado como a porcentagem da frutificação produzida pela autopolinização manual dividida pela porcentagem de frutificação produzida pela polinização cruzada. O índice de autogamia (AI: *autogamy index*) foi calculado pela divisão da porcentagem de frutificação produzida pela autopolinização espontânea pela porcentagem de frutificação produzida pela polinização cruzada, sendo realizados segundo estimativa de Lloyd & Schoen (1992). A eficácia reprodutiva foi verificada pela porcentagem de frutos formados em condições naturais dividida pela porcentagem de frutos formados por polinização cruzada (Sobrevila & Arroyo, 1982).

Um total de 198 flores foi marcado e numerado com lacres plásticos para acompanhamento da taxa de frutificação sob condições naturais (polinização natural).

Polinização e sucesso reprodutivo: as observações dos polinizadores foram realizadas segundo Faegri & van der Pijl (1979) e registro bibliográfico, de acordo com os atributos florais para detectar respectivas síndromes de polinização. O comportamento dos visitantes foi acompanhado durante os meses de floração no período da manhã (08:00) até o fim da tarde (17:00), em horários diferentes ao longo dos dias, através de observações diretas no campo.

As sementes que tiveram sua viabilidade avaliada foram provenientes de cinco cápsulas fechadas e submaturas de indivíduos distintos, coletadas um ano após a floração iniciada no ano de 2016. Estas sementes foram retiradas, homogeneizadas e pesadas. Em seguida, foram divididas em três amostras de 0,01g por fruto, embebidas em 3mL da solução aquosa de cloreto de 2,3,5 trifeniltetrazólio, nas concentrações de 1% (Jordão *et al.*, 1988; Souza, 1994) acondicionadas em ambiente desprovido de luz durante 30, 60 e 90 minutos. Após, foram acrescidos 7ml de água destilada a solução para identificação do tempo necessário para a coloração dos embriões, analisado através do teste de Tukey. Posteriormente, foi pipetado de 1 ml em 1 ml e contado o número de sementes viáveis que apresentasse coloração carmim, em câmara de Peters, com auxílio de microscópio estereoscópico. O número de sementes viáveis entre os frutos e diferentes tempos de imersão foi comparado pelo teste *t*.

Resultados

Hadrolaelia coccinea possui inflorescência uniflora, flores vermelhas com labelo matizado de amarelo, trilobado, livre, formando um tubo junto à coluna, que possui ca. 6 mm compr. e abriga oito polínias distribuídas em duas células. Possui um cunículo, originário da junção do labelo com a coluna, assemelhando-se a nectário floral, mas sem a produção de néctar, com coloração vermelho intenso, sem a emissão de odores, estigma modificado, com uma porção não receptiva, chamada rostelo. Os frutos são do tipo cápsula fusiforme, canaliculada (Figura 2A-B).

Dados os atributos florais e a inferência da síndrome de polinização, tudo indica que o mecanismo de polinização utilizado pela *H. coccinea* seja o “Key-hole flower”.



Figura 2- A. Habitat de *Hadrolaelia coccinea*, epífita sobre candeia na nanofloresta nebulosa. B. Detalhe das flores de *Hadrolaelia coccinea*. C. Habitat de *Justicia monticola* na nanofloresta nebulosa. D. Detalhe da flor de *Justicia monticola*. Fotos: A: Camila Nardy; B: Samyra G. Furtado; C-D: Luiz Menini Neto.

Fenologia: o período de floração da *Hadrolaelia coccinea* ocorreu durante três meses, na estação seca do ano, nos meses de março, abril e maio. A floração enquadra-se como anual – floração intermediária (entre um e cinco meses). (Figura 3).

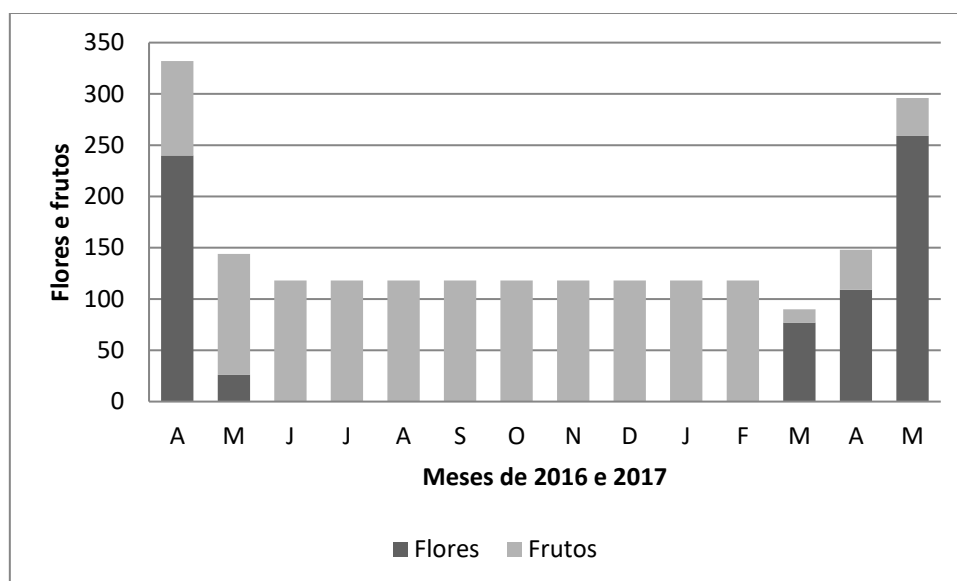


Figura 3 – Fenologia reprodutiva da população de *H. coccinea* no período de abril de 2016 a maio de 2017.

O período de disponibilidade floral ocorreu ao longo de três meses (Figura 3), com o pico de floração no ano de 2016 entre os meses de março e abril, enquanto no ano de 2017 ocorreu em maio. A abertura total da flor leva cerca de sete dias. O processo completo de maturação dos frutos ocorre durante um ano após a fecundação, e a dispersão ocorre após esse período.

Biologia floral: nas primeiras horas da manhã começa o processo de abertura das flores, sendo os dois primeiros dias marcados como abertura inicial, terceiro e quarto dias como estágio intermediário onde pétalas e sépalas começam a se desprenderem, e entre quinto e sétimo dias se dá a abertura total, com desprendimento do labelo, se tornando disponível para o polinizador. Quando não polinizada, a flor fica à disposição do polinizador por cerca de um mês até a senescência. E quando polinizada, o processo de senescência inicia-se cerca de três dias após a flor ser fecundada. O teste de viabilidade do estigma mostrou que a coluna se encontra receptiva desde o botão até o momento da senescência (Figura 4). Não foi encontrada produção de néctar em nenhum estágio, ao longo da abertura floral até a senescência de *H. coccinea*.



Figura 4 – A. Botão de *Hadrolaelia coccinea*; B. Antese de *Hadrolaelia coccinea*; C. Flor de *Hadrolaelia coccinea*; D. Formação do fruto de *Hadrolaelia coccinea*. Fotos: Camila Nardy.

Sistemas de cruzamento: os tratamentos de polinização cruzada e autopolinização manual obtiveram maiores taxas de frutificação (90% em ambos os casos), enquanto a autopolinização espontânea resultou na formação de apenas um fruto (3,3%). Nenhum fruto foi produzido através do teste para apomixia. Os valores encontrados nos índices de ISI e AI mostraram que o sistema reprodutivo de *H. coccinea* é autocompatível e alogâmico (Tabela 1).

<i>Tratamentos de polinização controlada</i>	<i>% (flor/fruto)</i>
Polinização Cruzada	90 (30/27)
Autopolinização Manual	90 (30/27)
Autopolinização Espontânea	3,300 (30/1)
Apomixia	0 (30/0)
Polinização Natural	31,190 (218/68)
ISI	1
AI	0,036
Eficácia Reprodutiva	0,346

Tabela 1 - Porcentagens de frutificação (número de frutos formados/número de flores tratadas) por tratamento de polinização controlada e respectivos índices de autogamia (AI), autoincompatibilidade (ISI) e Eficácia Reprodutiva para *H. coccinea*. O número de frutos formados e o número de flores testadas são mostrados entre parênteses.

Polinização e sucesso reprodutivo: visitantes florais não foram registrados durante as 50 horas de observações que ocorreram ao longo dos dois anos do estudo. No entanto, observou-se que algumas flores foram visitadas, pois tiveram suas polínias removidas e/ou polínias depositadas no estigma.

Na polinização natural ao longo dos dois anos observou-se 31,2% de frutificação (68/218).

No teste de coloração para identificação das sementes férteis, não houve diferença significativa ($p > 0,01$) entre os tempos de imersão (30, 60 e 90 minutos). No menor tempo (30 minutos) já foi possível obter a coloração necessária para identificação das sementes férteis (Figura 5).

Hadrolaelia coccinea apresentou elevado número de sementes viáveis dos frutos provenientes de polinização natural, segundo o teste de tetrazólio (em média 4764 sementes viáveis por 0,01g) ($p < 0,01$). (Figura 6).

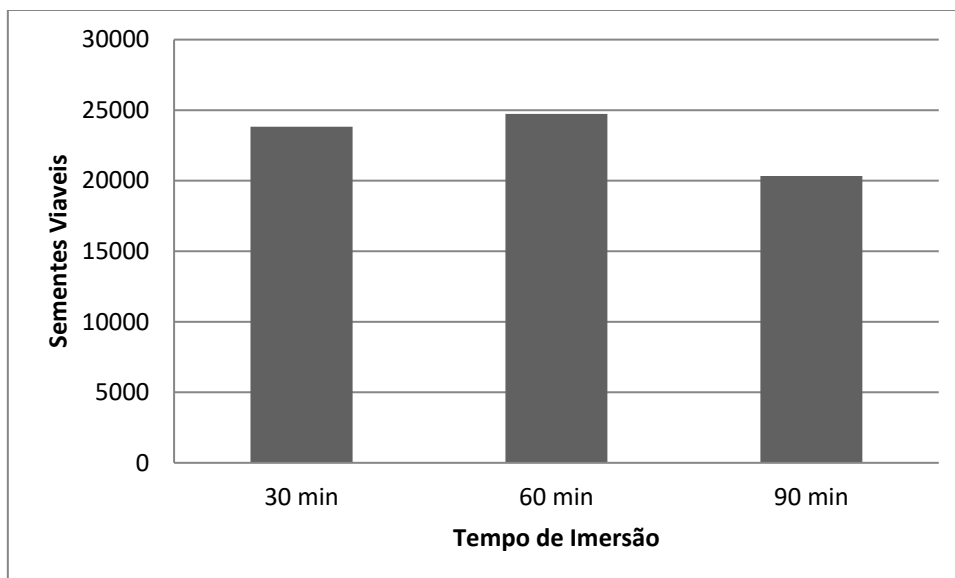


Figura 5 – Número de sementes viáveis de frutos da polinização natural para cada tempo de imersão do teste de coloração tetrazólio (N = 5 frutos).

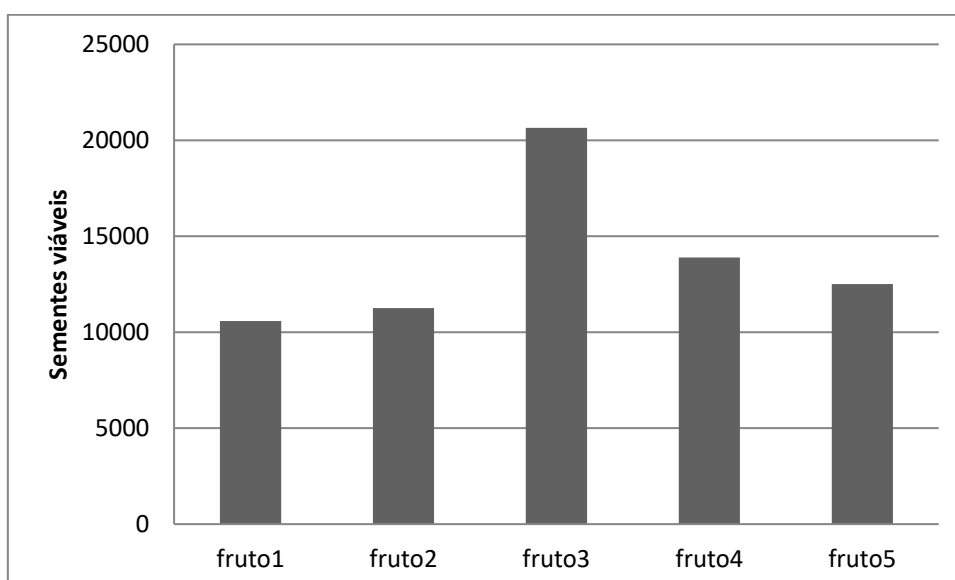


Figura 6 – Total de sementes viáveis por fruto da polinização natural em uma amostra de 0,03g (N = 5 frutos).

Discussão

Segundo a classificação de Newstrom *et al.* (1994), o período de floração enquadra-se como anual – floração intermediária (entre um e cinco meses), com duração em torno de três meses o que possibilita maior disponibilidade da flor durante um longo período (cerca de um mês cada uma). Este padrão contribui para obter maior sucesso, compensando a baixa taxa de visitação ou imprevisibilidade do polinizador (Scopece *et*

al., 2014) relacionado ao fato que a planta depende da distração e/ou desconhecimento do polinizador para alcançar o sucesso reprodutivo.

As características morfológicas de *H. coccinea*, tais como labelo tubular, coloração vermelha intensa, antese diurna e ausência de odor (Faegri & van der Pijl, 1979) indicam os beija-flores (Trochilidae) como principais polinizadores. A ornitofilia em Orchidaceae não está entre os sistemas de polinização mais frequentes, no entanto, nos trópicos, as espécies ornitófilas representam uma grande porcentagem (van der Pijl & Dodson, 1966). Estudos prévios indicaram a visitação de diferentes espécies de troquilídeos em *H. coccinea*, tais como *Stephanoxis lalandi* (Vieillot, 1818), como relatado por Manuel *et al.* (1996), *Leucochloris albicollis* (Vieillot, 1818) e *Phaethornis eurynome* (Lesson, 1832), por Singer *et al.* (2006) e *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) por Caballero-Villalobos *et al.* (2017). Tais espécies de beija-flores preferem as flores com corola curta (Stiles 1975), de áreas abertas (Sanmartin-Gajardo, 2005) condizendo com as características ambientais da espécie em estudo (Nardy *et al.*, 2016). Além disso, as quatro espécies de beija-flores supracitadas possuem registros de ocorrência na área do PEIB (Pacheco *et al.*, 2007), indicando que seriam visitantes em potencial.

O mecanismo de polinização utilizado por *H. coccinea*, devido a suas características e potencial polinizador, conhecido como “key-hole flower” (Dressler, 1981), também é amplamente disseminado em outros representantes de Orchidaceae. Neste tipo de mecanismo, o polinizador posiciona-se na parte tubular da flor, permitindo a passagem do bico, probóscide ou língua e possibilitando que o polinário seja depositado em sua face ou bico. Isso pode gerar custos para as espécies de plantas, visto que pode haver perda de material reprodutivo, pela possibilidade de recepção dos grãos de pólen ocorrer em outros indivíduos de outras espécies (p. ex. baixa aderência ao polinizador) (Rocca & Sazima, 2013). As características do pólen de Orchidaceae, por serem agregados em polínias com grande capacidade de aderência através do viscido, permitem que sejam facilmente carregadas (Dressler, 1993; Freudenstein & Rasmussen, 1997; Pacini & Hesse, 2002) e de fácil fixação no bico de seu polinizador, possibilita maior capacidade de serem transportadas para a espécie correspondente, resultando em maior sucesso reprodutivo (Stiles, 1975; Feinsinger *et al.*, 1988; Sazima *et al.*, 1995; Murcia & Feinsinger, 1996; Buzato *et al.*, 2000; Lau & Bosque, 2003). Porém, pelas características de forrageamento dos beija-flores, as polínias podem ter efeitos prejudiciais às espécies de plantas envolvidas, pelas altas cargas de material genético de espécies distintas (Ashman & Arceo-Gómez, 2013). Foi demonstrado que beija-flores proporcionam

prejuízos via perda de pólen coespecífico ao visitar diferentes espécies de Gesneriaceae e Rubiaceae em sequência (Feinsinger *et al.*, 1991; Feinsinger & Tiebout, 1991).

Duas espécies de Gesneriaceae ocorrentes no PEIB *Sinningia tuberosa* (Mart.) H.E. Moore e *Vanhouttea hilariana* Chautems, apresentam coloração avermelhada ou rosada e formato tubular, além de sobrepor a fenofase de floração e distribuição (com pequenas populações sobrepondo os locais de ocorrência) com *H. coccinea*. *Sinningia tuberosa* floresce de novembro a maio e *V. hilariana* de dezembro a julho em ambientes de nanofloresta nebulosa e áreas de arbustal nebuloso próximo a matas ciliares respectivamente (Blaser *et al.*, 2011). Este pode ser um fator que influencie no *fitness* da espécie de orquídea em questão.

Através da estratégia GFD - Generalized Food Deception as flores de *H. coccinea* “enganam” seus polinizadores por não oferecerem recompensas como o néctar (Dafni, 1984; Jersáková *et al.*, 2006; van der Pijl & Dodson, 1966; Renner, 2006; Schiestl & Johnson, 2013). Desta forma, *H. coccinea* se encaixa em um modelo de engodo generalizado (Caballero-Villalobos *et al.*, 2017) em que as flores se assemelham na característica cromática, atraindo os beija-flores que coletam néctar de outras espécies em floração na área. Tal estratégia também é relatada em outras espécies da subtribo Laeliinae (Smidt *et al.*, 2006; Silva-Pereira *et al.*, 2007; Storti *et al.*, 2011; Vale *et al.*, 2013; Pansarin & Pansarin, 2014; Caballero-Villalobos *et al.*, 2017).

O padrão de coloração apresentado por *H. coccinea* se assemelha, em especial, ao de *Justicia monticola* (Nees) Profice (Acanthaceae), e ambas ocorrem em simpatria na área de estudo, com muitos indivíduos distribuídos nos mesmos fragmentos de nanofloresta. Para esta última, foi constatada a oferta de néctar como recurso e observado a visitação por beija-flores (obs. pessoal). No processo de atração dos polinizadores, estímulos visuais são considerados mais relevantes em plantas que se utilizam do mecanismo GFD, do que realmente a recompensa de um recurso exposto, como pólen ou néctar (Salzmann *et al.*, 2007; Dormont *et al.*, 2009). E, neste caso em específico, *J. monticola* oferece recurso alimentar aos polinizadores (Jersáková *et al.*, 2009). A semelhança cromática pode levar a maiores taxas de visitação das flores, o que poderia ser vantajoso nas comunidades montanas devido à menor irradiação luminosa neste tipo de floresta e conseqüentemente menos detectabilidade de cores de baixa onda (Altshuler, 2003).

Uma vez que as duas espécies supracitadas são simpátricas e também sobrepoem o período de floração, há conseqüências importantes para esta comunidade, através das

interações competitivas mediadas pelo transporte do pólen (Aizen & Rovere, 2010; Araújo *et al.*, 2013), em período que o polinizador esteja disponível (Maruyama *et al.*, 2014; Vizentin-Bugoni *et al.*, 2014). A disputa pela atração do beija-flor é caracterizada por maior divergência floral, gerando custos de menor taxa de visitação, para ambas as espécies (Caruso, 2000).

Os beija-flores são os principais polinizadores das espécies de Acanthaceae ocorrentes no Brasil e possuem diferentes tamanhos de bicos (Matias *et al.*, 2015) o que permite visitar plantas com diferentes tamanhos de corola. As espécies de *Justicia* L. têm como característica uma corola menor quando comparado com espécies dos demais gêneros da família (Faria & Araújo, 2010). *Justicia monticola* possui corola entre 2-3,5 cm de comprimento (Marinelli & Mello-Silva, 2015), enquanto *H. coccinea* apresenta labelo com ca. 1,6 cm de comprimento (Nardy *et al.*, 2016). Assim, o tamanho similar de corola e labelo possibilita a visita de beija-flores em *H. coccinea* pelo mecanismo de engodo. Além disso, características tais como ausência de plataforma de pouso e odor (Matias *et al.*, 2015) também associam as espécies em questão.

Apesar de as espécies de Acanthaceae terem como característica uma grande produção de néctar (Faegri & van Der Pijl, 1979), na área de estudo foi constatado o contrário com *J. monticola*, se assemelhando neste aspecto com outra espécie da família, não ocorrente no Parque, *Ruellia breviflora* (Pohl) Ezcurrea (Sigrist & Sazima 2002). Tal fato dificulta a permanência de forrageamento dos beija-flores nas espécies de *R. breviflora* ao longo do período de floração (Piovano *et al.*, 1995), de forma análoga a que pode ocorrer com *J. monticola*, e conseqüentemente, influenciando diretamente na taxa de frutificação de *H. coccinea*.

Devido a esta relação se manifestar através da semelhança fenotípica, o polinizador possui capacidade de distinguir as espécies após um período, adquirindo memória (Matsuda, 2008), justificando também o baixo número de frutos formados na população de *Hadrolaelia*. Em Orchidaceae, esta estratégia é considerada como adaptativa, especialmente em espécies epifíticas, por terem recursos limitados (Borba & Braga, 2003). Assim, apesar da baixa taxa de frutificação, o elevado número de polinizações cruzadas, viabiliza que a população mantenha a variabilidade genética (Montalvo & Ackerman, 1987; Gill, 1989; Calvo, 1990; Nilsson, 1992; Ackerman & Zimmerman, 1994), permanecendo na comunidade.

Visto que a evolução do mecanismo de engodo nas Orchidaceae pode ter ocorrido como um resultado destas elevadas taxas de polinização cruzada, os polinizadores

enganados percorreriam maiores distâncias de vôo entre as visitas às flores da espécie (Dressler, 1981; Nilsson, 1992), sugerindo que os sistemas de reprodução por engodo evoluíram a partir de sistemas cuja recompensa é o néctar (Ackerman, 1986; Matias *et al.*, 1996), surgindo várias vezes nos gêneros basais da subtribo Laeliinae (Borba & Braga, 2003).

A floração de *H. coccinea* na área de estudo acontece no outono, ao contrário do que foi registrado por Caballero-Villalobos *et al.* (2017) na Região Sul do Brasil, em que ocorre no início da primavera. No entanto, ambos os registros são em estações amenas do ano, sem extremos de temperaturas, indicando que os polinizadores, registrados na literatura, são de característica residente, permanecendo no local durante todo o ano (Machado *et al.*, 2007). Pelo fato da localidade se encontrar no domínio Atlântico, as florações durante todo o ano de diferentes espécies permitem e facilitam que o polinizador mantenha-se no local sem ter que se locomover para forrageio de alimento (Ratchke, 1983; Moeller, 2004; Staggemeier *et al.*, 2010). Por outro lado, é conhecido que as orquídeas sem recursos florais apresentam menor sucesso na formação de frutos do que aquelas que oferecem recompensa alimentar (Neiland & Wilcock, 1998; Jersáková & Kindlmann, 2004; Tremblay *et al.*, 2005). Espécies sem recompensas florais podem resultar de pressões seletivas que influenciam as morfologias florais. Neste caso, a seleção natural atua oposto às florações sincrônicas, pois pode aumentar a taxa dos polinizadores que conseguem distinguir atrativos visuais, evitando as flores que não possuem recursos alimentares (Papadopoulos *et al.*, 2013).

A floração agregada pode beneficiar as espécies através da facilitação do polinizador (Bergamo, 2016). Na síndrome de ornitofilia, as interações entre polinizador - planta se ordena em associações da ocupação do *habitat* juntamente com a especialização morfológica (Maruyama *et al.*, 2014), valorizando a coexistência, auxiliando quando os polinizadores são menos abundantes na comunidade, através dos recursos complementares, como cor e formato tubular da corola (Ratchke, 1983), ou no caso de *H. coccinea*, de parte dela (o labelo).

O sistema reprodutivo de *H. coccinea* demonstrou-se autocompatível, mas não autogâmico, sendo o sistema autocompatível característico de Laeliinae (Adams & Goss, 1976; Goss, 1977; Stort & Galdino, 1984; Ianotti *et al.*, 1987; Matias *et al.*, 1996). Assim, a polinização é dependente de um polinizador, e a polinização cruzada seria, via de regra, favorecida pela escassez de flores produzidas por inflorescência e pelo sincronismo na floração (van der Pijl & Dodson, 1966; Pansarin, 2003). Cada indivíduo de *H. coccinea*

produz geralmente uma única flor ou poucas flores justificando o sincronismo ao longo dos meses, e a receptividade do estigma durante todo o tempo de disponibilidade floral, para obtenção de maior sucesso reprodutivo. *Hadrolaelia coccinea* é, portanto, alógama, e embora os dados resultantes da autopolinização manual apontem um potencial para autogamia, em Orchidaceae existe barreira mecânica eficiente para evitar a autopolinização, através do rostelo (van der Pijl & Dodson, 1966; Catling & Catling, 1991).

A baixa taxa de frutificação apresentada por *H. coccinea* é esperada pelo sistema de engodo, sendo também encontrada em outras espécies de Laeliinae (Smidt *et al.*, 2006; Silva-Pereira *et al.*, 2007; Storti *et al.*, 2011), marcada pelo fato do polinizador ser um fator limitante (Janzen *et al.*, 1980; Schemske, 1980; Ackerman & Oliver, 1985; Montalvo & Ackerman, 1987; Zimmerman & Aide, 1989; Ackerman & Montalvo, 1990; Calvo, 1990). Por outro lado, o fato de as orquídeas agruparem os grãos de pólen em polínias faz com que um único evento de polinização seja capaz de transportar todos os grãos de pólen de uma flor para outra de uma única vez, gerando um fruto que pode conter milhões de sementes (Cozzolino & Widmer, 2005).

As sementes produzidas pela polinização natural, por base na xenogamia, possuem alta viabilidade o que permitiria uma fonte de propágulos para a manutenção do elevado número de indivíduos encontrado no local (Borba & Braga, 2003) pelo cruzamento de alogamia que ao longo dos anos permitiu este mecanismo, presente em outras Laeliinae (Stort & Martins, 1980; Stort & Galdino, 1984; Matias *et al.*, 1996).

O diferente tempo de imersão na solução de tetrazólio não apresentou diferença para identificação das potenciais sementes viáveis, apesar de Soares (2014) demonstrar que a solução de tetrazólio a 1% seja menos eficiente na identificação da viabilidade da semente, devido ao tempo de armazenamento no fruto até a dispersão e sua superfície que geralmente é provida de ornamentação, para facilitar sua dispersão pelo vento e água (Arditti, 1992; Pridgeon *et al.*, 1999). As sementes de *H. coccinea* demonstraram que o teste é adequado para avaliar viabilidade para a espécie.

A alta porcentagem de sementes viáveis pode ser justificada pelo fato de algumas espécies de Laeliinae preferirem temperaturas frias e com alto teor de umidade (Pardo & Ferreira, 2006) sendo estas características encontradas nas nanoflorestas e arbustais nebulares da área de estudo, pois o teor hídrico encontrado interfere na conservação e capacidade germinativa das sementes (Mello, 2000), e em sistema de xenogamia a viabilidade é maior do que quando ocorre a autopolinização (Verola, 2008). Esta condição

permite que a população consiga manter-se na comunidade, através da dispersão anemocórica, por apresentar sementes pequenas (Arditti & Ghani, 2000; Jersákova & Malinová, 2007) possibilitando que um único fruto consiga irradiar sementes a longo alcance (Natahan *et al.*, 2011) resultando em alto número de indivíduos no local.

Este trabalho demonstrou que, localmente, as populações de *H. coccinea* são férteis e viáveis, apesar de algumas limitações reprodutivas da espécie (dado o mecanismo de engodo e sua dependência de um polinizador), pois produzem um elevado número de flores, embora com a formação de poucos frutos, mas com sementes altamente viáveis que propiciam sua perpetuação. Dentro PEIB sua população é significativa (Capítulo 2), mas vem sofrendo ameaças pela ação antrópica, devido ao alto número de turistas do local (Capítulo 3) e pelo próprio mecanismo de reprodução. Por ser citada como “Vulnerável” na Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais (Sano *et al.*, 2008) e ser altamente visada por colecionadores é ressaltada a importância da conservação local para manutenção da variabilidade genética da espécie.

Referências

- Ackerman, J.D. & Montalvo, A.M. 1990. Short-and long-term limitations to fruit production in a tropical orchid. *Ecology*. 71, 263-272.
- Ackerman, J.D. & Oliver, J.C. 1985. Reproductive biology of *Oncidium variegatum*: moon phases, pollination, and fruit set. *American Orchid Society Bulletin*. 54, 326-329.
- Ackerman, J.D. & Zimmerman, J.K. 1994. Bottlenecks in the life histories of orchids: resources, pollination, population structure, and seedling establishment, in: Pridgeon, A. (Eds.), *Proceedings of the 14th World Orchid Conference*, Her Majesty's Stationery Office, London, pp.125-129.
- Ackerman, J.D. 1986. Mechanisms and evolution of fooddeceptive pollination systems in orchids. *Lindleyana*. 1, 108-113.
- Adams, R.M. & Goss, G.J. 1976. The reproductive biology of the epiphytic orchids of Florida III. – *Epidendrum anceps* Jacq. *American Orchid Society Bulletin*. 45,488-492.
- Aizen, M.A., and Rovere, A.E. 2010. Reproductive interactions mediated by flowering overlap in a temperate hummingbird-plant assemblage. *Oikos*. 119, 696-706.

- Araújo, F. P., Sazima, M., Oliveira, P.E. 2013. The assembly of plants used as nectar sources by hummingbirds in a *Cerrado* area of Central Brazil. *Plant Systematics and Evolution*. 299, 1119-1133.
- Arditti, J. & Ghani, A.K.A. 2000. Tansley review No. 110. Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. *New Phytologist*, New Jersey. 145, 367-421.
- Arditti, J. 1992. *Fundamentals of orchid biology*. Toronto: John Wiley & Sons, pp.691.
- Ashman, T-L., and G. Arceo-Gómez. 2013. Toward a predictive understanding of the fitness costs of heterospecific pollen receipt and its importance in co-flowering communities. *American Journal of Botany*. 100, 1061-1070.
- Barros, F. 1999. Tendências e pendências na sistemática de Orchidaceae no Brasil. In: 50° Congresso Nacional de Botânica: Programa e Resumos. Sociedade Botânica do Brasil, Blumenau, pp. 312-313.
- Bergamo, P.J. 2016. Estruturação de comunidades e potencial para efeitos indireto de plantas polinizadas por beija-flores na Floresta Atlântica. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, pp. 1-136.
- Blaser, J.G., Eiterer, M., Salimena, F.R.G. & Chautems, A. 2011. Gesneriaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Bol. Bot. Univ. São Paulo*. 29(1), 1-12.
- Borba, E.L., Braga, P.I.S. 2003. Biologia reprodutiva de *Pseudolaelia corcovadensis* (Orchidaceae): melitofilia e autocompatibilidade em um Laeliinae basal. *Revista Brasil. Bot.* 26(4), 541-549
- Buzato S, Sazima M, Sazima. I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic forest sites. *Biotropica*. 32, 824–841
- Caballero-Villalobos, L., Silva-Arias, G., Buzatto, C.R., Nervo, M.H., Singer, R.B. 2017. Generalized food-deceptive pollination in four *Cattleya* (Orchidaceae: Laeliinae) species from Southern Brazil. *Flora*. 234, 195-206
- Calvo, R.N. 1990. Inflorescence size and fruit distribution among individuals in three orchid species. *American Journal of Botany*. 77, 1378-1381.
- Caruso, C. M. 2000. Competition for pollination influences selection on floral traits of *Ipomopsis aggregata*. *Evolution*. 54, 1546-1557.
- Catling, P.M. & Catling, V.R. 1991. A synopsis of breeding systems and pollination in North American orchids. *Lindleyana*. 6, 187-210.
- CETEC. 1983. Diagnóstico ambiental de Minas Gerais. CETEC. Belo Horizonte.

- Chiron G.R., Castro Neto V.P. 2002. Révision des espèces brésiliennes du genre *Laelia* Lindley. *Richardiana*. 2(1), 4-28.
- Cozzolino, S., Widmera, A. 2005. Orchid diversity: an evolutionary consequence of deception? *Trends in Ecology & Evolution*. 20, 487-494.
- Dafni A. 1984. Mimicry and deception in pollination. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 15, 259–2178.
- Darwin, C. 1859. *On the origin of species, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Dodson, C.H. 1962. The importance of pollination in the evolution of the orchids of tropical America. *American Orchid Society Bulletin*. 31,525-534, 641-649, 731-735.
- Dormont, L.; Delle-Vedove, R.; Bessière, J-M.; Hossaert Mc Key, M. & Schatz, B. 2009. Rare white-flowered morphs increase the reproductive success of common purple morphs in a food-deceptive orchid. *New Phytologist*. 185, 300-310.
- Dressler, R.L. 2005. How many orchid species? *Selbyana*. 26, 155-158.
- Dressler, R.L., 1981. *The orchids: natural history and classification*. Harvard University Press, Cambridge.
- Dressler, R.L., 1993. *Phylogeny and classification of the Orchid family*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K. & Van der Pijl, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford.
- Feinsinger P, Busby WH, Tiebout HM III. 1988. Effects of indiscriminate foraging by tropical hummingbirds on pollination and plant reproductive success: experiments with two tropical treelets (Rubiaceae). *Oecologia*. 76, 471–474
- Feinsinger, P. & H.M. Tiebout III, 1991. Competition among plants sharing hummingbird pollinators: laboratory experiments on a mechanism. *Ecology*. 72, 1946-1952.
- Feinsinger, P., Tiebout III, H.M., Young, B.E. 1991. Do tropical bird-pollinated plants exhibit density-dependent interactions? Field experiments. *Ecology*. 72, 1953-1963.
- Fournier, L.A. & Charpantier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba*. 25, 45-48.
- Freudenstein, J.V., Rasmussen, F.N. 1997. Sectile pollinia and relationships in Orchidaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 205, 125–146
- Gass C.L., Garrison J.S.E. 1999. Energy regulation by traplining hummingbirds. *Functional Ecology*. 13, 483–492.

- Gass C.L., Romich M., Suarez R.K. 1999. Energetics of hummingbird foraging at low ambient temperature. *Canadian Journal of Zoology*. 77, 314–320.
- Gill, D.E. 1989. Fruiting failure, pollinator inefficiency, and speciation in orchids. *In* Speciation and its consequences (D. Otte & J.A. Endler, eds.). Sinauer Associates, Sunderland, pp. 433-457.
- Goss, G.J. 1977. The reproductive biology of the epiphytic orchids of Florida V - *Epidendrum difforme* Jacq. *American Orchid Society Bulletin*. 46, 630-636.
- Gravendeel, B., Smithson, A., Slik, F.J.W., Schuiteman, A. 2004. Epiphytism and pollinator specialization: drivers for orchid diversity? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Biological Science*. 359: 1523-1535.
- Herrera, C. 1989. Pollinator abundance, morphology and flower visitation rate analysis of the “quantity” component in plant-pollinator system. *Oecologia*. 80: 241-248.
- Iannotti, M.A., Stort, M.N.S. & Marin-Morales, M.A. 1987. O sistema reprodutivo de *Epidendrum rigidum* Jacq. (Orchidaceae). *Ciência e Cultura*. 39, 641-644.
- Janzen, D.H., Devries, P., Gladstone, D.E., Higgins, M.L. & Lewinsohn, T.M. 1980. Self- and crosspollination of *Encyclia cordigera* (Orchidaceae) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Biotropica*. 12, 72-74.
- Jersáková, J. & Johnson, S.D. 2006. Lack of floral nectar reduces self pollination in a fly-pollinated orchid. *Oecologia*. 147, 60-68.
- Jersáková, J. & Malinova, T. 2007. Spatial aspects of seed dispersal and seedling recruitment in orchis. *New Phytologist*. Lancaster. 176, 237-241.
- Jersáková, J., Kindlmann, P. 2004 Reproductive success and sex variation in nectarless and rewarding orchis. *International Journal of Plant Sciences*. 165, 779-785.
- Jersáková, J.; Johnson, S.D. & Jürgens, A. 2009. Deceptive behaviour in plants II. Food deception by plants: from generalized systems to specialized floral mimicry. In: F. Baluška (ed.). *Plant-Environment Interactions, Signaling and Communication in Plants, From Sensory Plant Biology to Active Plant Behavior*. Berlin, Springer-Verlag, pp. 223-246.
- Jersáková, J.; Johnson, S.D. & Kindlmann, P. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological Reviews*. 81, 219-235.
- Johnson, S.D. 1994. Evidence for Batesian mimicry in a butterfly pollinated orchid. *Biological Journal of the Linnean Society*. 53, 91-104.

- Johnson, S.D. 2000. Batesian mimicry in the non-rewarding orchid *Disa pulchra*, and its consequences for pollinator behaviour. *Biological Journal of the Linnean Society*. 71, 119-132.
- Jordão, L.R.; Lopes, V.B.; Takaki, M. 1988. Selection of viable seeds in *Hormidium coriaceum* Ldl. (Orchidaceae) by density separation. *Seed Science and Technology*, Zürich. 16, 515-19.
- Kearns, C.A. & Inouye, D.W. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press, Niwot.
- Köppen, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin, Walter de Gruyter.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tschar, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society. Series B, Biological Sciences*. 274, 303–313.
- Lau P, Bosque C. 2003. Pollen flow in the distylous *Palicourea fendleri* (Rubiaceae): an experimental test of the disassortative pollen flow hypothesis. *Oecologia*. 135, 593–600
- Le Saout, S., Hoffmann, M, Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T.M., Bertzky, B., Butchart S.H.M., Stuart, S.N., Badman, T., Rodrigues, A.S.L. 2013. Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. *Science*. 342(6160), 803-805.
- Lloyd, D.G. & Schoen, D.J. 1992. Self- and crossfertilization in plants. I. Functional dimensions. *International Journal of Plant Sciences*. 153, 358–369.
- 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.
- Manuel, R., Warren, R., Miller, D., 1996. *Sophronitis coccinea*: a pollination study. *Orchids*. 65, 612–616.
- Martinelli, S.G. & Mello-Silva, R. 2015. Acanthaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Bol. Bot. Univ. São Paulo, São Paulo*. 33, 7-13.
- Maruyama, P. K., J. Vizentin-Bugoni, G. M. Oliveira, P. E. Oliveira, & B. Dalsgaard. 2014. Morphological and spatio-temporal mismatches shape a Neotropical Savanna plant-hummingbird network. *Biotropica*. 46, 740-747.
- Matias, L.Q., Braga, P.I.S. & Freire, A.G. 1996. Biologia reprodutiva de *Constantia cipoensis* Porto & Brade (Orchidaceae), endêmica da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica*. 19, 119-125.
- Matias, R.; Consolaro, H. 2015. Polinização e sistema reprodutivo de Acanthaceae Juss. no Brasil: uma revisão. *Biosci. J.* 31(3), 890-907.

- Matsuda, M.S. 2008. Memória em beija-flor. Tese (Doutorado em Ciências na área de Fisiologia Vegetal). Instituto de biociências da Universidade de São Paulo, pp 1-124.
- Mello, C.M.C. 2000. Conservação de sementes de orquídeas do Cerrado. Dissertação (Mestrado em Biologia). - Universidade de Brasília, Brasília, pp.48.
- Menini Neto, L. & Salimena, F.R.G. 2013. História do Arraial de Conceição de Ibitipoca e a criação do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza, R.C.; Menini Neto, L.; Salimena, F.R.G. & Zappi, D. (eds.) Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno. Editora UFJF. Juiz de Fora, pp.16-26.
- Menini Neto, L.; Alves, R.J.V.; Barros, F.; Forzza, R.C. 2007. Orchidaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, MG, Brasil. Acta Bot. Bras. 21(3), 687-696
- Mittermeier, R.A.; Robles Gil, P.; Hoffmann, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J. & Da Fonseca, G.A.B. (eds.). 2004. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico City, pp.392.
- Moeller, D. A. 2004. Facilitative interactions among plants via shared pollinators. – Ecology. 85, 3289-3301.
- Montalvo, A.M. & Ackerman, J.D. 1987. Limitations to fruit production in *Ionopsis utricularioides* (Orchidaceae). Biotropica. 19, 24-31.
- Murcia C, Feinsinger P. 1996. Interspecific pollen loss by hummingbirds visiting flower mixtures: effects of corolla architecture. Ecology. 77, 550–560
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature. 403, 853-858.
- Nardy, C., Furtado, S.G., Salimena, F.R.G., Menini Neto, L. 2016. As subtribos Laeliinae e Ponerinae (Epidendroideae, Orchidaceae) No Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. Boletim de Botânica da Universidade Federal de São Paulo. 34(1), 27-47.
- Nathan, R., Katul, G., Bohrer, G., Kuparinen, A., Soons, M., Thompson, S. Trakhtenbrot, A., Horn, H. 2011. Mechanistic models of seed dispersal by Wind. Theoretical Ecology, Dordrecht. 4, 113-132.
- Neiland, M.R.M., Wilcock, C.C. 1998. Fruit set, nectar reward, and rarity in the Orchidaceae. Am. J. Bot. 85, 1657–1671.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowlands tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica. 26, 141-159.

- Nilson, L.A. 1992. Orchid pollination biology. *Trends in Ecology and Evolution* Tree. 7(8): 255-259.
- Oliveira-filho, A.T; Fontes, M.A.L.; Viana, P.L.; Valente, A.S.M.; Salimena, F.R.G. & Ferreira, F.M. 2013. O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza, R.C.; Menini Neto, L.; Salimena, F.R.G. & Zappi, D. (eds.) *Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno*. Editora UFJF. Juiz de Fora, pp.54-93.
- Otárola, M.F., Rocca, M.A. 2014. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: Rech, A.R., Agostini, K., Oliveira, P.E., Machado, I.C. (eds.) *Biologia da Polinização*, pp.115-126.
- Pacheco, J.F., Parrini, R., Lopes, L.E., Vasconcellos, M.F. 2008. A avifauna do Parque Estadual do Ibitipoca e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil, com uma revisão crítica dos registros prévios e comentários sobre biogeografia e conservação. *Cotinga*. 30, 16-32
- Pacini, E., Hesse, M. 2002. Types of pollen dispersal units in orchids, and their consequences for germination and fertilization. *Annals of Botany*. 89, 653–664
- Pansarin, ER & Amaral, MCE. 2008. Reproductive biology and pollination mechanisms of *Epidendrum secundum* (Orchidaceae). Floral variation: a consequence of natural hybridization? *Plant Biology*. 10, 211-219.
- Pansarin, E.R. 2003. Biologia reprodutiva e polinização em *Epidendrum paniculatum* Ruiz & Pavón (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. 26, 203-211.
- Pansarin, E.R., Pansarin, L.M., 2014. Reproductive biology of *Epidendrum tridactylum* (Orchidaceae: Epidendroideae): a reward-producing species and its deceptive flowers. *Plant. Syst. Evol.* 300, 321–328.
- Papadopulos, A.S.T., Powell, M.P., Puupulin, F., Warner, J., Hawkins, J.A., Salamin, N., Chittka, L., Willians, N.H., Whitten W.M., Loader, D., *et al.* 2013. Convergent evolution of floral signals underlies the success of Neotropical orchids. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*. 280, 1-8.
- Pardo, V.A., Ferreira, A.G. 2006. Armazenamento de Sementes de Orquídeas. *Revista Brasileira de Sementes*. 28(2), 92-98.
- Pfennig, D.W. & Pfennig, K.S. 2010. Character displacement and the origins of diversity. *The American Naturalist*. 176, S26-S44.
- Piovano, M., Galetto, L. & Bernardello, L. 1995. Floral morphology, nectar features and breeding system in *Ruellia brevifolia* (Acanthaceae). *Revista Brasileira de Biologia*. 55, 409- 418.

- Pridgeon, A. M.; Cribb, P. J.; Chase, M. W.; Rasmussen, F. N. 1999. Genera Orchidacearum. General introduction, Apostasioideae, Cypripedioideae. Oxford: Oxford University, pp.696.
- Pridgeon, A.M., Cribb, P. Chase, M. & Rasmussen, F.N. 2009. Genera Orchidacearum, v.5. Epidendroideae (Part two). Oxford University Press, Oxford, pp.664.
- Ratchke, B. 1983. Competition and facilitation among plants for pollinators. - In: Real, L. (ed.), Pollination biology. Academic Press, pp. 309-329.
- Renner, S.S., 2006. Rewardless flowers in the angiosperms and the role of insect cognition in their evolution, in: Waser, N.M., Ollerton, J. (Eds.), Plant-Pollinator Interactions. University of Chicago Press, Chicago, pp. 123–144.
- Rocca, M. A. and Sazima, M. 2013. Quantity versus quality: identifying the most effective pollinators of the hummingbird-pollinated *Vriesea rodigasiana* (Bromeliaceae). – Plant Systematics and Evolution. 299, 97-105.
- Rodela, L.G. & Tarifa, J.R. 2002. O clima da Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. GEOUSP – Espaço e Tempo. 11, 101-113.
- Salimena-Pires, F.R. 1997. Aspectos fisionômicos e vegetacionais do Parque Estadual de Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. In: G.C. Rocha (Eds.). Anais do 1º Seminário de Pesquisa sobre o Parque Estadual de Ibitipoca. Núcleo de Pesquisa em Zoneamento Ambiental da UFJF. Juiz de Fora, pp51-60.
- Salzmann, C.C.; Nardella, A.M.; Cozzolino, S. & Schiestl, F.P. 2007. Variability in floral scent in rewarding and deceptive orchids: the signature of pollinator-imposed selection? Annals of Botany. 100, 757-765.
- Sanmartin-Gajardo, I. & Sazima, M. 2005. Espécies de *Vanhouttea* Lem. e *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) polinizadas por beija-flores: interações relacionadas ao hábitat da planta e ao néctar. Revista Brasil. Bot. 28(3), 441-450.
- Sano, P.T.; Forzza, R.C.; Giulietti, A.M.; Sakuragui, C.M.; Fraga, C.N.; Leme, E.M.C.; Costa, F.N.; Fernandes, H.Q.B.; Andrade, I.R.; Batista, J.A.N.; Nunes, J.V.C.; Dutihl, J.H.A.; Menini Neto, L.; Alves, M.V.S.; Trovó, M.; Coelho, M.A.N.; Assis, M.C.; Viana, P.L.; Reis, R.C.C.; Mota, R.C.; Filgueiras, T.S. 2008. Monocotiledôneas Ameaçadas de Extinção no Estado de Minas Gerais. In: Drummond, G.M.; Machado, A.B.M.; Martins, C.S.; Mendonça, M.P.; Stehmann, J.R. (Eds.). Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçada de Extinção em Minas Gerais. Biodiversitas. Belo Horizonte. (CD-Rom).

- Sazima, I., Buzato, S. & Sazima M.. 1995. The saw-billed hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. *Journal für Ornithologie*. 136,195-206.
- Schemske, D.W. 1980. Evolution of floral display in the orchid *Brassavola nodosa*. *Evolution*. 34, 489-493.
- Schiestl, F.P., Johnson, S.D. 2013. Pollinator-mediated evolution of floral signals. *Trends. Ecol. Evol.* 28, 307–315.
- Scopece, G., Cozzolino, S., Dafni, A. 2014. Darwin on the pollination of *Orchis*: What he taught us and what we can tell him today, in: Meier R.E., Bernhardt, P. (Eds.), *Darwin's orchids: then and now*. The University of Chicago Press, Chicago, pp. 23–46
- Sigrist, M.R. & Sazima, M. 2002. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. *Revista Brasil. Bot.* 25(1), 35-42.
- Silva-Pereira, V., Smidt, E.C., Borba, E.L. 2007. Isolation mechanisms between two sympatric *Sophranitis* (Orchidaceae) species endemic to Northeastern Brazil. *Plant. Syst. Evol.* 269, 171–182.
- Singer, R.B., Marsaioli, A., Flach, A., Reis, M. 2006. The ecology and chemistry of pollination in Brazilian orchids: recent advances, in: Teixeira da Silva, J., (Ed.), *Floriculture, ornamental and plant biotechnology*. Global Science Books, England, pp. 570–583.
- Singer, R.B., Sazima, M. 2000. The pollination of *Stenorrhynchos lanceolatus* (Aublet) L. C. Rich. (Orchidaceae: Spiranthinae) by hummingbirds in southeastern Brazil. *Plant. Syst. Evol.* 223, 221–227.
- Smidt, E.C., Silva-Pereira, V., Borba, E.L. 2006. Reproductive biology of two *Cattleya* (Orchidaceae) species endemic to North-eastern Brazil. *Plant. Species. Biol.* 21, 85–91.
- Soares, J.S., Rosa, Y.B.C.J., Tatara, M.B., Sorgato, J.C., Lemes, C.S.R. 2014. Identificação da viabilidade de sementes de orquídeas pelo teste de tetrazólio. *Semina: Ciências Agrárias*. 35(5), 2275-2284.
- Souza, F. H. D. 1994. Preparo de soluções neutras de tetrazólio. *Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, COT*. 5, 1-2.
- Staggemeier, V. G., J. A. F. Diniz-Filho, and L. P. C. Morellato. 2010. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). *Journal of Ecology*. 98, 1409-1421.
- Stiles, F.G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology*. 56, 285–301

- Stort, M.N.S. & Galdino, G.L. 1984. Self- and crosspollination in some species of the genus *Laelia* Lindl. (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Genética*. 7, 671-676.
- Stort, M.N.S. & Martins, P.S. 1980. Autopolinização e polinização cruzada em algumas espécies do gênero *Cattleya* (Orchidaceae). *Ciência e Cultura*. 32, 1080-1084.
- Storti, E.F., Braga, P.I.S., Storti Filho, A. 2011. Biologia reprodutiva de *Cattleya eldorado*, uma espécie de Orchidaceae das campinas amazônicas. *Acta Amaz.* 41, 361–368.
- Temeles E.J., Shaw K.C., Kudla A.U., Sander S.E. 2006. Traplining by purple-throated carib hummingbirds: behavioral responses to competition and nectar availability. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 61, 163–172.
- Tremblay, R.L., Ackerman, J.D., Zimmerman, J.K., Calvo, R., 2005. Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biol. J. Linn. Soc.* 84, 1–54.
- Vale, Á., Rojas, D., Álvarez, J.C., Navarro, L. 2013. Distribution, habitat disturbance and pollination of the endangered orchid *Broughtonia cubensis* (Epidendreae: Laeliinae). *Bot. J. Linn. Soc.* 172, 345–357.
- van den Berg C, Higgins WE, Dressler RL, Whitten WM, Soto-Arenas MA, Chase MW. 2009. A phylogenetic study of Laeliinae (Orchidaceae) based on combined nuclear and plastid DNA sequences. *Annals of Botany*. 104, 417–430.
- van den berg, A. J., and Insect Pollinators Initiative. 2013. Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 11, 251–259.
- van der Pijl L, Dodson CH. 1966. *Orchid flowers: their pollination and evolution*. Coral Gables: University of Miami Press, Coral Gables, pp.214.
- Verola, C.F. 2008. Estudos biossistemáticos em espécies de *Hoffmannseggella* H.G. Jones (Orchidaceae: Laeliinae) ocorrentes em Complexos Rupestres de Altitude. Tese (Doutorado em ecologia), Instituto de Biologia – UNICAMP, Campinas, São Paulo, pp.94.
- Vizentin-Bugoni, J., P. K. Maruyama, and M. Sazima. 2014. Process entangling interactions in communities: forbidden links are more important than abundance in a hummingbird-plant network. *Proceedings of the Royal Society B*. 281, 2013-2397.
- Withner CL. 1990. The *Cattleyas* and their relatives, Vol. 3. *Schomburgkia*, *Sophranitis*, and other South American genera. Portland: Timber Press, pp.182.

Zeisler, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Naberfl äche mit Hilfe von reaktionen. Beihefte zum Botanischen Zentrablatt. 58, 308-318.

Zimmerman, J.K. & Aide, M. 1989. Patterns of fruit production in a Neotropical orchid: pollinator vs. resource limitation. *American Journal of Botany*. 76, 67-73.

Capítulo 2 – Distribuição espacial de *Hadrolaelia coccinea* (Lindl.) Chiron & V.P. Castro no Parque Estadual do Ibitipoca

Manuscrito a ser submetido para a revista *Austral Ecology*

Abstract

The patterns of species distribution in tropical ecology play an important role to understand the high diversity and low density of some species. Epiphytes play a significant role in this scenario, where it represents a significant portion. *Hadrolaelia coccinea* is an epiphytic Orchidaceae, endangered, endemic of the Atlantic Forest in the South and Southeast of Brazil. We established four transects of 200 x 8 m inside and on the edge of dwarf cloud forest (in transition with the cloud shrub). To evaluate the spatial distribution, we used the Morisita Index (IM) and Variance/Average Rate (R). The young and adult individuals were quantified, as well as their preference for phorophytes and the difference in the number of individuals in both environments. The statistical significance was verified by the test *t*. The correlation of trunk diameter with the abundance of individuals of *H. coccinea* was evaluated through linear regression. We found the aggregate distribution pattern (IM= 1,012 e R= 4,18), usually found for Orchidaceae. There was a slight difference in the abundance of individuals in the interior to edge, where *H. coccinea* presents a great phenotypic plasticity adapting well to both environments, due also to the fact that they are nebular environments and have availability of water. Regarding the number of young individuals and adults, there was no significant difference, showing that the species is staying in the environment, as individuals who reach adulthood manage to complete the life cycle, renewing the population even in small proportions. There is a preference for *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae), popularly known as Candeia, as a phorophyte. Since where the Asteraceae occurs is the species of *H. coccinea*, and the shell morphology, can be considered an adequate substrate to develop the seeds in associations with mycorrhizae necessary for its development.

Key-words: Atlantic Forest, Cloud dwarf-forest, Epiphyte, Orchidaceae, Population.

Resumo

Os padrões de distribuição das espécies na ecologia tropical têm uma função importante para compreender a elevada diversidade e baixa densidade de algumas espécies. As epífitas possuem um significativo papel nesse cenário, onde representa uma parcela significativa. *Hadrolaelia coccinea* é uma Orchidaceae epifítica, ameaçada de extinção, endêmica da Floresta Atlântica na região Sul e Sudeste do Brasil. O presente estudo teve como objetivo estudar o padrão de distribuição de *H. coccinea* no Parque Estadual do Ibitipoca, região sudeste de Minas Gerais. Foram estabelecidos quatro transectos de 200 x 8 m no interior e borda da nanofloresta nebulosa (transição com o arbustal nebuloso). Para avaliar a distribuição espacial, foi utilizado o Índice de Morisita (IM) e da Razão da Variância/Média (R). Foram quantificados os indivíduos jovens e adultos, sua preferência por forófitos e a diferença no número de indivíduos nos dois ambientes. A significância estatística foi feita pelo teste *t*. A correlação do diâmetro do tronco com a abundância de indivíduos de *H. coccinea* foi feita através de uma regressão linear. Foi encontrado um padrão de distribuição agregado (IM= 1,012 e R= 4,18), normalmente encontrado para Orchidaceae. Houve uma pequena diferença na abundância de indivíduos no interior para borda, onde *H. coccinea* apresenta uma grande plasticidade fenotípica se adaptando bem aos dois ambientes, devido, também, ao fato de serem ambientes nebulosos e possuírem disponibilidade de água. Quanto ao número de indivíduos jovens e adultos, não houve diferença significativa, mostrando que a espécie está se mantendo no ambiente, visto que os indivíduos que chegam à fase adulta conseguem completar o ciclo de vida, renovando a população mesmo que em pequenas proporções. Há preferência como forófito pela espécie *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae), conhecida popularmente por candeia. Uma vez que onde ocorre a Asteraceae encontra-se as espécies de *H. coccinea*, e a morfologia da casca, pode-se considerar um substrato adequado para desenvolver as sementes em associações com micorrizas necessárias para seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Epífita, Floresta Atlântica, Nanofloresta Nebulosa, Orchidaceae, População.

Introdução

Os padrões espaciais das espécies podem ser entendidos através de estudos em escalas macro (biogeografia), meso (comunidade), ou micro (distribuição espacial dos indivíduos dentro da comunidade, população) (Hay *et al.* 2000). A microdistribuição dentro do ecossistema pode se apresentar agrupada, devido à proximidade dos indivíduos; aleatória, indivíduos distribuídos de forma aleatória; ou regular, com os indivíduos distribuídos em intervalos regulares (Krebs 1989; Hay *et al.* 2000).

Nos processos das relações intraespecíficas e interespecíficas, condições de crescimento nos locais heterogêneos e dispersão de sementes determinam, em geral, a intensidade de agregação das espécies vegetais (Wiegand *et al.* 2007). Em uma comunidade vegetal, o tipo de distribuição espacial que uma população apresenta é resultante de vários fatores que interagem entre si (Meirelles & Luiz 1995; Durigan *et al.* 2000), dentre eles fatores da biocenose (competição, dispersão de sementes, agentes polinizadores e ações antrópicas) e do biótopo (luminosidade, umidade, características edáficas, estresse hídrico e altitude) (Hubbell 1979; Lundberg & Ingvarsson 1998; Chung & Chung 1999; Durigan *et al.* 2000; Leite 2001; Hietz *et al.* 2006; Lima- Ribeiro 2008). Tais fatores resultam no padrão de distribuição encontrado para cada espécie, frente às condições ambientais ideais para sobrevivência (Ridley 2006; Piccoli *et al.* 2013).

A diversidade de plantas vasculares nas regiões dos trópicos é extremamente alta, e as epífitas contribuem com cerca de 35% das espécies encontradas (Gentry & Dodson 1987; Leigh *et al.* 2004). Os padrões espaciais têm sua importância na ecologia tropical, pela alta diversidade e baixa densidade de espécies (Condit *et al.* 2000), assim podem ser encontradas variações nesse padrão, mas muitos indivíduos de muitas espécies de epífitas tendem a apresentar o padrão de distribuição agregado (Zimmerman & Olmsted 1992; Hietz & Hietz-Seifert 1995; Tremblay 1997; Tremblay *et al.* 1998; Nieder *et al.* 2000; Castãno-Meneses *et al.* 2003; Zotz & Vollrath 2003). Dentro dessa diversidade pouco se sabe sobre os padrões de distribuição de epífitas, principalmente entre as Orchidaceae (Otero *et al.* 2007, Kersten & Kuniyoshi 2009).

Orchidaceae muitas vezes é vista como tendo populações pequenas, dispersas ou hiper-dispersas (Ackerman 1986; Kress 1986, Raventós *et al.* 2011, Fajardo *et al.* 2014). Os seus padrões espaciais são diretamente relacionados a fatores ecofisiológicos (Otero *et al.* 2007) e a sua dinâmica vegetal, com baixa produção de frutos, dispersão a longa

distância e preferência por forófitos, que corresponde à planta hospedeira, com diferencial dentro e entre eles, explica seu padrão irregular e de baixa densidade (Strong 1977; Zimmerman & Aide 1989; Migenis & Ackerman 1993; Hietz 1997).

Grande parte das orquídeas demonstra preferências de substrato por certas árvores e arbustos (Ackerman *et al.* 1989; Tremblay *et al.* 1998; Gowland 2003). Essas preferências podem estar relacionadas aos atributos químicos e físicos das cascas, arquitetura da planta, ou à presença ou não de insetos (Flores-Palacios & Ortiz-Pulido 2005; Martínez-Meléndez *et al.* 2008; Gowland *et al.* 2011). A preferência pode também ser regida pela distribuição de seus simbiontes micorrízicos, necessários para a germinação das sementes (Otero *et al.* 2005; Phillips *et al.* 2011; Jacquemyn *et al.* 2012b; Johnson & Kane 2012; McCormick *et al.* 2012), que são sensíveis às contingências da distribuição espacial e abundância destes fungos micorrízicos (Jacquemyn *et al.* 2012a).

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P. Castro não possui estudos relacionados à distribuição populacional e é uma espécie ocorrente no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica (BFG 2015; Nardy *et al.* 2016), enquadrada como “vulnerável” na Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais (Sano *et al.* 2008). A flor apresenta um mecanismo de polinização por engodo devido a suas características florais que mimetiza o modelo das flores ornitófilas, sem produção de néctar. Além disso, *H. coccinea* apresenta-se autocompatível, entretanto com a dependência de um polinizador para reprodução, que devido às suas características morfológicas indica a polinização realizada por beija-flores (Caballero-Villalobos *et al.* 2017, Capítulo 1). Apresenta baixa produção de frutos, liberando suas sementes pela anemocoria (Capítulo 1). É uma espécie que possui alto valor ornamental pela sua coloração chamativa e, na área de estudo, o Parque Estadual do Ibitipoca, ocorre em locais com intenso fluxo turístico (Capítulo 3), sendo precários os conhecimentos sobre seu estado de conservação nesta unidade de conservação (Menini Neto *et al.* 2007).

O presente estudo teve como objetivos avaliar a estrutura da população, abundância dos indivíduos em diferentes estágios do ciclo de vida e nos diferentes ambientes (interior e borda de nanofloresta nebulosa, na transição com o campo rupestre), e a distribuição espacial da população de *Hadrolaelia coccinea*, avaliando sua plasticidade fenotípica, bem como a existência de preferência por diâmetro e espécies de forófitos.

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) está localizado no Complexo da Mantiqueira na divisa dos planaltos de Andrelândia e Itatiaia, ocupando parte do território de três municípios do estado de Minas Gerais, Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes (Menini Neto & Salimena 2013) (Figura 1). O clima é classificado como Cwb (classificação de Köppen): tropical mesotérmico úmido, com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos (CETEC 1983), precipitação anual média de 2248mm a 1350m de altitude, temperatura média de 18,9°C (Rocha 2013). Possui duas encostas principais no seu relevo, sendo uma a oeste, sendo a vertente com o ponto mais elevado com 1784m, a Lombada ou Pico do Ibitipoca, e a outra vertente a leste, com ponto culminante a 1721m, o Pico do Pião.

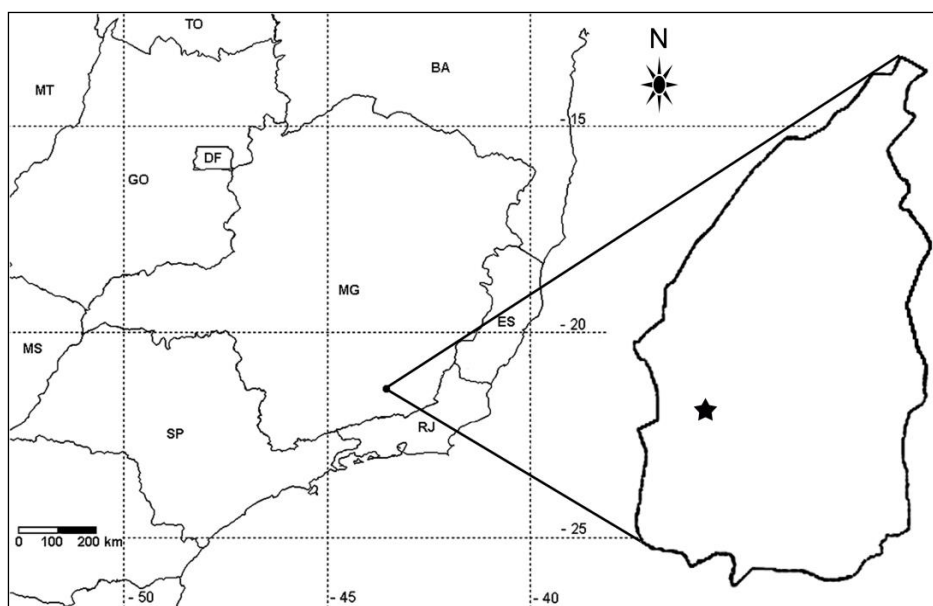


Figura 1 – Localização do Parque Estadual do Ibitipoca e da região amostrada (★).

Dada sua situação geográfica, os elementos arbóreos e arbustivos (florestas, nanoflorestas e arbustais) predominam no PEIB, e sua riqueza e complexidade vegetal apresenta um peculiar complexo de fitofisionomias, expondo várias

propostas de terminologia para sua vegetação (Andrade & Souza 1995; Salimena-Pires 1997; Rodela & Tarifa 2001; Dias *et al.* 2002; Oliveira-Filho *et al.* 2013).

Dentre elas destacam-se as nanoflorestas nebulares, que surgem nos limites de distribuições das fitofisionomias florestais, que antecedem as fitofisionomias arbustivas, campestres e savânicas (Oliveira-Filho *et al.* 2013). Os fatores abióticos interferem nas suas características como substratos rochosos ou arenosos, baixa temperatura com ventos fortes e alta nebulosidade (Scarano 2002). Estas florestas são caracterizadas pela alta densidade de arbustos e árvores de pequena estatura, apresentando a dominância de *Eremanthus erythropappus* (Asteraceae) conhecida como candeia e apresentam uma fitomassa epifítica expressiva (Oliveira-Filho *et al.* 2013).

Arbustais nebulares são a transição das nanoflorestas nebulares para as savanas e campos. Representa um estágio de flutuações sucessionais, onde ocorrem períodos de desabastecimento de água, e possivelmente sendo afetados pelo histórico do fogo, ambas as características salientadas devido ao seu solo raso arenoso, derivado do quartzito ou pedregosos de saprolito de xisto (Oliveira-Filho *et al.* 2013). Esta fisionomia forma um conjunto de grande extensão arbóreo-arbustiva, também com dominância de candeia, sem apresentar um dossel arbóreo, implicando a ausência de um sub-bosque verdadeiro (Dias *et al.* 2002).

Caracterização ecológica da espécie

Hadrolaelia coccinea ocorre nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, endêmica do domínio da Floresta Atlântica, sendo encontrada em campo rupestre, florestas estacional semidecidual, ombrófila densa e ombrófila mista (BFG 2015). No PEIB ocorre nas nanoflorestas nebulares e na transição desta com o arbustal nebuloso tanto em locais úmidos e sombreados, quanto no paredão de quartzito, sobre caule de Velloziaceae, em local ensolarado (Nardy *et al.* 2016) (Figura 2).



Figura 2 – A. Habitat de *Hadrolaelia coccinea*, epífita sobre candeia na nanofloresta nebulosa. B. Detalhe das flores de *Hadrolaelia coccinea*. Fotos: A: Camila Nardy; B: Luiz Menini Neto.

Quantificação espacial

A quantificação espacial foi feita pela demarcação de quatro transectos de 200 x 8m, sendo dois na borda (BF) (transição do arbustal nebuloso com a nanofloresta nebulosa) e dois no interior da nanofloresta nebulosa (IF), a cerca de 1350m de altitude (Figura 3).



Figura 3 – Localização dos transectos utilizados na amostragem. BF – borda da nanofloresta nebulosa; IF – interior da nanofloresta nebulosa. Fonte: Modificado de Google Earth®.

A contagem dos indivíduos foi realizada em todos os forófitos que se encontravam dentro dos transectos (incluindo árvores caídas e/ou mortas). A caracterização para distinção das diferentes fases do ciclo de vida (adultos e jovens) foi realizada pela presença ou não de resquícios de floração ou frutificação. Indivíduos adultos foram considerados aqueles que apresentassem algum dos resquícios supracitados, e jovens aqueles que não apresentassem nenhuma das características acima.

Abundância dos indivíduos

A contagem dos indivíduos foi realizada separando-os em quatro grandes grupos, borda e interior, jovens e adultos. Os resultados foram comparados estatisticamente através do Teste *t* realizado no programa *Past 3.0* ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) para comparação entre a abundância de espécimes ocorrente nos dois ambientes, e nos dois estágios ontogenéticos.

Distribuição espacial

Para identificação do padrão de distribuição espacial de *H. coccinea* foi utilizado o Índice de Morisita (IM) e da Razão Variância/Média (R) (Budke *et al.* 2004). Os valores de IM e R iguais a 1 indicam distribuição regular. Os valores menores que 1 indicam a inexistência de agrupamento e valores maiores que 1 indicam agrupamento (Krebs 1989).

Sendo a Razão (R) calculada por: $R = \frac{s^2}{\bar{x}}$

e o índice de Morisita por: $IM = \frac{n \sum x^2 - N}{N(N-1)}$

Considerando que: n = número total de transecto, $\sum x^2$ = soma do quadrado do número de indivíduos por transecto; N = número de indivíduos encontrados em todas as transecto.

A significância dos valores calculados de IM e R é obtida pelo teste de Qui-Quadrado (χ^2), onde χ^2 calculado é:

$$\chi^2 = n \left(\frac{\sum x^2}{N} \right) - N$$

Distribuição nos forófitos

Foram identificados os forófitos em que os indivíduos de *H. coccinea* estavam estabelecidos. A significância estatística foi testada pelo teste de Mann-Whitney realizado no programa *Past 3.0* com significância de 1% ($p \leq 0,01$) para comparação da abundância da espécie *H. coccinea* nos forófitos.

A correlação da circunferência do tronco com a abundância de *H. coccinea* foi testada pela regressão linear no programa *Past 3.0* com significância de 1% ($p \leq 0,01$).

Resultados

O número total de indivíduos de *H. coccinea* foi de 858, distribuídos no interior (459 indivíduos) e na borda (399 indivíduos), sendo que no interior foram encontrados 206 adultos e 253 jovens, e na borda 181 adultos e 218 jovens (Figuras 4 e 5). Houve diferença na abundância entre os ambientes ($p < 0,05$), entretanto não houve diferença quando comparados adultos com jovens ($p > 0,05$).

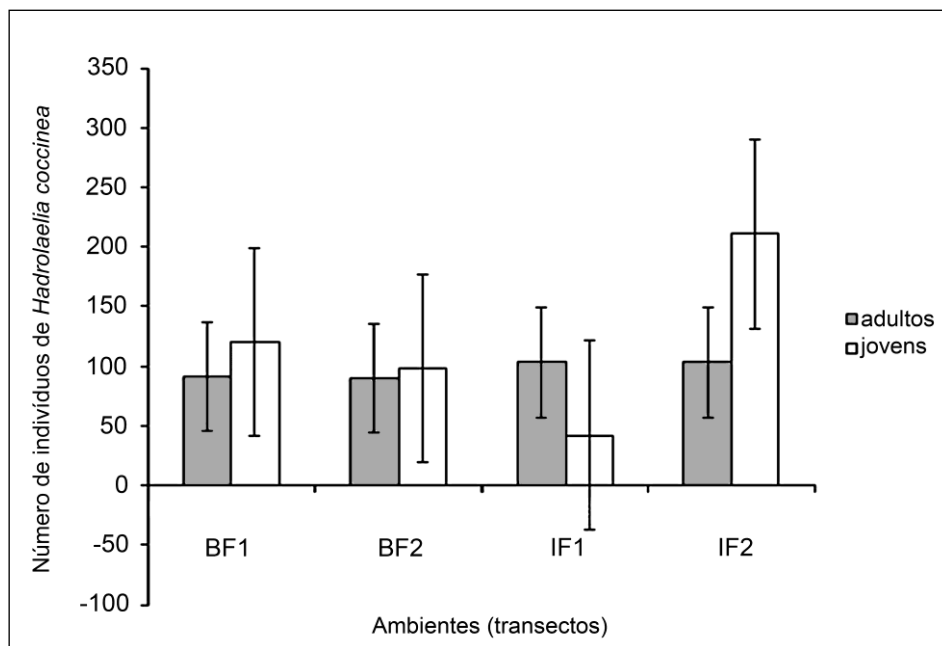


Figura 4 – Abundância de jovens e adultos no interior (IF) e borda da nanofloresta nebulosa (transição da nanofloresta nebulosa com o arbustal nebuloso) (BF).

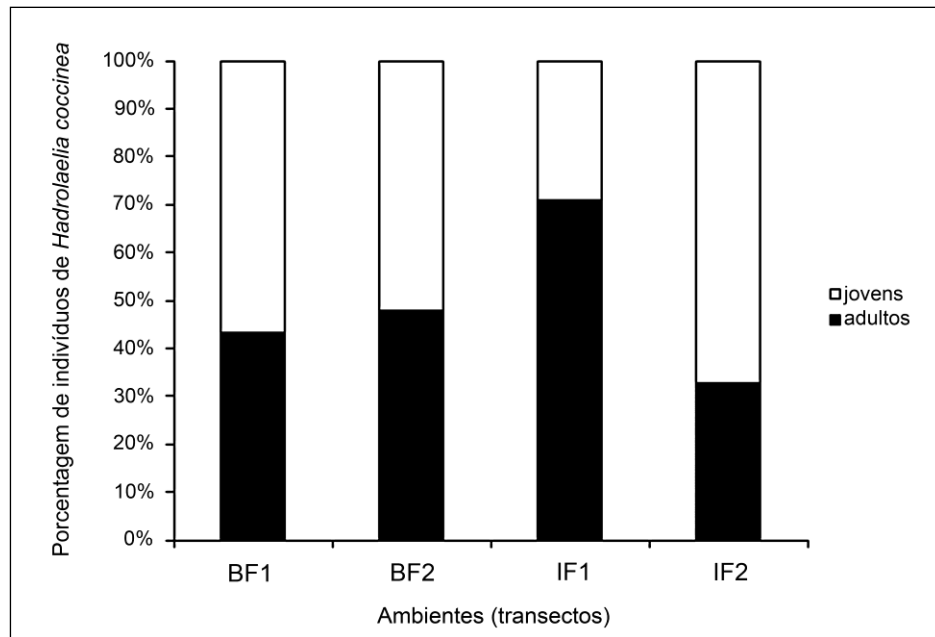


Figura 5 – Porcentagem de indivíduos jovens e adultos no interior (IF) e borda da nanofloresta nebulosa (transição da nanofloresta nebulosa com o arbustal nebuloso) (BF).

A abundância e variância na população total apresentaram padrão de distribuição agregado (IM= 1,012 e R= 4,18).

Dentre os forófitos, destacou-se a candeia com 104 árvores, abrigando 482 indivíduos ($p < 0,01$). As demais espécies de forófitos somadas representaram 130 árvores, abrigando 391 indivíduos (Figura 6). O número de indivíduos nos forófitos apresentou correlação positiva com a circunferência do tronco, embora pequena ($R^2 = 0,041$, $p < 0,01$).

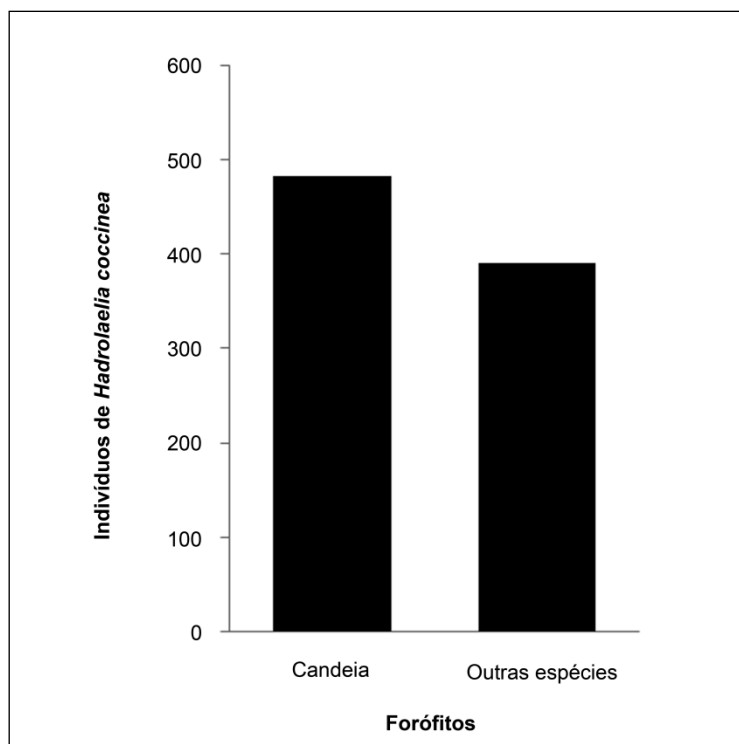


Figura 6 – Comparação entre o número de indivíduos de *Hadrolaelia coccinea* sobre candeia e as demais espécies de forófitos.

Nos dois ambientes *H. coccinea* manifestou uma preferência pela espécie *Eremanthus erythropappus*, popularmente conhecida como candeia, dentre as 29 espécies identificadas. No ambiente de interior da nanofloresta nebulosa a candeia representa 60 forófitos com 199 indivíduos de *H. coccinea*, enquanto espécies de Myrtaceae estão representadas por 50 forófitos e 128 indivíduos e outras espécies somadas 42 com 132. No ambiente de borda, candeia apresenta 44 forófitos com 276 indivíduos de *H. coccinea*, enquanto espécies de Myrtaceae possuem 21 com 61 indivíduos e as outras espécies com 17 forófitos com 62 indivíduos da orchidaceae (Figura 7).

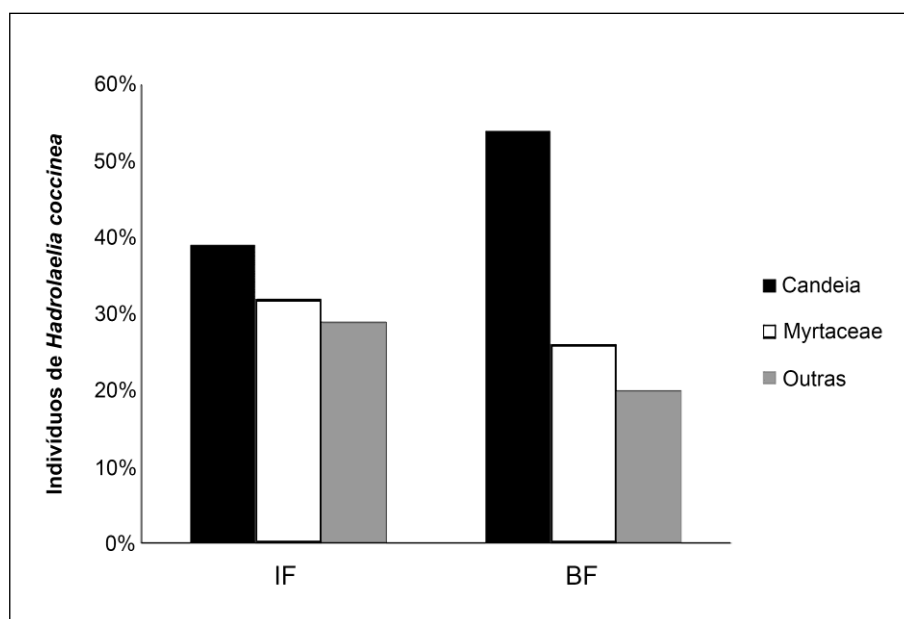


Figura 7 – Porcentagem de indivíduos das diferentes espécies de forófitos nos dois ambientes, interior da nanofloresta nebulosa (IF) e borda (transição da nanofloresta nebulosa com o arbustal nebuloso) (BF).

Discussão

A diferença entre os ambientes de borda (transição) com menor abundância quando comparado com o interior da nanofloresta encontrado para *H. coccinea*, se refere, provavelmente, à preferência das epífitas por ambientes de interior de florestas, com menor luminosidade, pois a maior incidência de luz no ambiente de borda pode ocasionar um *estresse* hídrico (Tryon & Tryon 1982; Bataghin *et al.* 2008). Contudo o de interior da floresta e o ambiente de borda (transição do interior para o arbustal) as nanoflorestas nebulares do PEIB no verão, apresentam uma vegetação mais densa, o que permite o aumento do sombreamento na borda diminuindo a radiação luminosa (Alves 2015), assim os ambientes se mostram estáveis, ocorrendo o favorecimento da manutenção da umidade em virtude do relevo e formação vegetal (Furtado 2016). Ainda, ambos sendo ambientes nebulares (Oliveira-Filho *et al.* 2013), proporcionam a diminuição da temperatura e da perda de água para o meio (Krömer *et al.* 2005), visto que a umidade é um fator fundamental para o sucesso das maiorias das espécies epifíticas, aliados a temperaturas e altitudes ideais, além de menor incidência de vento (Kessler *et al.* 2011).

A despeito disso, Alves (2015) demonstrou que os atributos foliares e diferenças anatômicas nas folhas de *H. coccinea* apresentaram uma pequena variação da plasticidade fenotípica entre os ambientes de interior e borda, ressaltando que é uma espécie adaptada às variáveis bióticas e abióticas de ambos os ambientes, o que permite maior capacidade de distribuição geográfica.

A mesma proporção de indivíduos jovens e adultos nos dois ambientes de interior e borda é um fator preocupante do ponto de vista da conservação, uma vez que a alta mortalidade durante os estágios juvenis resultaria em um padrão reduzido de indivíduos adultos (Otero *et al.* 2007). Entretanto populações com altas densidades de indivíduos adultos têm capacidade de recrutamento de plântulas, sendo um ponto positivo especialmente para Orchidaceae (Otero 1999; Rivera Gomez *et al.* 2006). A presença de plantas adultas implica na produção de frutos e, por conseguinte, a manutenção da produção de sementes (Ackerman *et al.* 1996), além da presença de indivíduos jovens e adultos serem uma fonte de fungos micorrízicos necessários para a germinação (Hietz & Hietz-Seifert 1995; Perkins & McGee 1995; Otero & Flanagan 2006).

As orquídeas epifíticas têm tamanhos de populações usualmente pequenas, devido aos seus sistemas de cruzamentos dependentes de polinizador, ou por praticarem propagação vegetativa, que ocasionaria baixa viabilidade genética comprometendo a população, sem um aumento efetivo desta (Tremblay & Ackerman 2001). O sistema de reprodução de *H. coccinea*, por meio de engodo e dependente de um polinizador, torna sua taxa de frutificação muito baixa (Capítulo 1), indicando provável momento de declínio. No entanto, muitas epífitas apresentam baixas taxas de crescimento, com os jovens que superam a fase crítica de mortalidade, atingindo sua maturidade após vários anos (Schmidt & Zotz 2002; Haeckel 2009; Mondragon *et al.* 2015) e a variação temporal nos estágios do ciclo de vida pode causar flutuações numéricas na população (Williams *et al.* 2011), sendo responsável por esta equidade atual entres os dois estágios.

A transição de sementes para plântulas é o estágio mais vulnerável do ciclo de vida das plantas, englobando as epífitas (Baskin & Baskin 2001). Apenas uma pequena fração de todas as sementes produzidas se torna plântula (Benzing 1981; Ackerman *et al.* 1996; Arditti & Ghani 2000). Uma das causas da mortalidade de sementes e plântulas seria o estresse hídrico devido à baixa umidade (Hernández-Apolinar 1992; Larson 1992; Zotz 1998; Benzing 2000; Zotz & Hietz 2001; Winkler *et al.* 2007; Mondragón *et al.* 2015), além da instabilidade do substrato, como, por exemplo, ramos muito frágeis e troncos esfoliantes (Zotz 1995; López-Villalobos *et al.* 2008)

Os padrões de distribuição surgem de uma variedade de processos, das relações intra e interespecíficas, da heterogeneidade dos forófitos e do local, que oferece condições diferentes de crescimento, como distribuição de recursos, variações na topografia, tipo de vegetação, além da dispersão de sementes (Otero *et al.* 2005). Outros fatores influenciam no padrão de distribuição das espécies de Orchidaceae, visto que essa depende da relação com outros organismos, como fungos micorrízicos e polinizadores, para sua sobrevivência (Swarts & Dixon 2009). A forma de dispersão não é a única a influenciar esse processo na população, em detrimento de locais favoráveis serem determinante para o desenvolvimento das sementes e das mesmas (Jacquemyn *et al.* 2007; Jersaková e Malinová 2007; Phillips *et al.* 2011).

O padrão espacial de *H. coccinea* pode ser explicado pela associação epifítica com outras espécies, dentre elas vegetais e fungos, e estas relações podem variar devido a sua área de ocorrência (Wiegand *et al.* 2007). Compreende-se que as sementes de Orchidaceae são de dimensões pequenas, com embriões indiferenciados, ausência de endosperma, que as torna totalmente dependentes de associações com fungos micorrízicos durante sua fase inicial, pois esta associação fornece nutrientes essenciais para o desenvolvimento das sementes e plântulas (Smith 1966).

Os fungos micorrízicos, em situações normais, sem associações com outras espécies no ambiente, têm como padrão a distribuição independente, mas em associações com as espécies de Orchidaceae têm o padrão de distribuição agregada (Rasmussen 2002; Feuerherdt *et al.* 2005; Otero *et al.* 2007). Desta forma, maiores populações de fungos são encontradas associadas a plantas adultas de orquídeas (Batty *et al.* 2001; Otero *et al.* 2004; Diez 2007).

Por esta razão presume-se que grande quantidade de sementes de *H. coccinea* seja depositada próxima à planta-mãe, como ocorre também em outra espécie de Laeliinae, *Cattleya granulosa* Lindl. (Fajardo *et al.* 2014), e em *Corallorhiza odontorhiza* (Willd.) Nutt., onde foi quantificado a abundância de indivíduos com a ocorrência da micorriza (McCormick *et al.* 2009). Sendo assim, a dispersão anemocórica, condições edáficas e o *habitat* favorável (forófito) são fatores determinantes para o crescimento e densidade dos fungos (Ettema & Wardle 2002) permitindo o maior recrutamento de sementes (Batty *et al.* 2001; Diez 2007; Phillips *et al.* 2011; McCormick *et al.* 2012).

Além de todos os fatores supracitados o padrão espacial de *H. coccinea* também pode ser explicado pela sua alta correlação epifítica com a candeia, *E. erythropappus*. No PEIB a candeia possui especificidade no ambiente ocorrendo de forma mais expressiva

em uma faixa altitudinal do Parque entre 1100 e 1400 m, entre as nanoflorestas nebulares e o arbustal nebuloso e tem a densidade reduzida com o aumento de altitude até não mais ocorrer (Moreira 2017), demonstrando preferência por áreas com solos pouco férteis e rasos (Scolforo *et al.* 2002). O mesmo acontece com *H. coccinea*, que só é encontrada no PEIB na mesma faixa altitudinal em que a candeia ocorre de forma dominante (Furtado & Menini Neto 2018). Este é um padrão que algumas epífitas demonstram, pois, apesar de ocuparem uma variedade de forófitos, elas frequentemente mostram preferência por um dado subconjunto deles (Zimmerman & Olmsted 1992; Migenis & Ackerman 1993; Mursidawati *et al.* 1999; Díaz-Santos 2000; Callaway *et al.* 2002; Malizia 2003).

Entretanto, existem muitas lacunas a serem preenchidas nesse sentido, dado que poucos trabalhos foram quantitativos, sendo a maioria apenas observacional, necessitando de mais estudos sobre o tema (Zotz 2016). É possível, por exemplo, que no ambiente de borda haja maior número de indivíduos de *H. coccinea* alocados sobre a candeia, simplesmente pela maior abundância de indivíduos desta espécie em comparação com outras espécies arbóreas (Oliveira-Filho *et al.* 2013; Moreira 2017).

Assim, o estabelecimento das epífitas nos forófitos é ocasionado pela correspondência das características do hospedeiro para com elas, que pode se relacionar com a arquitetura da árvore, como tamanho do ramo e/ou padrão de ramificações; e as características físicas e químicas das cascas das árvores como textura, capacidade de retenção de água e nutrientes, proporcionando o *habitat* perfeito (Benzing 1990; Annaselvam & Pathasarathy 2001; Zotz 2016). A rugosidade e área dos substratos são fatores importantes para a abundância de epífitas (Zimmerman & Olmsted 1992; Migenis & Ackerman 1993; Mursidawati *et al.* 1999; Díaz-Santos 2000; Callaway *et al.* 2002; Malizia 2003), pois esses possibilitam condições necessárias para a distribuição de fungos micorrízicos adequados (Otero *et al.* 2004). Deste modo, a casca da candeia por ser grossa e cheia de fendas ao longo do fuste (Corrêa 1931; citado por Pérez 2001; Mori *et al.* 2010), pode proporcionar vários destes fatores que podem influenciar a presença ou não das epífitas nas árvores (Johansson 1974; Sanford 1974).

A alta durabilidade da madeira da candeia e resistência à putrefação (Teixeira *et al.* 1996; Scolforo *et al.* 2008) permite que, mesmo ela estando morta, consiga ser um forófito disponível para a colonização de *H. coccinea*, apesar de ser comum a redução da riqueza de espécies de epífitas vasculares em árvores mortas e caídas (Taylor & Burns, 2015; Furtado *et al.* dados não publicados). É sabido que algumas espécies de Orchidaceae conseguem se manter nestas condições e, várias espécies demonstram

preferência por árvores mortas e caídas, como, por exemplo, indicado para as orquídeas *Catasetum viridiflavum* Hook. no Panamá (Zimmerman 1991) e espécies do gênero *Cymbidium* Sw. no Havaí (Caccia 2005), além de *Phyllanthus epiphyllanthus* L. (Phyllanthaceae), como demonstrado por Otero (2007).

A baixa correlação do CAP com a abundância de indivíduos também foi encontrada por Waechter (1998), Moram et al. (2003) e Zotz & Vollrath (2003). Assim, a abundância dos indivíduos estaria mais relacionada ao gradiente de umidade, intensidade da luz e disponibilidade de nutrientes (Benzing 1989), variáveis que são altamente correlacionadas com o tempo e o processo de colonização no forófito que resultará na abundância de indivíduos em cada árvore (Snäll *et al.* 2003).

Conclusão

A menor abundância apresentada na borda não se deve às características do biótopo, visto que esta diferença é reduzida, e os ambientes possuem características biocenoses e biótopo similares. Como *H. coccinea* apresenta grande plasticidade fenotípica à interferência de fatores do biótopo como, velocidade do vento, aumento da luminosidade e temperatura, e diminuição da umidade relativa que pode reduzir o crescimento e o desenvolvimento de epífitas, não é causa principal para a distribuição nos diferentes ambientes da população.

A inexistência de diferença entre o número de indivíduos jovens e adultos pode ser um fator da característica da população, onde conseguem se manter no ambiente. Suas sementes são reduzidas, dispersas pelo vento e caem aleatoriamente sobre o substrato e têm estabelecimento influenciado por fatores como luz, *stress* hídrico, herbivoria, associações com micorrizas e preferência por substrato. Neste estudo este substrato é representado principalmente pela candeia, pelo fato da formação vegetal disponibilizar indivíduos desse forófito que influencia a alocação de novas plântulas, pelas características da casca e, conseqüentemente, disponibilidade de fungos micorrízicos dos quais as orquídeas são dependentes para a germinação.

Referências

- Ackerman J.D. (1986) Coping with the epiphytic existence: pollination strategies. *Selbyana* **9**, 52-60.
- Ackerman J.D., Montalvo A.M. & Vera A.M. (1989) Epiphyte host specificity of *Encyclia krugii*, a Puerto Rican endemic orchid. *Lindleyana* **4**, 74–77.
- Ackerman J. D., A. Sabat & J. K. Zimmerman. (1996) Seedling establishment in an epiphytic orchid: an experimental study of seed limitation. *Oecologia* **106**, 192-198.
- Alves A.C.A. (2015) Anatomia ecológica de Orchidaceae Juss. do Parque Estadual do Ibitipoca, MG, Brasil. [tese]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. 162p.
- Andrade P.M. & Souza H.C. (1995) Contribuição ao conhecimento da vegetação do Parque Estadual de Ibitipoca, Lima Duarte, Minas Gerais. *Revista Árvore* **19**(2), 249-261.
- Annaselvam J. & Parthasarathy N. (2001) Diversity and distribution of herbaceous vascular epiphytes in a tropical evergreen forest at Varagalaiar, Western Ghats, India. *Biodiversity and Conservation* **10**, 317–329.
- Arditti J. & Ghani A.K.A. (2000) Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. *New Phytologist* **145**, 367-421.
- Baskin C.C. & Baskin J.M. (2001) Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego.
- Bataghin F.A., Fiori A. & Toppa R.H. (2008) Efeito de borda sobre epífitas vasculares em Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *O Mundo da Saúde* **32**, 329-338.
- Batty A.L., Dixon K.W., Brundrett M. & Sivasithamparam K. (2001) Constraints to symbiotic germination of terrestrial orchid seed in a Mediterranean bushland. *New Phytologist* **152**, 511-520.
- Benzing D.H. (1981) The population dynamics of *Tillandsia circinnata* (Bromeliaceae): Cypress crown colonies in southern Florida. *Selbyana* **5**, 256-263.
- Benzing D. H. (1989) Vascular epiphytism in America. In: Lieth H., Werger M. J. *Ecosystems of the world* **14**, 133-154.
- Benzing D.H. (1990) Vascular epiphytes. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 334p.
- Benzing D.H. (2000) Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation. Cambridge University Press, Cambridge.
- BFG - The Brazil Flora Group (2015) Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* **66**(4), 1085-1113.

- Budke J.C., Giehl E.L.H., Athayde E.A. & Záchia R.A. (2004) Distribuição espacial de *Mesadenella cuspidata* (Lindl.) Garay (Orchidaceae) em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **8**(1),31-35.
- Caballero-Villalobos L., Silva-Arias G., Buzatto C.R., Nervo M.H., Singer R.B. (2017) Generalized food-deceptive pollination in four *Cattleya* (Orchidaceae: Laeliinae) species from Southern Brazil. *Flora* **234**, **195-206**.
- Caccia D. (2005) Naturalized *Cymbidium* in Hawaii. *Orchids* **74**, 888.
- Callaway R.M., Reinhardt K.O., Moore G.W., Moore D.J. & Pennings S.C. (2002) Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* **132**, 221-230.
- Castaño-Meneses G., Garcia-Franco J.G. & Palacios-Vargas J.G. (2003) Spatial distribution patterns of *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) and support trees in an altitudinal gradient from a temperate forest in Central Mexico. *Selbyana* **24**, 71–77.
- CETEC. (1983) Diagnóstico ambiental de Minas Gerais. CETEC. Belo Horizonte.
- Chung M.Y. & Chung M.G. (1999) Notes on spatial genetic structure in populations of *Cymbidium goeringii* (Orchidaceae). *Annales Botanici Fennici* **36**,161-164.
- Condit R., Ashton P.S., Baker P., Bunyavejchewin S., Gunatilleke S., Gunatilleke N., Hubbell S.P., Foster R.B., Itoh A., LaFrankie J.V., Lee H.S., Losos E., Manokaran N., Sukumar R. & Yamakura T. (2000) Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science* **288**(5470), 1414- 1418.
- Corrêa M.P. (1931) Dicionário de plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro. *Ministério da Agricultura* **1**, 431-433.
- Dias H.C.T., Fernandes Filho E.I., Schaefer C.E.G.R. & Ventrone L.B. (2002) Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte – MG. *Revista Árvore* **26**, 777-786.
- Díaz-Santos F. (2000) Orchid preference for host tree genera in a Nicaraguan tropical rain forest. *Selbyana* **21**, 25-29.
- Diez J.M. (2007) Hierarchical patterns of symbiotic orchid germination linked to adult proximity and environmental gradients. *Journal of Ecology* **95**, 159-170.
- Durigan G., Franco G.A.D.C., Masahiro S. & Baitello J.B. (2000) Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. *Revista Brasileira de Botânica* **23**(4), 371-383.
- Ettema C.H. & Wardle D.A. (2002) Spatial soil ecology. *Trends in Ecology and Evolution* **17**, 77-183.

- Fajardo C.G. (2014) Conservação genética da orquídea *Cattleya granulosa* Lindley [tese]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 107p.
- Feuerherdt L., Petit S. & Jusaitis M. (2005). Distribution of mycorrhizal fungus associated with the endangered pink-lipped spider orchid (*Arachnorchis* (syn. *Caladenia*) *behrii*) at Warren Conservation Park in South Australia. *New Zealand Journal of Botany* **43**, 367-371.
- Flores-Palacios A. & Ortiz-Pulido R. (2005) Epiphyte orchid establishment on termite carton trails. *Biotropica* **37**, 457–461.
- Furtado S.G. & Menini Neto L. (2018) Elevational and phytophysiological gradients influence the epiphytic community in a cloud forest of the Atlantic phytogeographic domain. *Plant Ecology* **219**(66), 677-690.
- Gentry A.H. & Dodson C.H. (1987) Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **74**, 205- 233.
- Gowland K. (2003) Host specificity in Sarcanthinae orchids. In I. Oliver, P. Kristtiansen, and L. Silberbauer (Eds.). ESA ecology conference: Abstracts. University of New England, Armidale, Australia. 71p.
- Gowland K.M., Wood J., Clements M.A. & Nicotra A.B. (2011) Significant phorophyte (substrate) bias is not explained by fitness benefits in three epiphytic orchid species. *American Journal of Botany* **98**, 197-206.
- Haeckel I.B. (2009) Ceremonial bromeliads of the Arco Floral: ethnobotany, ecology, and harvest impacts of *Tillandsia imperialis* (Bromeliaceae) in Veracruz, Mexico. Ph.D. Thesis. The University of Texas, Austin.
- Hay J.D., Bizerril M.X., Calouro A.M., Costa E.M.M. da, Ferreira A.A., Gastal M.L. de A., Goes-Junior C.D., Manzan D.J., Martins C.R., Monteiro J.M.G., Oliveira S.A. de, Rodrigues M.C.M., Seyffarth J.A.S. & Walter B.M.T. (2000) Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* **23**(3), 341-347.
- Hernández-Apolinar M. (1992) Dinámica Poblacional de *Laelia speciosa* (H.B.K.) Schltr. (Orchidaceae). B.Sc. Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City.
- Hietz P. & Hietz-Seifert U. (1995) Intra- and interspecific relations within an epiphyte community in a Mexican humid montane forest. *Selbyana* **16**, 135–140.
- Hietz P. (1997) Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. *Journal of Ecology* **85**, 767–775.

- Hietz P., Buchberger G. & Winkler M. (2006) Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *Ecotropica* **12**, 103-112.
- Hubell, J.L. (1979) Tree abundance and diversity in a tropical dry forest. *Science* **203**, 371-383.
- Jacquemyn H., Brys R., Honnay O., Roldán-Ruiz I., Lievens B. & Wiegand T. (2012a) Nonrandom spatial structuring of orchids in a hybrid zone of three *Orchis* species. *The New Phytologist* **193**(2), 454-464.
- Jacquemyn H., Deja A., De hert K., Cachapa Bailarote B. & Lievens B. (2012b) Variation in mycorrhizal associations with tulasnelloid fungi among populations of five *Dactylorhiza* species. *PLoS ONE* **7**(8), e42212.
- Jacquemyn, H., Brys, R., Vandepitte, K., Honnay, O., Roldán-Ruiz, I. & Wiegand, T. (2007). A spatially explicit analysis of seedling recruitment in the terrestrial orchid *Orchis purpurea*. *New Phytologist* **176**, 448-459.
- Janzen D.H. (1970) Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* **104**, 501-527.
- Jersáková J. & Malinová T. (2007) Spatial aspects of seed dispersal and seedling recruitment in orchids. *New Phytologist* **176**, 235-237.
- Johansson D. (1974) Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* **59**, 1-129.
- Johnson T.R. & Kane M.E. (2012) Effects of temperature and light on germination and early seedling development of the pine pink orchid (*Bletia purpurea*). *Plant Species Biology* **27**(2), 174-179.
- Kessler M., Kluge J., Hemp A. & Ohlemuller R. (2011) A global comparative analysis of elevational species richness patterns of ferns. *Global Ecology Biogeography* **20**, 868-880.
- Kersten R.A. & Kuniyoshi Y.S. (2009) Conservação das florestas na Bacia do Alto Iguaçu, Paraná; avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. *Revista Floresta* **39**, 51-66.
- Krebs C.J. (1989) Ecological methodology. Harper Collins Publishers, New York. 654 p.
- Kress, W.J. (1986) The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* **9**, 2-22.
- Krömer T., Kessler M., Gradstein R. & Acebey A. (2005) Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* **32**, 1799-1809.

- Larson R.J. (1992) Population dynamics of *Encyclia tampensis* in Florida. *Selbyana* **13**, 50-56.
- Leigh E.G., Davidar P., Dick C.W., Puyravaud J.P., Terborgh J., Ter Steege H. & Wright S.J. (2004) Why do some tropical forests have so many species of trees? *Biotropica* **36**, 447-473.
- Leite E.J. (2001) Spatial distribution patterns of riverine forest taxa in Brasília, Brazil. *Forest Ecology and Management* **140**, 257-264.
- Lima-Ribeiro M.S. (2008) Efeito de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **22**(2), 535-545.
- López-Villalobos A., Flores-Palacios A. & Ortiz-Pulido R. (2008) The relationship between bark peeling rate and the distribution and mortality of two epiphyte species. *Plant Ecology* **198**, 265-274.
- Lundberg S. & Ingvarsson P. (1998) Population dynamics of resource limited plants and their pollinators. *Theoretical Population Biology* **54**, 44-49.
- Malizia A. (2003) Host tree preference of vascular epiphytes and climbers in a subtropical montane cloud forest of northwest Argentina. *Selbyana* **24**, 196-205.
- Martínez-Meléndez N., Pérez-Farrera M.A. & Flores-Palacios A. (2008) Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* **56**, 2069-2086.
- McCormick M.K., Lee Taylor D., Juhaszova K., Burnett R.K. Jr, Whigham D.F. & O'Neill J.P. (2012) Limitations on orchid recruitment: not a simple picture. *Molecular Ecology* **21**(6), 1511-1523.
- McCormick M.K., Whigham D.F., O'Neill J.P., Becker J.J., Werner S., Rasmussen H.N. et al. (2009) Abundance and distribution of *Corallorhiza odontorhiza* reflects variations in climate and ectomycorrhizae. *Ecological Monographs* **79**(4), 619-635.
- Meirelles M. L. & Luiz A. J. B. (1995) Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* **18**(2), 185-189.
- Menini Neto L., Alves R.J.V., Barros F. & Forzza R.C. (2007) Orchidaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **21**(3), 687-696.
- Menini Neto L. & Salimena F.R.G. (2013) História do Arraial de Conceição de Ibitipoca e a criação do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza R.C., Menini Neto L., Salimena F.R.G. & Zappi D. (eds.) Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno. Editora UFJF. Juiz de Fora. 16-26p.

- Migenis L.E. & Ackerman J.D. (1993). Orchid-epiphyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal Tropical Ecology* **9**, 231–240.
- Mondragón D., Valverde T. & Hernández-Apolinar M. (2015). Population ecology of epiphytic angiosperms: A review. *Tropical Ecology* **56**(1), 01-39.
- Moram R.C., Klimas S. & Carlsen M. (2003) Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* **35**, 48-56.
- Moreira B. (2017). Nanofloresta nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil: Análise Florística, Fitogeográfica e Fitossociológica. [tese]. Universidade Federal de Juiz de Fora. 99p.
- Mori C.L.S.O., Mori F.A. & Mendes L.M. (2010) Caracterização anatômica, química e física da madeira de Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish). *Cerne* **16**(4), 451-456.
- Mursidawati S., Norton D.A., & Astuti I.P. (1999) Distribution of *Pomatocalpa spicata* Breda (Orchidaceae) within and among host trees in Manusela National Park, Seram, Maluku Archipelago, Indonesia. *Selbyana* **20**, 116–119.
- Nardy C., Furtado S.G., Salimena F.R.G. & Menini Neto L. (2016) As subtribos Laeliinae e Ponerinae (Epidendroideae, Orchidaceae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade Federal de São Paulo* **34**(1), 27-47.
- Nieder J., Engwald S., Klawun M. & Barthlott W. (2000) Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) of southern Venezuela. *Biotropica* **32**, 385–396.
- Oliveira-Filho A.T., Fontes M.A.L., Viana P.L., Valente A.S.M., Salimena F.R.G. & Ferreira F.M. (2013) O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza R.C., Menini Neto L., Salimena F.R.G. & Zappi D. (eds.) Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno. Editora UFJF. Juiz de Fora. 54-93p.
- Otero J.T. (1999) Agregación espacial de *Tolumnia variegata* (Orchidaceae). In J. O. Rangel C.H., Rudas A.L.L. & Aguirre J.C. (Eds.). Libro de Resúmenes: Primer Congreso Colombiano de Botánica. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. pp. 48–49.
- Otero J.T., Ackerman J. D., Bayman P. (2004) Differences in mycorrhizal preferences between two tropical orchids. *Molecular Ecology* **13**, 2393-2404.
- Otero J.T. & Flanagan N.S. (2006) Orchid diversity—beyond deception. *Trends Ecology Evolution* **21**, 64–65.

- Otero J.T., Aragón S. & Ackerman J.D. (2007) Site variation in spatial aggregation and phorophyte preference in *Psychilis monensis* (Orchidaceae). *Biotropica* **39**(2), 227–231.
- Perkins A.J. & McGee P.A. (1995) Distribution of the orchid mycorrhizal fungus, *Rhizoctonia solani*, in relation to its host, *Pterostylis acuminata*, in the field. *Australian Journal of Botany* **43**, 565–575.
- Phillips R.D., Brown A.P., Dixon K.W. & Hopper S.D. (2011) Orchid biogeography and factors associated with rarity in a biodiversity hotspot, the Southwest Australian Floristic Region. *Journal of Biogeography* **38**(3), 487–501.
- Piccoli M.C.A., Souza-Leal T., Pedroso-de-Moraes C. (2013) Distribuição espacial de *Sacoila lanceolata* (Aubl.) Garay (Orchidaceae) em fragmento mesófilo de Pirassununga, São Paulo, Brasil. *Nucleus* **11**(1), 115–130.
- Rasmussen H.N. (2002) Recent developments in the study of orchid mycorrhiza. *Plant and Soil* **244**, 149–163.
- Raventós J., Mujica E., Wiegand T. & Bonet A. (2011) Analyzing the Spatial Structure of *Broughtonia cubensis* (Orchidaceae) Populations in the Dry Forests of Guanahacabibes, Cuba. *Biotropica* **43**(2), 173–182.
- Ridley, M. 2006. Evolução. Artmed, Porto Alegre. 732 p.
- Rivera Gómez N. R., Tremblay R.L. & Meléndez-Ackerman E. (2006) Distribution of life cycle stages in a lithophytic and epiphytic orchid. *Folia Geobotanica* **41**, 107–120.
- Rocha G.C. (2013). O meio físico da região da Ibitipoca: características e fragilidades. In: Forzza R.C., Menini Neto L., Salimena F.R.G. & Zappi D. (eds.) Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno. Editora UFJF. Juiz de Fora. 27- 52p.
- Rodela L.G. & Tarifa J.R. (2001) Unidades ambientais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais. *Revista GEOUSP: Espaço e tempo* **10**, 97–116.
- Scarano F.R. (2002) Structure, function and floristic relationships of plant communities in estresseful *habitats* marfinais to the Brazilian Atlantic rain forest. *Annals of Botany* **90**, 517–524.
- Salimena-Pires F.R. (1997) Aspectos fisionômicos e vegetacionais do Parque Estadual de Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. In: G.C. Rocha (coord.). Anais do 1º Seminário de Pesquisa sobre o Parque Estadual de Ibitipoca. Núcleo de Pesquisa em Zoneamento Ambiental da UFJF. Juiz de Fora. 51–60p.
- Sanford W.W. (1974) The ecology of orchids. In C. L. Withner (Ed.). The orchids: Scientific studies. John Wiley and Sons, New York. pp. 1–100.

Sano P.T., Forzza R.C.; Giuliotti A.M., Sakuragui C.M., Fraga C.N., Leme E.M.C., Costa F.N., Fernandes H.Q.B., Andrade I.R., Batista J.A.N., Nunes J.V.C., Dutihl J.H.A., Menini Neto L., Alves M.V.S., Trovó M., Coelho M.A.N., Assis M.C., Viana P.L., Reis R.C.C., Mota R.C. & Filgueiras T.S. (2008) Monocotiledôneas Ameaçadas de Extinção no Estado de Minas Gerais. In: Drummond G.M., Machado A.B.M., Martins C.S., Mendonça M.P. & Stehmann J.R. (Eds.). Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçada de Extinção em Minas Gerais. Biodiversitas. Belo Horizonte. (CD-Rom).

Schmidt G. & Zotz G. (2002) Inherently slow growth in two Caribbean epiphytic species: a demographic approach. *Journal of Vegetation Science* **13**, 527- 534.

Scolforo J.R., Oliveira A.D., Davide, A.C., Camolesi, J.F. (2002) Manejo sustentado das Candeias *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish e *Eremanthus incanus* (Less.) Less. Lavras. 43p.

Scolforo J. R. S. et al. (2008) O manejo da candeia nativa. Lavras : UFLA. 44 p.

Smith J.E. (1966) Desirable orchids of the Bahamas. *American Orchid Society Bulletin* **35**, 970–975

Snäll T., Ribeiro Jr. P.J. & Rydin H. (2003) Spatial occurrence and colonisations in patch-tracking metapopulations: local conditions versus dispersal. *Oikos* **103**, 566-578.

Strong D.R., JR. (1977) Epiphyte loads, tree falls, and perennial forest disruption: A mechanism for maintaining higher tree species richness in the tropics without animals. *Journal of Biogeography* **4**, 215–218.

Swartz N.D. & Dixon K.W. (2009) Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Annals of Botany* **104**, 543-56.

Taylor, A. & Burns, K. C. (2015). Epiphyte community development throughout tree ontogeny: an island ontogeny framework. *J. Veg. Science* **26**(5): 902-910.

Tremblay R.L. & Ackerman J.D. (2001) Gene flow and effective population size in *Lepanthes* (Orchidaceae): a case for genetic drift. *Biological Journal of the Linnean Society* **72**, 47-62.

Tremblay R.L., Zimmerman J.K., Lebrón L., Bayman P., Sastre I., Axelrod F. & Alers-García J. (1998) Host specificity and low reproductive success in the rare endemic Puerto Rican orchid *Lepanthes caritensis*. *Biological Conservation* **85**, 297–304.

Tryon R.M. & Tryon A.F. (1982) Ferns and allied plants with special reference to Tropical America. Nova York: Springer Verland. 857 p.

- Waechter J.L. (1998) Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Revista Ciência e Natura* **20**, 43-66.
- Wiegand T., Gunatilleke S. & Gunatilleke N. (2007) Species associations in a heterogeneous Sri Lankan dipterocarp forest. *American Naturalist* **170**(4), E77-E95.
- Williams J.L., Ellis M.M., Bricker M.C., Brodie J.F. & Parsons E.W. (2011) Distance to stable stage distribution in plant populations and implications for near-term population projections. *Journal of Ecology* **99**, 1171-1178.
- Winkler M., Hülber K. & Hietz P. (2007) Population dynamics of epiphytic bromeliads: life strategies and the role of host branches. *Basic and Applied Ecology* **8**, 183-196.
- Zimmerman J.K. & Aide T.M. (1989) Patterns of fruit production in a Neotropical orchid: pollinator vs. resource limitation. *American Journal of Botany* **76**, 67-73.
- Zimmerman J.K. (1991) Ecological correlates of labile sex expression in the orchid *Catasetum viridiflavum*. *Ecology* **72**, 597-608.
- Zimmerman J.K. & Olmsted I.C. (1992) Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (tintal) in Mexico. *Biotropica* **24**, 402-407.
- Zotz G. (1995) How fast does an epiphyte grow? *Selbyana* **16**, 150-154.
- Zotz G. (1998) Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. *Journal Tropical Ecology* **14**, 725-741.
- Zotz G. & Hietz P. (2001) The physiological ecology of vascular epiphytes: Current knowledge, open questions. *Journal of Experimental Botany* **52**, 2067-2078.
- Zotz G. & Vollrath B. (2003) The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza*—Correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *Journal Tropical Ecology* **19**, 81-90.
- Zotz G. (2016) Epiphyte communities. In: Zotz, G. Orgs. *Plants on plants – the biology of vascular Epiphytes*. Oldenburg 167-202p.

Capítulo 3 - Uma ameaça inerente: o impacto do turismo sobre *Hadrolaelia coccinea* (Orchidaceae) em uma unidade de conservação na Floresta Atlântica

Manuscrito a ser submetido para a revista *Brazilian Journal of Botany*

Abstract

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P.Castro is an endemic species to Atlantic Forest. It is widely cultivated and is considered “Vulnerable” in the Red List of Minas Gerais. The Parque Estadual do Ibitipoca is located at Zona da Mata of Minas Gerais, and is very relevant to the conservation of the flora. However, it is one of the most visited parks of Brazil, and along the years suffers with strong anthropogenic impacts, such as erosion of trails and collection of ornamental species. The bright red color of the flower of *H. coccinea* stands out among the grayish vegetation, drawing the attention of tourists. Previous studies suggest decreasing of this species where circulation of tourists is allowed. The aim of this study was to evaluate the existence of anthropogenic impact on the *H. coccinea* in the PEIB. We established four transects of 200 x 8 m, being two in each environment [with (T) and without tourists' circulation permitted (ST)] and recorded the abundance in all phorophytes. The statistical significance was calculated using the Mann-Whitney. We accounted for 399 specimens in the ST, and just 30 specimens in the T ($U=373$, $P<0,05$), being 181 mature and 218 young for ST, and 17 mature and 13 young for T. Fourteen species of phorophytes were recorded in the ST and five species were recorded for T, revealing a preference for *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae), popularly known as *candeia*, in both environments. This remarkable difference between the two environments is due in part to the ease of collecting the species, since it is small plants and its ornamental value is extremely high, besides the scarcity of park rangers supervising where the tourists' circulation is allowed. In this way it becomes necessary the increase in the number of park rangers and a critical environmental education program for conservation of the species and the environment in which they live.

Key words: Anthropogenic impact, Collection, Dwarf-forest, Eco tourism, Ornamental plant

Resumo

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P.Castro é uma espécie endêmica da Floresta Atlântica. Amplamente visada por colecionadores e considerada “Vulnerável” a Lista Vermelha de Minas Gerais. O Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) encontra-se na Zona da Mata Mineira, com uma grande relevância para a conservação da flora, entretanto está entre os parques mais visitados do país, sofrendo fortes impactos antrópicos, como erosão das trilhas e coleta de espécies ornamentais. A flor de *H. coccinea* realça em meio à vegetação acinzentada, devido a sua coloração vermelha intensa, chamando a atenção dos visitantes. Estudos anteriores registraram o decréscimo da espécie em áreas em que a passagem do turista é autorizada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a existência de impacto antrópico sobre *Hadrolaelia coccinea* no PEIB. Foram estabelecidos quatro transectos de 200 x 8 m, sendo dois em cada ambiente [com (T) e sem permissão de acesso dos turistas (ST)] e a abundância registrada em todos os forófitos. A significância estatística foi calculada através do teste de Mann-Whitney. Foram contabilizados 399 indivíduos em ST, e apenas 30 indivíduos em T ($U=373$, $p<0,05$), sendo 181 adultos e 218 jovens para ST, e 17 adultos e 13 jovens para T. A diversidade de forófitos foi de 14 espécies em ST e cinco espécies para T, revelando uma preferência por *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae), conhecida popularmente como candeia, em ambos. Esta grande diferença entre os dois ambientes se deve em parte pela facilidade de coleta da espécie, visto que possui tamanho reduzido e seu valor ornamental é extremamente alto, além da escassez de funcionários circulando onde a passagem do turista é permitida. Deste modo se faz necessário o aumento de número de funcionários e um programa de educação ambiental crítica para que ocorra a conservação da espécie e do próprio ambiente onde vivem.

Palavras-chave: Coleta, Impacto Antrópico, Nanofloresta Nebular, Planta Ornamental, Turismo Ecológico.

Introdução

As orquídeas são altamente especializadas e possuem flores atrativas, com coloração e estrutura diferenciadas e, por isso, muito apreciadas por colecionadores (Cribb et al. 2003; Newman et al. 2007; Swarts et al. 2010; Ballantyne & Pickering 2012; Hinsley et al. 2017). No entanto, tal morfologia floral representa um sistema elaborado para atrair polinizadores, frequentemente específicos, o que restringe sua área de ocorrência (Nilsson 1992; Cozzolino & Widmer 2005; Swarts & Dixon 2009). Ainda, outro fator limitante é a sua dependência de associações com fungos micorrízicos para germinação das sementes e obtenção de nutrientes (Swarts & Dixon 2009). Dessa forma, suas populações normalmente apresentam baixas densidades e se encontram isoladas, comprometendo a permanência no local, fato agravado por coleta predatória, perda de *habitats* e mudanças climáticas, resultando na maior proporção de espécies ameaçadas dentre as famílias de plantas (Cribb et al. 2003; Swarts & Dixon 2009, Wraith & Pickering 2017).

Hadrolaelia coccinea (Lindl.) Chiron & V.P.Castro é uma espécie amplamente cultivada, pois possui flores vermelho brilhante, extremamente ornamentais (Withner 1990; van den Berg et al. 2014). Devido às características cromáticas e forma do labelo em tubo há indicação de que sua polinização seja realizada por beija-flores, através de um mecanismo de reprodução por engodo, resultando em baixo sucesso reprodutivo (Faegri & van der Pijl 1979, Manuel et al. 1996, Singer & Sazima 2000, Cabarello-Villalobos 2017, Capítulo 1). Na área de estudo, uma unidade de conservação (UC) localizada no sudeste do estado de Minas Gerais, há indícios de redução de número de indivíduos desta espécie pela coleta predatória (Menini Neto et al. 2007), embora nenhum estudo específico tenha sido realizado até o momento.

A ascensão do turismo se deu a partir da década de 1980 e tem crescido nos últimos anos, dada a preocupação com as questões ambientais (Santos Jr. & Pires 2008). Este foi proposto em segmentos de mercado (Gonçalves & Campos 1998), como: turismo de saúde, religioso, de eventos, cultural, pedagógico, rural e ecológico (Lopes & Santos 2014). O turismo ecológico (ecoturismo) tem como foco áreas naturais e conservadas, com o objetivo de estudar e admirar o ambiente ali encontrado, incluindo sua fauna e flora, despertando a concepção de conservação local (Lopes & Santos 2014) e tem se

elevado devido à necessidade das pessoas se afastarem da rotina conturbada dos ambientes urbanos e entrarem em contato com a natureza (Ladeira et al. 2007).

À medida que o turismo é difundido em UCs, torna-se uma das indústrias que mais cresce no modelo econômico mundial (Huybers & Bennett 2003; Balmford et al. 2009; Wraith & Pickering 2017), sendo uma das causas do aumento da ameaça às espécies ali presentes, dentre elas as Orchidaceae (Ballantyne & Pickering 2012, 2013; Rankin et al. 2015). O turismo é responsável por grande parte dos impactos no ambiente contribuindo para declínios populacionais ou até mesmo extinção das espécies (Balmford et al. 2009; Leung 2012; Newsome et al. 2012; Monz et al. 2013). Nesse sentido, se discute qual o real potencial da atividade ecoturística em conservar a diversidade biológica (Boo 2001).

Deste modo, o presente trabalho objetiva conhecer os aspectos populacionais e avaliar a existência de possíveis impactos do turismo sobre uma subpopulação de *Hadrolaelia coccinea*, conforme indicado por Menini Neto et al. (2007) em uma unidade de conservação na Floresta Atlântica brasileira.

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) está localizado no Complexo da Mantiqueira entre os planaltos de Andrelândia e Itatiaia, ocupando 1488 ha nos municípios do sudeste de Minas Gerais, Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes (Menini Neto & Salimena 2013), nas coordenadas 21°40'-21°44'S e 43°52'-43°55'W (Souza & Cruz 2008) (Figura 1). Em 4 de julho de 1973 foi criado por meio da lei estadual n° 6126, e a visitação fica sob a guarda e administração do Instituto Estadual de Florestas (IEF) (Simiqueli 2008; Menini Neto & Salimena 2013).

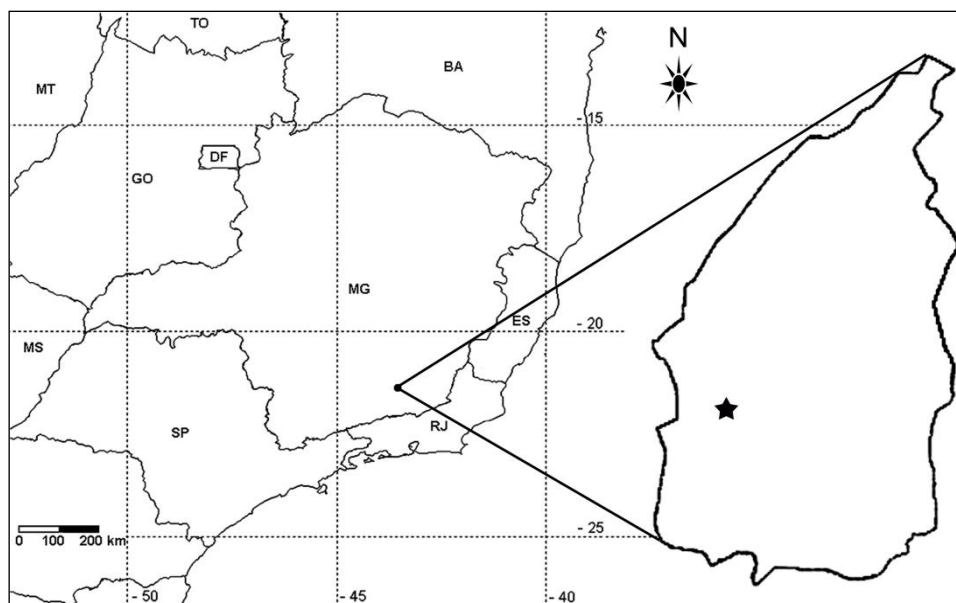


Figura 1 – Localização do Parque Estadual do Itaipoca e da região amostrada (★).

Por seu mosaico vegetacional, caracterizado pelo campo rupestre (ou campina nebular) como sua principal formação (Vitta 2002; Oliveira-Filho et al. 2013), é considerado uma área prioritária para a conservação da biodiversidade no estado de Minas Gerais (Drummond et al. 2005) e da Floresta Atlântica (Brasil 2000). Com vários atrativos naturais e de fácil acesso é uma das UC mais visitadas do Brasil com o fluxo de 60 mil visitantes por ano, até o ano de 2014 (IEF 2014), representando um aumento nos últimos anos de aproximadamente 300% (Ladeira et al. 2007).

O PEIB é considerado por Oliveira-Filho et al. (2013) um refúgio ecológico montanhoso com elevado número de espécies endêmicas, na sua complexa variedade de fitofisionomias florestais, arbustivas, savânicas e campestres de altitude. Dentre elas destaca-se a nanofloresta nebular e o arbustal nebular (transição da nanofloresta nebular para o ambiente savânico), ambos apresentando o domínio da candeia, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae). Os solos da nanofloresta derivam do quartzito, que são geralmente mais rasos e pobres em minerais que os das florestas nebulares (Dias et al. 2002), enquanto os arbustais possuem solos derivados do quartzito ou pedregoso sobre o saprolito de xisto, com alta densidade de afloramento rochosos no seu interior (Oliveira-Filho 2013).

Caracterização de *Hadrolaelia coccinea*

Hadrolaelia coccinea é endêmica da Floresta Atlântica (BFG 2015), sendo considerada ameaçada no estado de Minas Gerais, na categoria “Vulnerável”, pois é amplamente visada por colecionadores (Sano et al. 2008). No PEIB sua ocorrência está concentrada nas nanoflorestas nebulares e na transição desta com o arbustal nebuloso, ocorrendo preferencialmente como epífita sobre candeia, em locais úmidos e sombreados, em mata ciliar, ou, menos frequentemente nos paredões de quartzito, sobre caule de Velloziaceae, em local ensolarado (Nardy et al. 2016). São plantas de pequeno porte, com pseudobulbos agrupados, labelo séssil na base da coluna e flores laranja-avermelhadas a vermelhas intensas (Withner 1990), conseguindo atrair grande atenção em meio à vegetação de coloração verde pálida acinzentada (Dias et al. 2002) (Figura 2).



Figura 2 – A: Aspecto geral de *Hadrolaelia coccinea* no ambiente. B: Detalhe de *Hadrolaelia coccinea*. Fotos: A. Camila Nardy; B. Samyra G Furtado.

Amostragem espacial

Para analisar a distribuição espacial e avaliar a possível pressão de coleta dos espécimes, foram estabelecidos quatro transectos de 200 x 8m (totalizando 6400m²) em áreas com características vegetacionais similares, na transição da nanofloresta nebulosa com o arbustal nebuloso. Dois foram posicionados em áreas com circulação permitida de turistas (T) e dois onde os turistas não têm permissão de acesso (ST) (Figura 3).



Figura 3 – Distribuição dos transectos. (ST – sem passagem permitida de turistas; T – passagem permitida de turistas). Fonte: Modificado de Google Earth®.

Os indivíduos jovens e adultos foram contados em todos os forófitos vivos ou caídos/mortos, sendo diferenciado seu estado ontogenético pela presença ou não de indícios de floração e/ou frutificação (adultos), enquanto as plantas sem tais indicações foram consideradas jovens. A significância foi testada através do teste de Mann-Whitney.

Resultados

No ambiente com circulação proibida foram amostrados 399 indivíduos, enquanto onde a visitação é permitida, apenas 30 indivíduos foram encontrados, apresentando diferença significativa ($U=373$, $p<0,05$) (Figura 4).

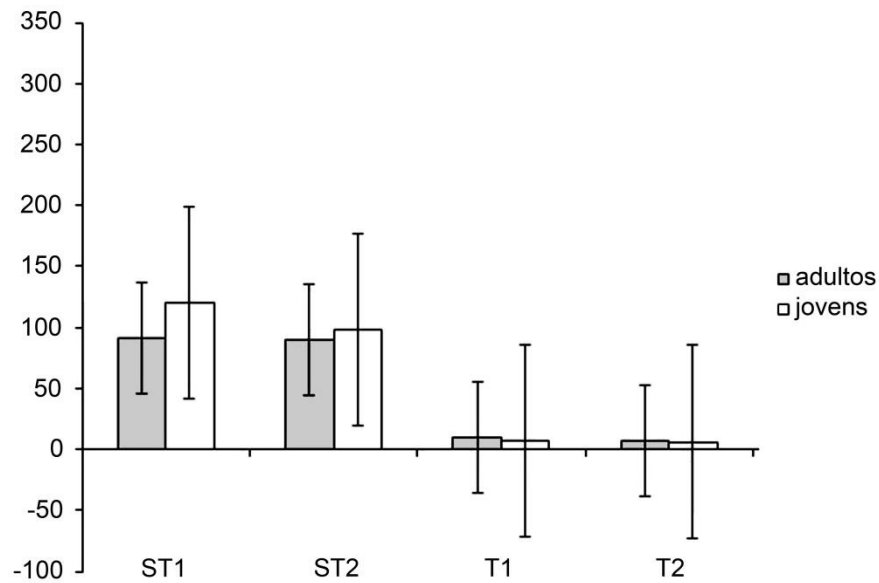


Figura 4 – Indivíduos jovens e adultos de *Hadrolaelia coccinea* nos ambientes sem passagem permitida de turistas (ST) e com passagem permitida de turistas (T).

O número de indivíduos no ambiente onde é permitida a passagem de turistas são 17 adultos e 13 jovens, enquanto no ambiente onde não é permitida a passagem dos turistas são 181 adultos e 218 jovens (Figura 5).

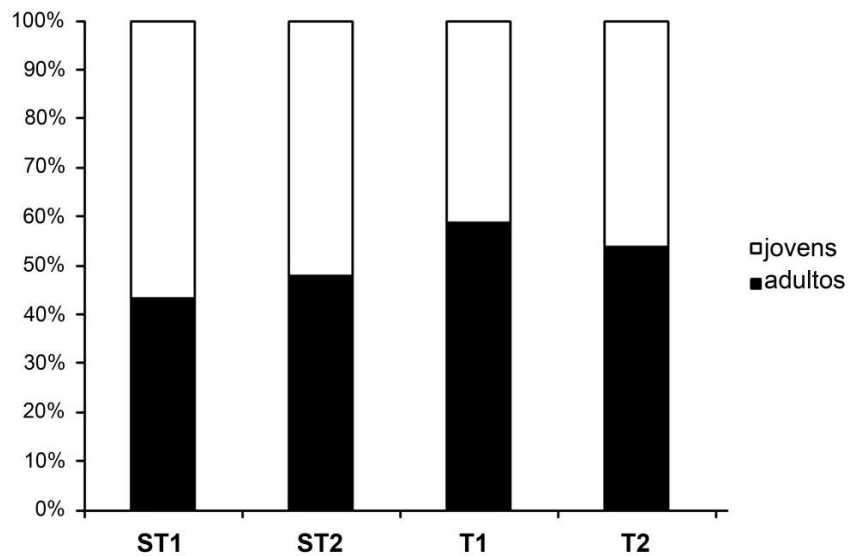


Figura 5 – Porcentagem de indivíduos jovens e adultos de *Hadrolaelia coccinea* nos ambientes sem passagem permitida de turistas (ST) e com passagem permitida de turistas (T).

Na área em que a passagem de turistas é permitida *H. coccinea* foi encontrada sobre 14 forófitos, representados por cinco espécies, sendo a candeia responsável por 42% dos forófitos. Enquanto na área em que a passagem é proibida foram contabilizados 65 forófitos e identificadas 14 espécies, dos quais 53% são candeias.

Discussão

As Orchidaceae, de modo geral e, especificamente, espécies da subtribo Laeliinae, como *H. coccinea*, possuem grande apelo ornamental para colecionadores (Whitner 1990; Pinheiro et al. 2012), ressaltado pelo comércio ilegal de orquídeas, especialmente as epífitas, tornando-se uma questão de cunho global e representando o grupo de plantas mais mercantilizado do mundo (Flores-Palacios & Valencia-Díaz 2007), o que afeta negativamente as populações selvagens (Hinsley et al. 2017).

Segundo a lista da IUCN (International Union for Conservation of Nature), Orchidaceae possui o maior número de espécies em risco de extinção dentre as famílias de plantas mais atrativas para colecionadores (por exemplo, Cactaceae e Bromeliaceae) (IUCN 2017), e o número de espécies de orquídeas sob certo grau de ameaça é de 17% em UCs (Wraith & Pickering 2017). Há registros de 58 espécies ornamentais no sudeste da Ásia que estão sobre certo grau de ameaça, devido à coleta para comércio ilegal (Phelps, 2015).

Os resultados apresentados demonstram a pressão de coleta por parte dos visitantes do PEIB sobre *H. coccinea*, com abundância fortemente discrepante entre os ambientes com trilha para trânsito dos turistas e aqueles sem acesso à visitação. A redução populacional no parque foi relatada por Menini Neto et al. (2007), com informações obtidas através dos guias e funcionários, e observação dos autores em campo, em razão do seu alto apelo ornamental e tamanho reduzido (características que facilitariam sua retirada do local), sendo uma das espécies que mais sofreu com a coleta predatória no PEIB.

O PEIB está regido pela legislação de unidades de conservação dentro do SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil 2000), que diz no seu artigo 4º, que seus objetivos são contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais, proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional, contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais e recuperar ou restaurar ecossistemas degradados.

Nos últimos anos o número de visitantes no PEIB vem crescendo alarmantemente, registrando um aumento exponencial. No ano de 2006 o Parque recebeu aproximadamente 31 mil visitantes, e em 2014 até o mês de setembro já se encontrava com o registro de 60 mil visitantes (IEF 2014), ocorrendo uma superlotação principalmente em feriados e durante as férias (Santos & Campelo 2008; Souza 2011). Este fluxo intenso de visitantes iniciou um processo negativo no ecossistema do PEIB afetando diretamente a capacidade de sustentação do local e seus recursos naturais (Santos & Campelo 2008), influenciando de forma prejudicial às espécies da flora e fauna (Manhães 2003; Campos 2005; Ladeira 2005; Menini Neto et al. 2007; Monteiro & Forzza 2008). O alto fluxo de turistas nas trilhas leva a destruição dos *habitats*, fuga de algumas espécies de animais, erosão, alteração do canal de drenagem, compactação do solo e redução da regeneração natural das espécies vegetais (Simiqueli 2006).

As subdivisões do turismo são definidas pela demanda apresentada nos locais distintos, dentre as quais se encontra o turismo ecológico que tem como foco principal as áreas de conservação. Visa à apreciação dos recursos naturais existentes em uma determinada área, e tem como base os princípios da conservação dos recursos ambientais, proporcionando uma harmonia entre o meio ambiente e os visitantes do local. A atividade torna possível a satisfação das necessidades do turista e as atividades socioeconômicas das regiões receptoras, permitindo que a integridade cultural, conservação dos ambientes naturais e diversidade biológica sejam mantidas para o futuro (Lopes & Santos 2014). É necessário salientar a necessidade de considerar a integração de três fatores principais: conservação do ambiente, conscientização

ambiental, tanto do turista quanto da comunidade receptora e desenvolvimento da região (Kinker 2002).

Contrapondo este conceito encontramos, em grande parte dos turistas do PEIB, uma falta de pertencimento ao local, agindo de forma completamente alienada ao meio que visitam, agredindo paisagens e destruindo ecossistemas, acreditando não ter responsabilidade pela conservação da natureza (Ruschmann 2001). Isto é caracterizado como um dos impactos mais graves, que acontecem com o elevado número de visitantes que apresentam comportamentos inadequados à conservação (Cole 2000). Simiqueli (2006) mostrou que 94% dos turistas observam a natureza presente no PEIB somente com a visão, uma avaliação estética, como “cenário” (Tuan 1980). A biodiversidade da flora local como orquídeas, bromélias, cactáceas e candeias, são as que mais despertam a atenção, sendo as duas primeiras famílias, as que apresentam as espécies mais citadas (36%). Isto corrobora a situação da população de *H. coccinea* quase extinta em locais que a visitação   permitida, visto que está entre as espécies símbolos do Parque e encontra-se preferencialmente epifítica em candeias (Capítulo 2).

O turismo ecológico encontrado no PEIB   uma ameaça comum a nível mundial (Buckley & Pannell 1990; Duncan et al. 2005; Light & MacConaill 2007; Ballantyne & Pickering 2012; Wraith & Pickering 2017). A sua infraestrutura e elevado número de visitantes, sem um número de funcionários suficientes e capacitados circulando pelo Parque (Jeannot et al. 2016), facilita a coleta das espécies de Orchidaceae.

Mesmo em áreas de prote o alguns visitantes v o com inten o de aumentar sua cole o de orquídeas (“ladrões de orquídeas”). Espécies que chamem aten o e/ou raras perto de trilhas, acampamentos, centro de visitantes, locais de passagem são conhecidos por apresentarem altos índices de coleta predatória (Wraith & Pickering 2017). Estes colecionadores ilegais contribuem significativamente com a diminui o populacional das orquídeas, e, em alguns casos, os altos índices predatórios aliados ao alto grau de endemismo (popula o registrada somente em um local específico) ameaçam as espécies de extin o ou declínios rápidos na popula o (Cribb et al. 2003; Swarts & Dixon 2009; Swarts et al. 2010; Ballantyne & Pickering 2012). Isto fica claro para *H. coccinea* no PEIB, cuja ocorrência no passado de subpopula o expressiva na trilha da “Gruta dos Coelhos” (um dos pontos mais visitados do parque, próximo   área de recep o aos turistas) foi relatada por funcionários antigos e, atualmente, não são encontrados mais indivíduos habitando o local (Furtado & Menini Neto 2018), de modo que sua popula o foi dizimada nessa área de ocorrência.

As razões pelas quais as orquídeas são retiradas do seu *habitat* variam desde rela es etnobotânicas como, propriedades medicinais, fontes alimentares, até o comércio ilegal em

favorecimento de coleções pessoais (Seaton et al. 2013; Subedi et al. 2013). Dentre as formas de vida apresentada pelas Orchidaceae a terrícola é a mais ameaçada (38% das espécies) devido ao turismo de recreação (por exemplo, *off road* e *trekking*) que destrói o ambiente em que elas se encontram. A segunda forma é a epifítica (20% das espécies ameaçadas), sendo a coleta predatória a principal causa (Wraith & Pickering 2017) pela relativa facilidade de cultivo quando comparada com as plantas terrícolas e rupícolas (Jones 2006).

Apesar de o cultivo de epifítas ser mais fácil do que as demais, deve-se levar em consideração vários fatores, dentre eles o substrato que precisa possuir densidade e porosidade capaz de permitir as trocas gasosas pela raiz e capacidade de suporte às plantas (Kämpf 1999), pH ideal à base de material orgânico com baixa salinidade para não deteriorar, além de, baseado no ponto de vista ecológico e biológico um substrato capaz de manter os micorrizas ideais para que exista a simbiose com raízes (Yamakami et al. 2006). Isso torna o cultivo complicado, e muitas vezes a espécie não consegue sobreviver após sua retirada do ambiente natural, por falta de conhecimento dos coletores predatórios e dificuldade no manejo.

A fitofisionomia mais atingida pelo turismo ecológico na coleta predatória são as florestas, seguido pelas áreas rochosas e zonas úmidas (Wraith & Pickering 2017). O turismo ecológico afeta principalmente os *habitats* florestais devido aos desmatamentos, algumas vezes para o próprio desenvolvimento do turismo e alto impacto antrópico ali presente, por causa da intensa visitação, afetando indiretamente as epífitas, aumentando o número de espécies em extinção (Swarts e Dixon 2009; Wraith & Pickering 2017)

Os impactos dessa atividade em orquídeas envolvem restrições temporais e espaciais, principalmente em áreas que elas estão se desenvolvendo e no período de floração (Wraith & Pickering 2017). Sua recuperação no ambiente depende de uma série de fatores, entre eles a recuperação do forófito, essencial para crescimento das espécies epifíticas (Cribb & Sandison 1998; Luo et al. 2002; Liu et al. 2006; Gradstein 2008; Wraith & Pickering 2017). Essa intervenção pode ainda influenciar o processo de reprodução, com o distúrbio antrópico sobre os polinizadores (*e.g.*, poluição sonora), visto que as orquídeas dependem de um polinizador para o sucesso reprodutivo e, especificamente para *H. coccinea*, não foi observado em estudo específico no PEIB (Capítulo 1).

Conclusão

Estes resultados demonstram que há pressão de coleta por parte dos visitantes, a qual se deve ao fato de as plantas apresentarem flores vistosas, vermelhas e pelo seu alto valor ornamental. Aliado a isso, o tamanho reduzido das plantas facilita a coleta, sendo fácil sua retirada do forófito sem que os funcionários responsáveis pela fiscalização percebam. Segundo relatos, esta espécie apresentava número significativo de indivíduos, na Gruta dos Coelhos, que é a caverna mais perto da área de *camping* do PEIB, altamente visitada. Atualmente, esta subpopulação foi dizimada, não sendo possível encontrar indivíduos nesta área.

Esses dados corroboram a importância biológica do Parque, sendo necessário desenvolver programas de educação ambiental crítica mais efetiva para conscientização da importância dos ambientes naturais, tanto para os turistas, quanto para a população local, a fim de que se possa proteger não só o ambiente isolado, mas todo o ecossistema em que estamos inseridos. É necessário evitar que impactos externos como, cultivo de eucalipto, mineração, criação de gado, e internos, como o turismo desordenado, cheguem a esses locais e destruam todo este ecossistema, que afeta diretamente o ambiente como todo, prejudicando fauna, flora e os próprios seres humanos, que, em um pensamento egocêntrico, se isolam da natureza. E que estes turistas, população local e órgãos ambientais entendam realmente a importância da conservação deste ambiente, e que não seja simplesmente uma visita estética e melhorias estéticas para os mesmos, e sim uma conscientização da importância da manutenção efetiva destes locais.

Referências

- Ballantyne M, Pickering C (2012) Ecotourism as a threatening process for wild orchids. *J Ecotour* 11:34–47
- Ballantyne M, Pickering C (2013) Tourism and recreation: a common threat to IUCN red-listed vascular plants in Europe. *Biodivers Conserv* 22:3027–3044
- Balmford A, Beresford J, Green J, Naidoo R, Walpole M, Manica A (2009) A global perspective on trends in nature-based tourism. *PLoS Biol* 7:e1000144
- BFG - The Brazil Flora Group (2015) Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66(4): 1085-1113.
- Boo E (2001) O planejamento ecoturístico para áreas protegidas. *In*: Lindberg K & Hawkins DE (eds) *Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão*. Terceira ed. São Paulo: Senac.
- Brasil. Lei n.9.985, de 18 de Julho de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de conservação da Natureza – SNUC. Estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Brasília, 18 jul 2000.
- Buckley R, Pannell J (1990) Environmental impacts of tourism and recreation in national parks and conservation reserves. *J Tour Stud* 1:24–32
- Caballero-Villalobos L, Silva-Arias G, Buzatto CR, Nervo MH, Singer RB (2017) Generalized food-deceptive pollination in four *Cattleya* (Orchidaceae: Laeliinae) species from Southern Brazil. *Flora* 234: 195-206.
- Campos BC (2005) A família Melastomataceae nos campos rupestres e cerrado de altitude do Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG, Brasil. Dissertação (Mestrado em Botânica). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro Escola Nacional de Botânica Tropical. 127p.
- Cole DN (2000) Biophysical impacts of wildland recreation use. *In*: Gartner, W.C., Lime, D.W. (ed). *Trends in outdoor recreation, leisure and tourism*. New York: CABI Publishing, p. 257-264.
- Cozzolino S, Widmer A (2005) Orchid diversity: an evolutionary consequence of deception? *Trends Ecol Evol* 20:487–494
- Cribb P, Sandison MS (1998) A preliminary assessment of the conservation status of *Cypripedium* species in the wild. *Bot J Linn Soc* 126:183–190

- Cribb PJ, Kell SP, Dixon KW, Barrett RL (2003) Orchid conservation: a global perspective. Orchid conservation. Natural History Publications, Kota Kinabalu 1–24.
- Dias HCT, Fernandes Filho EI, Schaefer CEGR & Ventorim LB (2002) Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte – MG. Revista *Árvore* 26:777-786
- Drummond GM, Martins CS, Machado ABM, Sebaio FA & Antonini Y (2005) Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.
- Duncan M, Pritchard A, Coates F (2005) Major threats to endangered orchids of Victoria, Australia. *Selbyana* 26:189–195
- Faegri K & Van der Pijl L (1979) The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford. 244p.
- Flores-Palacios A, Valencia-Díaz S (2007) Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biol Conserv* 136:372–387
- Furtado SG (2016) *Ecologia de epífitas vasculares nas florestas nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil*. [tese]. Universidade Federal de Juiz de Fora. 128p.
- Gonçalves MHB, Campos LCAM (1998) Introdução a turismo e hotelaria. Rio de Janeiro: Senac Nacional.
- Gradstein SR (2008) Epiphytes of tropical montane forests-impact of deforestation and climate change.
- Hinsley A, Boer HJ, Fay MF, Gale SW, Gardiner LM, Gunasekara RS, Kumar P, Masters S, Metusala D, Roberts DL, Veldman S, Wong S & Phelps J (2017) A review of the trade in orchids and its implications for conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 20: 1-21.
- Huybers T, Bennett J (2003) Environmental management and the competitiveness of nature-based tourism destinations. *Environ Resour Econ* 24:213–233
- IEF – Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (2014) Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca. 67p.
- IUCN - The IUCN Red List of threatened species. 2017. <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em: 01 Dezembro 2017.
- Jeannot KK, Carvalho VC, Fontes MAL (2016) Efetividade de Gestão do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais. *Floresta e Ambiente* 23(1): 11-20.

- Jones DL (2006) A complete guide to native orchids of Australia including the island territories. Reed New Holland, Sydney
- Kämpf NA (1999) Seleção de materiais para uso como substratos. In: Encontro Nacional Sobre Substratos Para Plantas (ENSub) 1:139-145.
- Kinker S (2002) Ecoturismo e conservação da natureza em parques nacionais. Campinas, SP: Papirus.
- Ladeira AS (2005) Avaliação de impactos da visitação, capacidade de carga turística e perfil dos visitantes do Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte – MG. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa. 112p.
- Ladeira AS, Ribeiro GA, Dias HCT, Schaefer CEGR, Filho EIF, Filho ATOF (2007) O perfil dos visitantes do Parque Estadual do Ibitipoca (PEI), Lima Duarte, MG. Revista Árvore 31(6): 1091-1098.
- Leung Y (2012) Recreation ecology research in East Asia's protected areas: redefining impacts? J Nat Conserv 20:349–356
- Light M, MacConaill M (2007) Effects of trampling on a terrestrial orchid environment. Lankesteriana 7:1–2
- Liu Z, Liu K, Chen L, Lei S, Li L, Shi X, Huang L (2006) Conservation ecology of endangered species *Paphiopedilum armeniacum* (Orchidaceae). Acta Ecol Sin 26:2791–2799
- Lopes ERN, Santos AM (2014) Turismo e recursos naturais: O lugar das Unidades de Conservação no ECoturismo. Nature and Conservation 7(1): 49-60.
- Luo Y, Jia J, Wang C (2002) Conservation strategy and potential advantages of the Chinese *Paphiopedilum*. Chin Biodivers 11:491–498
- Manhães MA (2003) Variação sazonal da dieta e comportamento alimentar de traupíneos (Passeriformes: Emberizidade) em Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. Iheringia, Sér. Zool 93(1): 59-73
- Manuel R, Warren R, Miller D (1996) *Sophranitis coccinea*: a pollination study. Orchids 65: 612–616.
- Menini Neto L & Salimena FRG (2013) História do Arraial de Conceição de Ibitipoca e a criação do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza RC, Menini Neto L, Salimena FRG & Zappi D (eds.) Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno. Editora UFJF. Juiz de Fora. 16-26p.
- Menini Neto L, Alves RJV, Barros F & Forzza RC (2007) Orchidaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, MG, Brasil. Acta Botanica Brasilica 21(3): 687-696

- Monteiro RF & Forzza RC (2008) A família Bromeliaceae no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 26(1): 7-33.
- Monz CA, Pickering CM, Hadwen WL (2013) Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. *Front Ecol Environ* 11:441–446
- Nardy C, Furtado SG, Salimena FRG, Menini Neto L (2016) As subtribos Laeliinae e Ponerinae (Epidendroideae, Orchidaceae) No Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade Federal de São Paulo* 34(1): 27-47.
- Newman B, Ladd P, Batty A, Dixon K (2007) Ecology of orchids in urban bushland reserves—can orchids be used as indicators of vegetation condition? *Lankesteriana* 7: 1–2.
- Newsome D, Moore SA, Dowling RK (2012) Natural area tourism: ecology, impacts and management. Channel View Publications, Bristol
- Nilsson AL (1992) Orchid pollination biology. *Trends Ecol Evol* 7(8):255–259.
- Oliveira-filho AT, Fontes MAL, Viana PL, Valente ASM, Salimena FRG & Ferreira FM (2013) O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza RC, Menini Neto L, Salimena FRG & Zappi D (eds.) *Flora do Parque Estadual de Ibitipoca e seu entorno*. Editora UFJF. Juiz de Fora. 54-93p.
- Phelps J (2015) A blooming trade: illegal trade of ornamental orchids in mainland Southeast Asia (Thailand, Lao PDR Myanmar). *Petaling Jaya: TRAFFIC*. 61p.
- Pinheiro LR, Rabbani ARC, Silva AVC, Léo AS, Pereira KLG, Leandro Diniz LEC (2012) Genetic diversity and population structure in the Brazilian *Cattleya labiata* (Orchidaceae) using RAPD and ISSR markers. *Pl Syst Evol* 298:1–11.
- Rankin BL, Ballantyne M, Pickering CM (2015) Tourism and recreation listed as a threat for a wide diversity of vascular plants: a continental scale review. *J Environ Manag* 154:293–298
- Rich, LC (2005) (Orchidaceae: Spiranthinae) by hummingbirds in southeastern Brazil. *Plant*.
- Ruschmann DVM (2001) *Turismo e Planejamento Sustentável: A proteção do meio ambiente*. Sétima ed. Campinas, SP. Editora Papirus.
- Sano PT, Forzza RC, Giuliatti AM, Sakuragui CM, Fraga CN, Leme EMC, Costa FN, Fernandes HQB, Andrade IR, Batista JAN, Nunes JVC, Dutihl JHA, Menini Neto L, Alves MVS, Trovó M, Coelho MAN, Assis MC, Viana PL, Reis RCC, Mota RC, Filgueiras TS (2008). *Monocotiledôneas Ameaçadas de Extinção no Estado de Minas*

Gerais. In: Drummond GM, Machado ABM, Martins CS, Mendonça MP, Stehmann JR (Orgs.). Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçada de Extinção em Minas Gerais. Biodiversitas. Belo Horizonte. (CD-Rom).

Santos AL, Campelo MS (2008) Os impactos causados pelo turismo na Vila de Conceição do Ibitipoca – MG. In: Encontro Nacional DA Anppas, 4., 2008, Brasília. <www.sisgeenco.com.br/sistema/.../GT16-890-812-20080518235740.pdf>. Acesso em: 12 dez 2017.

Santos Júnior OD, Pires SO (2008) Turismo em Unidades de Conservação: adaptação do método visitor activity management process (VAMP) para a caracterização do uso público e o manejo de visitantes no parque Estadual da Ilha do Mel (PR). Revista Hospitalidade 5(1): 59-79.

Seaton P, Kendon JP, Pritchard HW, Puspitaningtyas DM, Marks TR (2013) Orchid conservation: the next ten years. Lankesteriana 13:1–2

Simiqueli RF (2008) Perspectivas para a conservação do Parque Estadual do Ibitipoca – MG: Participação social, avaliação, manejo e percepção ambiental. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós Graduação em Ecologia Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de fora. 172p.

Simiqueli RF, Fontoura L & Rocha CHB (2006) Impactos ambientais nas trilhas do Circuito das Águas do Parque Estadual do Ibitipoca, MG. In: Anais do I Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas. Rio de Janeiro.

Singer RB, Sazima M (2000) The pollination of *Stenorrhynchos lanceolatus* (Aublet)

Souza BM, Cruz CAG. Hábitos alimentares de *Enyalius perditus* (Squamata, Leiosauridae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. Iheringia, Série Zoologia 98(2): 260-265.

Souza LA (2011) A relação entre espaço e turismo: uma discussão sobre o uso e o abuso no arraial de Conceição do Ibitipoca, Lima Duarte - MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Turismo) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

Subedi A, Kunwar B, Choi Y, Dai Y, van Andel T, Chaudhary RP, de Boer HJ, Gravendeel B (2013) Collection and trade of wild-harvested orchids in Nepal. J Ethnobiol Ethnomed 9:1

Swarts ND, Dixon KW (2009) Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. Ann Bot-Lond 104:543–556

Swarts ND, Sinclair EA, Francis A, Dixon KW (2010) Ecological specialization in mycorrhizal symbiosis leads to rarity in an endangered orchid. Mol Ecol 19:3226–3242

Syst. Evol 223: 221–227.

Tuan Yi-fu (1974) Topofilia – Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo. Diefel. 288p.

van den Berg C, Abreu AG, Novello M, Veasey EA, Oliveira GCX, Koehler S (2014) Species delimitation of *Cattleya coccinea* and *C. mantiqueirae* (Orchidaceae): insights from phylogenetic and population genetics analyses. Plant Syst Evol 301 (5): 1345–1359

Vitta F (2002) Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In. Araújo EL; Moura AN; Sampaio EVSB; Gestinari LMS & Carneiro JMT (eds.). Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco/Sociedade Botânica do Brasil. Recife. 90-94p.

Wraith J & Pickering C (2017) Tourism and recreation a global threat to orchids. Biodivers Conserv DOI 10.1007/s10531-017-1412-y

Withner CL (1990) The *Cattleyas* and their relatives, Vol. 3. Schomburgkia, Sophronitis, and other South American genera. Portland: Timber Press.

Yamakami JK, Faria RT, Assis AM, Rego-Oliveira LV (2006) Cultivo de *Cattleya* Lindley (Orchidaceae) em substratos alternativos ao xaxim. Acta Scientiarum. Agronomy 28(4): 523-526.

Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo proporcionou perceber que a população de *Hadrolaelia coccinea* no local estudado, o Parque Estadual do Ibitipoca, encontra-se em equilíbrio apesar do impacto do turismo e a baixa taxa de visitação de seus possíveis polinizadores e consequente reduzida frutificação.

Sua floração é anual com duração de três meses, com muitas flores disponíveis para seu polinizador, contrapondo com uma baixa taxa de frutificação, mas elevado número de sementes viáveis. Isso é justificado pelo seu mecanismo reprodutivo ser autocompatível, mas não autogâmico, com dependência de um polinizador, polinização cruzada via de regra, e presença de uma barreira física, o rostelo, que evita a autopolinização. A estratégia adotada pela *H. coccinea* é GFD - Generalized Food Deception, que enganam seus polinizadores pela semelhança monocromática com uma espécie de Acanthaceae, *Justicia monticola* (Nees) Profice, que ocorre em simpatria no local. Suas características morfológicas e trabalhos prévios com a espécie, indicam a ornitofilia como sistema de polinização pelo mecanismo “Key-hole flower”, em que a polínia se adere ao bico do beija-flor e este transporta a polínia para outra flor, obtendo o sucesso reprodutivo.

A distribuição espacial da espécie no PEIB encontra-se agregada, com abundância menor nos ambientes de borda do que no interior da nanofloresta nebulosa. As características abióticas não são determinantes, pois os ambientes apresentam características similares, como nebulosidade. *Hadrolaelia coccinea* possui grande plasticidade fenotípica, e as características como vento, luminosidade, temperatura e umidade, que normalmente influenciam no desenvolvimento de epífitas, não são fatores decisivos sobre a espécie. Por apresentarem sementes reduzidas e anemocoria, permite que elas caiam aleatoriamente sobre o substrato, mas uma vez que são dependentes de associações com fungos micorrízicos, além de fatores com luminosidade, *stress* hídrico e herbivoria que prejudicam sua fixação. O substrato representativo para população encontra-se na candeia, pela formação vegetacional disponibilizar elevado número de forófitos, e possíveis associações micorrízicas que permite o desenvolvimento das plântulas. O número de indivíduos jovens e adultos semelhante pode ser uma característica da população, que se mantém no local.

O turismo é um fator determinante para a distribuição da população no PEIB. Os locais onde a passagem de turista é permitida possuem impacto de coleta elevado, com número de indivíduos da espécie extremamente reduzido e extinção local em uma das áreas de maior visitação, a Gruta dos Coelhos. Pelo seu atrativo morfológico, alto valor ornamental para colecionadores, aliado a seu tamanho reduzido e de fácil retirada do forófito, é possível a coleta sem que os funcionários percebam.

Esses resultados demonstram a importância biológica do PEIB, com a necessidade de que sejam desenvolvidos programas de educação ambiental crítica e efetiva no local para conscientização de turistas, funcionários e população residente em Ibitipoca. Para a conservação dos ecossistemas naturais e da própria espécie alvo do estudo, sendo ela "Vulnerável" na Lista Vermelha da Flora de Minas Gerais (Sano *et al.*, 2008), além de tantas outras espécies sob algum grau de ameaça no Parque. Assim, é necessária uma conscientização da manutenção deste local para a região, conservando os seus recursos naturais e hídricos.