



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Gabriel Silva dos Santos

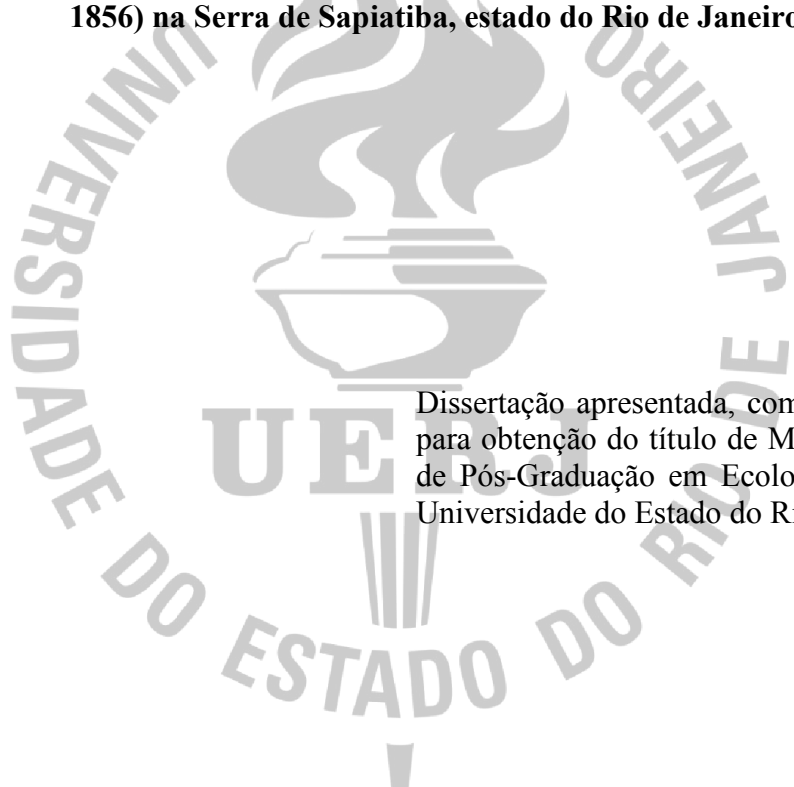
**Ecologia reprodutiva de *Phaethornis idaliae* (Aves: Trochilidae) (Bourcier & Mulsant, 1856) na Serra de Sapiatiba, estado do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2016

Gabriel Silva dos Santos

**Ecologia reprodutiva de *Phaethornis idaliae* (Aves: Trochilidae) (Bourcier & Mulsant, 1856) na Serra de Sapatiba, estado do Rio de Janeiro**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Alice dos Santos Alves

Rio de Janeiro

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

S237 Santos, Gabriel Silva dos.

Ecologia reprodutiva de *Phaethornis idaliae* (Aves: Trochilidae) (Bourcier & Mulsant, 1856) na Serra de Sapatiba, estado do Rio de Janeiro/ Gabriel Silva dos Santos. – 2016.

68f. : il.

Orientadora: Maria Alice dos Santos Alves.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Beija-flor – São Pedro da Aldeia (RJ) - Teses. 2. Beija-flor – Reprodução – Teses. 3. Área de Proteção Ambiental da Serra de Sapatiba (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. I. Alves, Maria Alice dos Santos. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 598.88

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Gabriel Silva dos Santos

**Ecologia reprodutiva de *Phaethornis idaliae* (Aves: Trochilidae) (Bourcier & Mulsant, 1856) na Serra de Sapatiba, estado do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2016

Banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Alice dos Santos Alves  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Flávia Guimarães Chaves  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Charles Gladstone Duca Soares  
Universidade Vila Velha

Rio de Janeiro

2016

## AGRADECIMENTOS

Sair da sua pacata cidade natal para se aventurar na agitada cidade do Rio de Janeiro não é uma das missões mais simples de se executar, eu, no entanto, sou um sujeito de sorte. Da minha família tive todo o carinho, amor e compreensão que me enchiam de vigor para dar todo esforço de mim e é pra ela e especialmente minha mãe, minha melhor amiga, a quem dedico todos os frutos desse mestrado.

Meu muito obrigado também à prof. Dra. Maria Alice pela oportunidade de orientação e principalmente pela confiança e apoio, incluindo o financiamento à presente dissertação por meio de suas *grants* de pesquisa do CNPq (bolsa de Produtividade em Pesquisa, processo 305798/2014-6) e da FAPERJ (Cientista do Nosso Estado, processos E-26/102837/2012 e E-26/203191/2015).

Obrigado também ao Prof. Dr. Maurício Vecchi pela paciência e dedicação incrível e ao grande amigo e fotógrafo Luiz Freire, serei sempre muito grato pelo suporte que me forneceram e que foram cruciais para que o trabalho fosse desenvolvido da melhor forma possível. Serei eternamente grato também por dividirem comigo a paixão pela natureza e os segredos que ela lhes tem contado. A gratidão é tanta que me faltam palavras para expressar.

Agradeço também à minha família temporária de Iguaba Grande, que sempre me apoiou e que me trazia de volta à lucidez nos momentos mais estressantes. Um agradecimento especial novamente ao Luiz Freire, à Ciléia Freire, ao Renato (“Gaucho”) e aos caçulas, Júlia, Sophia e Lucas por alegrarem meus dias.

Meu muito obrigado aos amigos do laboratório que com paciência e entusiasmo me ensinavam todos os dias sobre o amor à ornitologia. Tenho muito orgulho de ter trabalhado com todos vocês.

Agradeço também aos amigos de jornada, seja de dentro da UERJ, que dividiram comigo muitos momentos de descontração assim como as expectativas e as aflições e aos amigos, que assim como eu, saíram do Espírito Santo e vieram para o Rio de Janeiro trazendo com eles um pouquinho da minha casa.

Agradeço também aqueles que a ciência já me presenteou há algum tempo e que de alguma forma contribuíram para esse trabalho. Especialmente para a Flávia Martinelli e Marlon Lima

com a ajuda em ambiente SIG. Mais uma vez vocês se encaixaram como luva na minha vida. Muito obrigado por estarem sempre aí!

Aos mestres do PPGEE por todos os ensinamentos e especialmente à Dra. Maja Kajin que talvez não imagine a importância de sua contribuição, mas me abriu portas e janelas para que eu conseguisse terminar de analisar os meus dados. Agradeço também à Verusca Machado e à Sonia Pereira pela paciência com todos os trâmites burocráticos na realização dessa dissertação e da minha estadia no Programa de Pós-graduação.

Agradeço também à Profa. Leila Gatti (UFF) e ao INMET, especialmente a Paulo Brito, por contribuir com os dados meteorológicos.

Agradeço aos membros da banca por aceitarem participar e dedicarem um tempo precioso para isso.

Por fim, agradeço à CAPES pela bolsa de mestrado a mim concedida no período de março de 2015 a fevereiro 2016.

“Esse miolo ou tutano lasso na cabeça do homem não demonstra mais capacidade para pensar do que uma barra de sebo ou um pote de coalhada”.

Filósofo Henry More (1614-1687) se referindo ao cérebro

Retirado de Carl Zimmer. 2004. “A fantástica história do cérebro”.

## RESUMO

Santos, Gabriel Silva. **Ecologia reprodutiva de *Phaethornis idaliae* (Aves: Trochilidae) (Bourcier & Mulsant, 1856) na Serra de Sapiatiba, estado do Rio de Janeiro. 2016.** 68f (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

A reprodução é ponto central em estudos de ecologia e evolução, e por isso muito esforço tem sido despendido para conhecer aspectos básicos da história natural e cuidado parental. No entanto, em ambientes tropicais até mesmo aspectos mais básicos da história de vida das aves são escassos, dificultando uma abordagem comparativa para busca de padrões. Assim sendo, ações efetivas de conservação na Mata Atlântica dependem, em grande parte, do conhecimento resultante de pesquisa básica sobre suas espécies endêmicas e pouco conhecidas como *Phaethornis idaliae*. O objetivo do presente trabalho foi descrever aspectos básicos da reprodução de *P. idaliae*, assim como avaliar o efeito de variáveis ambientais (tais como tempo decorrido ao longo da estação reprodutiva, período do dia e a temperatura diária) no cuidado parental (fases de ovos e ninhegos, idade dos ninhegos, tempo de permanência destes no ninho e a taxa de alimentação). Também foi investigada a distribuição espacial dos locais de nidificação e identificadas plantas suporte de ninhos de *P. idaliae*. Durante agosto de 2014 e fevereiro de 2016 foram realizadas buscas por ninhos, que foram mapeados com GPS e acompanhados regularmente para investigar o desenvolvimento dos ninhegos e a distribuição espacial dos ninhos ao longo da estação reprodutiva. Foram encontrados 52 ninhos confeccionados principalmente com paina de *Ceiba* sp. e teia de aranha, majoritariamente (80%) em plantas da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* (Arecaceae), que representa um uso maior desta espécie do que seria esperado ao acaso. A maior parte dos ninhos se concentrou em uma pequena porção central da área de estudo, assim como as moitas de *A. aculeatissimum*. O período reprodutivo ocorreu entre setembro e fevereiro. Em geral a postura de *P. idaliae* foi de dois ovos (92%, n= 38), os quais foram incubados entre 14 e 16 dias, com a fase de ninhegos variando entre 17 e 21 dias e taxa de crescimento dos ninhegos de  $K = 35$ . O tempo de permanência das fêmeas nos ninhos diminuiu significativamente com a idade dos ninhegos. Os aspectos gerais da biologia reprodutiva de *P. idaliae* foram mais similares aos de *Phaethornis ruber* e *P. longuemareus*, o que pode ser reflexo da relação filogenética ou alométrica entre as espécies. A taxa de sobrevivência diária (TDS = 0,953) não diferiu entre fases de ovos e ninhegos, e foi similar à de outras espécies de beija-flores, porém, maior do que para outras espécies de aves em ambiente de restinga próximo à área de estudo. Semelhante a outros estudos em região neotropical, a predação foi a principal causa de insucesso tanto em 2014-2015 (77,8%) como em 2015-2016 (53,3%). O cuidado parental em *P. idaliae* apresentou uma elevada variação intra-específica, que não pode ser explicada pelas variáveis ambientais testadas no presente estudo. Portanto, outras variáveis, como disponibilidade de recursos alimentares próximo aos ninhos, bem como sua eventual relação com a pluviosidade, deveriam ser consideradas em estudos futuros para tentar explicar esse resultado encontrado para a espécie estudada, assim como para outras espécies de beija-flores que apresentem elevada variação intra-específica no cuidado parental.



Palavras-chave: Beija-flor, Cuidado parental, *Astrocaryum aculeatissimum*, Sobrevivência de ninhos, Locais de nidificação, Mata Atlântica.

## ABSTRACT

Santos, Gabriel Silva. **Breeding ecology of *Phaethornis idaliae* (Aves: Trochilidae) (Bourcier & Mulsant, 1856) at Serra de Sapiatiba, Rio de Janeiro state. 2016.** 68f (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Breeding is a key point in ecology and evolution studies, thus so much effort has been expended to understand basic aspects of natural history and parental care. However, in tropical environments even basic aspects of natural history of birds are unknown, hindering a comparative approach to search for patterns. Therefore, effective conservation actions in Atlantic Rainforest depend largely on knowledge resulting from basic research about endemics and poorly known species as the Minute Hermit, *Phaethornis idaliae*. Here, I aimed to describe basic aspects of breeding biology of *P. idaliae* and evaluate the effects of environmental variables (such as time elapsed during breeding season, time of day and daily temperature) in parental care (eggs and nestlings phases, nestling age, time to fledging and feeding rate). I also investigated spatial distribution of nesting sites and identified plants used as nest support by *P. idaliae*. During August 2014 and February 2016 I searched for nests, which were mapped with GPS and regularly monitored to investigate nestlings development and nests spatial distribution during breeding season. I found 52 nests made mainly of kapok fiber of *Ceiba* sp. and spider web, located mostly (80%) in palm tree *Astrocaryum aculeatissimum* (Arecaceae), which represents a greater use of this species than expected by randomly. Most nests were found into a small core area of the study site, as well as the *A. aculeatissimum* thickets. The reproductive period occurred between September and February. In general, the egg-laying of *P. idaliae* was of two eggs (92%, n = 38) incubated between 14 and 16 days, with nestlings phase ranging between 17 to 21 days and growth rate of  $K = 35$ . The nests attentiveness by female decreased significantly with the nestlings age. General aspects of reproductive biology of *P. idaliae* were more similar to *Phaethornis ruber* and *P. longuemareus*, which may reflect phylogenetic or allometric relationship among these species. Daily survival rate (DSR = 0.953) did not differ between eggs and nestlings stages, and was similar to other hummingbirds species. However, rates were higher than found in other bird in restinga habitat close to the study area. Similar to other Neotropical studies, predation was the main cause of failure both periods 2014-2015 (77.8%) and 2015-2016 (53.3%). Parental care in *P. idaliae* had a high intra-specific variation, which cannot be explained by the environmental variables tested in this study. Therefore, other variables, such as food availability near the nests and its possible relationship to rainfall should be considered in future studies to try explaining the results found in this work, as well as causes of intra-specific variation in parental care by hummingbirds found in other studies.

Keywords: Hummingbirds, Parental care, *Astrocaryum aculeatissimum*, Nest Survival, Nest site, Atlantic Rainforest.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Distriuição geográfica de <i>Phaethornis idaliae</i> .....	20
Figura 2 -	Imagens da área de estudo.....	23
Figura 3 -	Caracterização do uso do solo do Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, RJ, evidenciando a localização da área de estudo, quadrado em vermelho.....	24
Figura 4 -	Ninhos de <i>Phaethornis idaliae</i> na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.....	33
Figura 5 -	Distribuição espacial dos ninhos de <i>Phaethornis idaliae</i> na serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.....	33
Figura 6 -	Distribuição espacial dos ninhos de <i>Phaethornis idaliae</i> na serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.....	34
Figura 7 -	Período reprodutivo de <i>Phaethornis idaliae</i> na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.....	36
Figura 8 -	Medidas do peso dos ninhegos de <i>Phaethornis idaliae</i> ao longo de seu desenvolvimento.....	38
Figura 9 -	Ninhegos de <i>Phaethornis idaliae</i> em diferentes fases de desenvolvimento na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.....	39
Figura 10-	Tempo (%) de assistência diurna por fêmeas de <i>Phaethornis idaliae</i> em ninhos na fase de incubação em São Pedro da Aldeia, R.....	42
Figura 11 -	Taxa de alimentação da prole por fêmeas de <i>Phaethornis idaliae</i> em São Pedro da Aldeia, RJ.....	43

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1	<b>A FAMÍLIA TROCHILIDAE E A ESPÉCIE ALVO DESTE ESTUDO, <i>Phaethornis idaliae</i>.....</b>	<b>19</b>
2	<b>A SERRA DE SAPIATIBA: UMA ILHA DE FLORESTA EM MEIO À RESTINGA E À ESPECULAÇÃO IMOBILIÁRIA.....</b>	<b>21</b>
3	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>25</b>
3.1	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>25</b>
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
4.1	<b>Busca por ninhos, distribuição espacial, duração do período reprodutivo, aspectos da história natural e estimativa da idade.....</b>	<b>27</b>
4.2	<b>Disponibilidade de plantas suporte dos ninhos.....</b>	<b>28</b>
4.3	<b>Observações do cuidado parental.....</b>	<b>28</b>
4.4	<b>Curva de crescimento.....</b>	<b>29</b>
4.5	<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>30</b>
4.6	<b>Estimativa de sobrevivência.....</b>	<b>31</b>
5	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
5.1	<b>Ninhos, distribuição espacial e plantas suporte.....</b>	<b>33</b>
5.2	<b>Sobrevivência.....</b>	<b>40</b>
5.3	<b>Cuidado parental ao longo das fases de ovo e de ninhegos e ao longo do dia.....</b>	<b>43</b>
6	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## INTRODUÇÃO

A compreensão das características reprodutivas das aves é importante não apenas para entender os processos ecológicos (CÔTÉ 2003), mas também para a compreensão da sistemática e dos processos evolutivos, uma vez que a reprodução permeia como ponto central no conceito de valor adaptativo, um dos mais importantes nos estudos em ecologia evolutiva (ENDLER 1986; BENNETT e OWENS 2002). Entretanto, o conhecimento sobre a reprodução das aves neotropicais como um todo ainda é muito limitado, com a maioria dessas aves não possuindo sequer uma descrição formal dos seus ovos ou ninhos e, quando existem, baseiam-se em relatos pontuais e não conseguem abranger a variação existente (MARINI et al. 2010).

O cuidado parental nas aves se expressa de diferentes formas, desde a defesa do território e construção do ninho até a incubação dos ovos e alimentação da prole (SILVER et al. 1985), e representa um elevado custo energético adicional à vida de um indivíduo (MARTIN et al. 2006). Esse investimento é capaz de reduzir a própria condição física (HOUNSTON et al. 2005) e sobrevivência (SILVER et al. 1985) individual, bem como as probabilidades de sucesso nas futuras tentativas de reprodução (LINDÉN e MÜLLER 1989). É neste cenário de “trade-off”, ou seja, do conflito entre investir na sobrevivência da prole e preservar-se para investir em reproduções futuras, que os traços da história de vida das aves se ajustam ao ambiente para aumentar o valor adaptativo ou “fitness” do indivíduo (TRIVERS 1972, CLUTTON-BROCK 1991).

Os diferentes tamanhos das ninhadas intra e interespecíficas, por exemplo, podem ser considerados como um parâmetro da história de vida das aves mais bem estudados envolvidos nesse “trade-off” (RICKLEFS 2000). Tal variação frequentemente é explicada por meio da hipótese proposta por Lack (1947), ou seja, a disponibilidade de alimento durante a estação reprodutiva limitaria o tamanho máximo da prole (RICKLEFS 2000). Entretanto, apesar da hipótese de limitação de alimento explicar relativamente bem a variação intraespecífica (MARTIN 1987, 2002), não parece ser suficiente para explicar muito da variação interespecífica (SLAGSVOLD 1982; MARTIN 1995, OWENS e BENNETT 1995, MARTIN et al. 2000).

Uma visão contrastante à hipótese da limitação de recursos, mas que permanece ainda pouco explorada, argumenta que predadores seriam capazes de encontrar os ninhos por meio das atividades dos pares reprodutores, criando um custo de predação associado

que limitaria a frequência com que os indivíduos podem retornar ao ninho para alimentar a prole (MARTIN et al. 2000; ZANETTE et al. 2011). Conseqüentemente o tamanho da ninhada seria restringido pela limitação de recursos, agora reduzidos, não pela disponibilidade de alimentos no ambiente, mas pelos custos associados com a chegada dos pares reprodutores aos ninhos (SKUTCH 1949; MARTIN et al. 2000, ZANETTE et al. 2011).

Cada vez mais a predação tem se mostrado um fator determinante na seleção de diversos aspectos da história de vida nas aves, como por exemplo, o tempo de incubação (MARTIN 2002), taxa de crescimento (MARTIN et al. 2011), tamanho da prole (ZANETTE et al. 2011) e taxa de retorno dos pares reprodutores aos ninhos para provisão de recursos à prole (GHALAMBOR et al. 2013). Este último aspecto vem recebendo muita atenção, pois representa uma forma pela qual a predação pode atuar sobre a dinâmica de populações, além do número de indivíduos mortos diretamente (ZANETTE et al. 2011).

As necessidades energéticas dos pares reprodutores e da prole, além das térmicas dos embriões e ninhegos, correspondem a outro custo associado ao comportamento de cuidado parental nas aves. As escolhas dos pares reprodutores devem promover um balanço entre as próprias necessidades energéticas e aquelas requeridas pela prole, por meio das decisões entre incubar ou se alimentar, promovendo um equilíbrio capaz de manter a temperatura adequada dos ovos e da prole e permitir a alimentação adequada da mesma, pois qualquer alteração pode resultar em perdas para ambas as partes (WEBB 1987; CONWAY e MARTIN 2000a,b). Por fim, as variáveis ambientais, principalmente temperatura, podem interferir diretamente nas estratégias de incubação e alimentação da prole (CONWAY e MARTIN 2000a,b) e indiretamente nas taxas de predação (ROPER 2000; GÖTH 2007).

Nesse cenário, a capacidade de avaliação dos pares reprodutores quanto à disponibilidade de recursos e risco de predação é fundamental para determinar as estratégias de cuidado parental (CONWAY e MARTIN 2000a). Isso deve ser particularmente mais evidente se o cuidado parental for realizado por apenas um dos indivíduos do par reprodutor (DRENT et al. 1985; CONWAY e MARTIN 2000a; CRESSWELL et al. 2004). A adequação à disponibilidade de recursos e ao risco de predação de cada ambiente deve, portanto, gerar variações geográficas que devem se

refletir primeiramente nos aspectos comportamentais (SEARS e ANGILLETA-JR 2003, BLANQUART et al. 2013, RICHARDSON et al. 2014). Uma dessas variações locais amplamente discutidas tem sido a utilização de micro-habitats para nidificar (CHALFOUN e SCHMIDT 2012). Essas variações do micro-habitat podem surgir como uma forma de garantir uma maior sobrevivência ou melhores condições ambientais para a manutenção da temperatura e metabolismo da prole (CALDER 1971, 1975).

O comportamento dos indivíduos faz parte da sua história de vida e são características, que por meio da seleção natural, se moldaram para maximizar a aptidão (“fitness”) no ambiente em que estão inseridos, solucionando, de forma balanceada as demandas energeticamente conflitantes impostas pela sobrevivência e reprodução, ou seja, maximizando o sucesso reprodutivo ao longo da vida (RICKLEFS 2000, ROBINSON et al. 2010). Como resultado, uma ampla gama de combinações de características de história de vida é possível, como por exemplo, os sistemas de acasalamento e as formas de cuidado parental (biparental, cooperativo, apenas por fêmeas ou apenas por machos) (BENNET e OWENS 2002).

Essas relações têm recebido bastante atenção nas últimas décadas, mas permanecem longe de estarem completamente solucionadas. A busca por padrões evolutivos do cuidado parental e das histórias de vida baseia-se, geralmente, na comparação de semelhanças e divergências em diferentes espécies relacionadas filogeneticamente (ORING 1986). Da mesma forma, estudos empíricos do efeito da temperatura na incubação têm demonstrado todos os tipos de resultados, efeito positivo, negativo e nenhuma relação (ver CONWAY e MARTIN 2000a para uma revisão). Uma primeira tentativa de unificação desses resultados, realizada por Conway e Martin (2000a), no entanto, propõe com base nesse conjunto de dados, padrões mais amplos na relação entre temperatura e o cuidado parental. Além da temperatura, a disponibilidade de alimento parece ser um fator determinante para delimitar o período reprodutivo em Aves (POULLIN et al. 1992) e obviamente deve apresentar reflexos no comportamento individual de investimento parental. Entretanto, de forma geral, falta material para permitir uma comparação eficaz, principalmente em aves neotropicais, seja pela não padronização dos dados ou pela ausência dessas informações (BENNETT e OWENS 2002).

Considerando a alta diversidade das regiões tropicais (RIDGELY e TUDOR 1989, STUTCHBURY e MORTON 2001), observa-se que, mesmo com um considerável incremento do conhecimento sobre a história natural dessas espécies, o conhecimento ainda é escasso e representa uma pequena fração dos estudos relacionados à biologia reprodutiva e que por consequência muitas vezes impossibilita uma abordagem comparativa (revisões em MARTIN 1996, MARINI et al. 2010), como é o caso da espécie *Phaethornis idaliae*, alvo desse estudo, cujas informações disponíveis na literatura, estão restritas à descrição de algumas poucas medidas dos ninhos e ovos, plantas suportes de três ninhos e à descrição da plumagem de ninhegos com base em apenas um exemplar coletado (ver RUSCHI 1949, 1967).

A presente dissertação aborda aspectos inéditos sobre a ecologia reprodutiva de ninhos de uma espécie de beija-flor endêmica da Mata Atlântica, o rabo-branco-mirim, *Phaethornis idaliae*, cujas informações sobre a reprodução são muito escassas na literatura. Os aspectos sobre ecologia reprodutiva incluíram período reprodutivo, medidas de ninhos, ovos e ninhegos, duração das distintas fases de nidificação (incubação de ovos e ninhegos) e taxa de crescimento de ninhegos. Avaliamos a probabilidade de sucesso dos eventos de nidificação estimando as diferenças nas taxas de sobrevivência entre as fases de incubação de ovos e de ninhegos. Quanto ao cuidado parental, nossos objetivos foram investigar aspectos básicos do investimento com a prole, tais como a proporção do tempo de assistência diurna da fêmea ao ninho durante as fases de incubação de ovos e de ninhegos, assim como a taxa de provisão de alimento ao longo do desenvolvimento dos ninhegos, de forma a comparar essas informações com as disponíveis na literatura para a família Trochilidae. Além disso foi investigada a distribuição espacial dos locais de nidificação e identificadas plantas suporte utilizadas por *P. idaliae*.



## 1 A FAMÍLIA TROCHILIDAE E A ESPÉCIE ALVO DESTE ESTUDO, *Phaethornis idaliae*

Os beija-flores (Aves, Trochilidae) representam um dos principais casos de irradiação evolutiva entre as Aves e constituem a segunda maior família de Aves neotropicais, correspondendo a até 60% de todas as Aves nectarívoras do planeta (BLEIWEISS *et al.* 1997; FLEMMING e MUCHHALA 2008). Para essa família, exclusiva das Américas, é reconhecido um total de 349 espécies (GILL e DONSKER 2015), as quais alcançam sua maior riqueza na região equatorial dos Andes, com até 140 espécies (SICK 1997; RAHBEK e GRAVES 2000). A família Trochilidae é de maneira geral dividida entre dois ou três clados distintos, sendo Phaethorninae (“hermits”) e Trochilinae (beija-flores típicos) consensuais e mais recentemente a divisão de Topazinae, correspondendo a um grupo mais basal (MCGUIRE *et al.* 2007, 2014). A subfamília Phaethorninae geralmente engloba 36 espécies (GILL e DONSKER 2015), limitada às florestas úmidas de baixadas, raramente ocorrendo em regiões montanhosas acima de 2000m e florestas secas (“*dry forest*”; STILES 2004; GILL e DONSKER 2015). As espécies dessa subfamília são pouco coloridas e parecem apresentar alguma especialização para forragear em monocotiledôneas (ex. *Heliconia* spp. e *Costus* spp.) enquanto os beija-flores da subfamília Trochilinae, por apresentarem uma maior variação morfológica, utilizam uma ampla gama de plantas (STILES 2004).

A família apresenta ainda um grande potencial para estudos comparativos devido à sua diversidade de espécies, ampla distribuição geográfica (cobrindo toda a região Neotropical) e diversidade de comportamentos como corte, comunicação, uso do habitat e reprodução (RAHBEK e GRAVES 2000; MCGUIRE *et al.* 2007), sendo uma das características mais marcantes o cuidado da prole exclusivamente por parte da fêmea (SCHUCHMANN e BONAN 2013).

*Phaethornis idaliae* é monotípica e uma das menores espécies do gênero, bem como a que apresenta dimorfismo sexual mais acentuado, no qual as fêmeas podem ser distinguidas por retrizes centrais mais alongadas e ventre mais avermelhado enquanto machos apresentam o ventre mais enegrecido (PIACENTINI 2011). O dimorfismo sexual e tamanho reduzido em comparação às demais espécies do gênero *Phaethornis* suportam a monofilia em um subgênero a parte denominado *Pygmornis* que inclui ao menos 10 espécies, entre elas a espécie irmã, *Phaethornis longuemareus*, e outras duas

espécies simpátricas *Phaethornis ruber* e *Phaethornis squalidus* (HINKELMANN e SCHUCHMANN 1997; PIACENTINI 2011). Uma revisão mais detalhada sobre a proposta do subgênero *Pygmornis* pode ser encontrada em Hinkelmann e Schuchmann (1997) e Piacentini (2011). *Phaethornis idaliae* é endêmica da Mata Atlântica do sudeste do Brasil e tem uma distribuição restrita, com maiores densidades populacionais nas áreas baixas próximas ao litoral, incluindo os ambientes de restingas, embora também ocorra entre o sul da Bahia, extremo leste de Minas gerais e norte do estado do Rio de Janeiro (SICK 1997) (Figura 1). Uma vez que as áreas de baixada em toda sua extensão de ocorrência sofrem com a pressão imobiliária e substituição da mata por pastos e agriculturas (ROCHA et al. 2003), esta espécie tem sido considerada como “provavelmente ameaçada” no estado do Rio de Janeiro (ALVES et al. 2000) e foi considerada como “quase ameaçada” em nível nacional no período entre 2005 e 2013 por Machado et al. (2005).

Figura 1 - Distribuição geográfica de *Phaethornis idaliae*.



Legenda: À esquerda, fêmea de *Phaethornis idaliae* alimentando a prole (foto por Luiz Freire) e à direita distribuição geográfica de *Phaethornis idaliae*.

Fonte: Neotropical birds (<http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species>).

## 2 A SERRA DE SAPIATIBA: UMA ILHA DE FLORESTA EM MEIO À RESTINGA E À ESPECULAÇÃO IMOBILIÁRIA

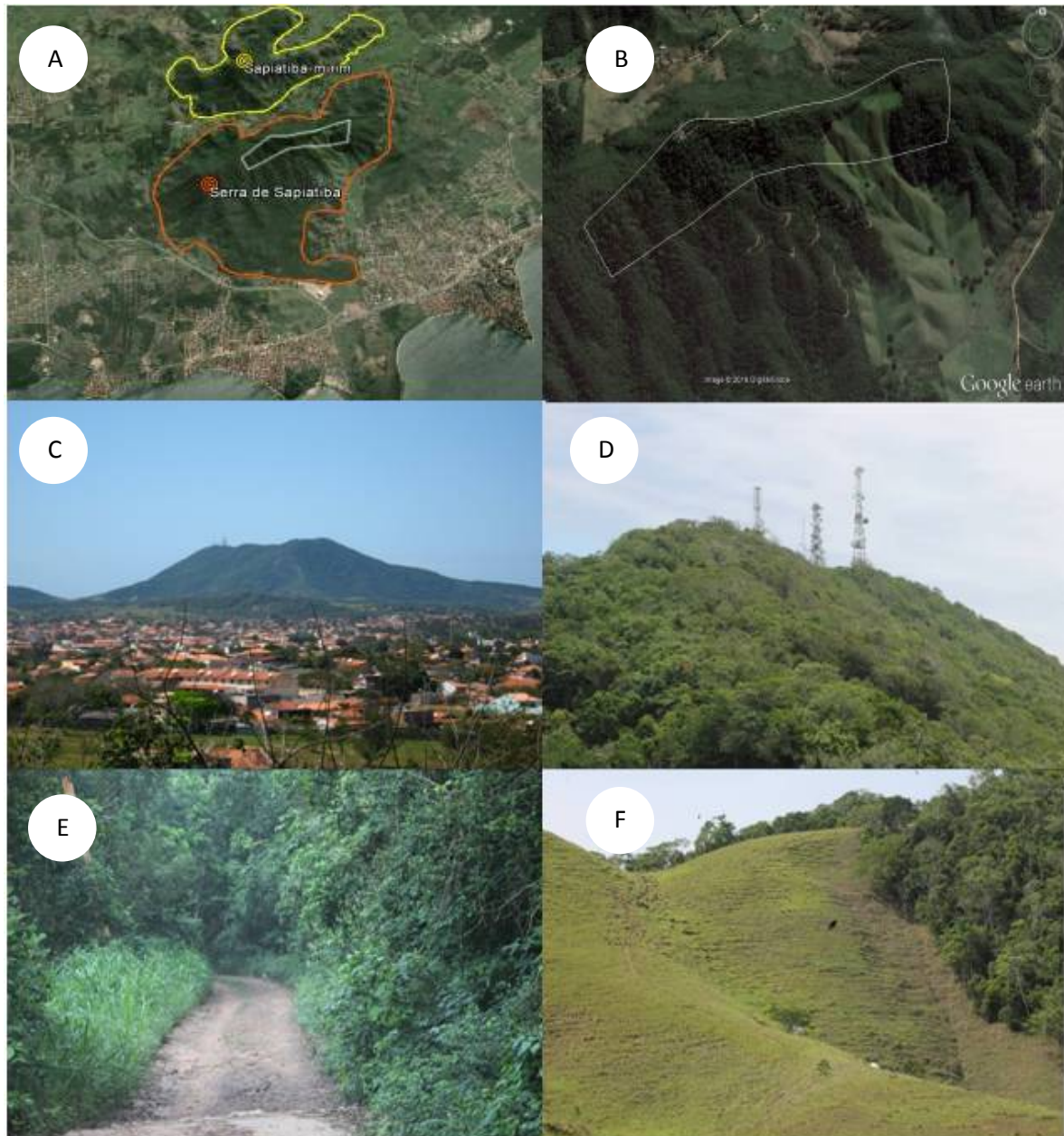
O estudo foi realizado em uma parcela de aproximadamente 38,4 hectares (coordenadas centrais 22° 48' 57" S; 42° 09' 04" O, datum WGS84) da porção da Serra de Sapiatiba protegida pelo núcleo de mesmo nome do Parque Estadual da Costa do Sol (decreto nº 42.929 criado em 18 de abril de 2011) e que por sua vez está inserido na área da APA Estadual de Sapiatiba (decreto nº 15.136 criado em 20 de julho de 1990) (Figura 2). A APA de Sapiatiba é composta de remanescentes de Mata Atlântica secundária do nível do mar até 300 metros de altitude na área de endemismo do Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio (CDVCF) (GUIMARÃES e GUIMARÃES 2006). Mais afastada (13 km) do oceano, a Serra de Sapiatiba funciona como ilhas de mata, composta principalmente por Floresta Estacional Semidecidual Submontana inserida, em um mosaico composto de pastos, áreas urbanas e remanescentes de restinga (BOHRER et al. 2009), o que reforça a importância de sua conservação para além das espécies endêmicas e ameaçadas já levantadas em estudos prévios (GUIMARÃES e GUIMARÃES 2006; COE e CARVALHO 2013) (Figura 3).

A região de Cabo Frio comporta-se como um “enclave” climático se assemelhando mais à caatinga do que ao seu entorno mais úmido (COE e CARVALHO 2013) por apresentar um clima local classificado como semi-árido quente (BARBIÉRE 1975), caracterizado por fracas precipitações (770-854 mm/ano) e temperatura média ligeiramente superior a 21°C de junho a setembro, variando entre 23-25°C de novembro a abril, sem grande amplitude térmica anual (BARBIÉRE 1975; COE e CARVALHO 2013). A peculiaridade climática e geomorfológica da região se reflete também nas particularidades fitogeográficas que abrigam uma série de espécies raras e endêmicas de plantas (ARAUJO 1997) e animais como *Formicivora litorallis* (VECCHI e ALVES 2008), considerada a única espécie de ave endêmica de restingas (GONZAGA e PACHECO 1990). O CDVCF, apesar de não possuir nenhuma barreira biogeográfica evidenciada por trabalhos prévios, configura a porção mais ao sul da distribuição geográfica de *P. idaliae* (MALLET-RODRIGUES 2012).

Assim como os demais municípios inseridos no CDVCF, o desmatamento em São Pedro da Aldeia segue um fator histórico de ocupação para exploração de madeiras, especialmente o pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) além de plantios de cana-de-açúcar,

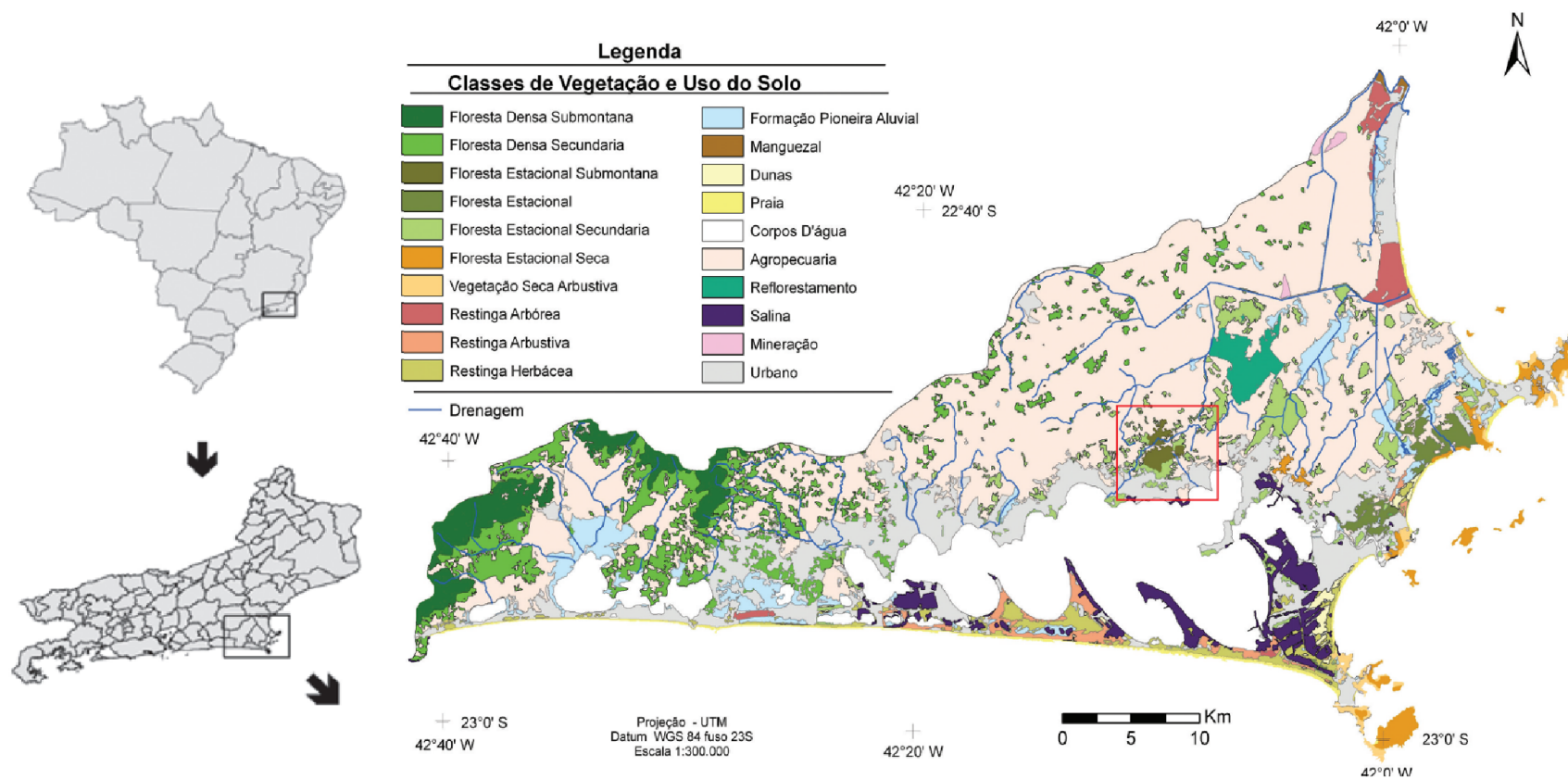
café e pecuária (BOHRER et al. 2009). A maior parte da população de 87.875 habitantes (dados de 2013 SOS MATA ATLÂNTICA e INPE 2014) concentra-se próximo à Lagoa de Araruama, enquanto que a população rural encontra-se espalhada em pequenos núcleos compostos por fazendas de diferentes tamanhos para produção agrícola e pecuária de pequeno porte, ao longo dos 341,54km<sup>2</sup> que correspondem à área total do município (BOHRER *et al.* 2009, SOS MATA ATLÂNTICA e INPE 2014). Restam apenas 778 hectares da vegetação de Mata Atlântica original do município, que correspondem a 2,28% da área do mesmo (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE 2014). Este cenário de uso e ocupação do solo torna a Serra de Sapatiba um fragmento florestal desconectado de outras porções de vegetação, o que reforça a sua importância para a manutenção da fauna e flora local (Figura 3).

Figura 2- Imagens da área de estudo



Legenda: A e B) Imagens do Google Earth da Serra de Sapiatiba em vermelho, de Sapiatiba Mirim em amarelo e da área de estudo em branco; C) Vista da Serra de Sapiatiba, foto por Erick Aniszewski; D, E) Vistas da Serra de Sapiatiba; F) Área de pasto inserida na área de estudo.

Figura 3 - Caracterização do uso do solo do Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, RJ, evidenciando a localização da área de estudo, quadrado em vermelho.



Fonte: BOHRER et al., 2009.

### 3 OBJETIVOS

O objetivo geral desta dissertação foi investigar e prover dados quantitativos sobre a biologia reprodutiva de *P. idaliae*, incluindo a quantificação do cuidado parental, investigar os possíveis efeitos do ambiente no cuidado com a prole, estimar a frequência de uso das plantas suporte e caracterizar a distribuição espacial dos ninhos.

#### 3.1 Objetivos específicos

1. Determinar os atributos básicos dos ninhos, tais como medidas de altura sobre o solo e plantas suporte.
2. Comparar a disponibilidade das plantas utilizadas como suporte para nidificação por *P. idaliae* e determinar a distribuição espacial dos ninhos.
3. Determinar o período reprodutivo da espécie.
4. Determinar o tamanho da ninhada, taxa de crescimento e tempo de permanência no ninho.
5. Caracterizar o desenvolvimento da plumagem na fase de ninhego.
6. Estimar o sucesso reprodutivo nas fases de ovos e de ninhegos e as principais causas de insucesso.
7. Quantificar o tempo de assistência diurna ao ninho, taxas de alimentação, duração e intervalo entre cada visita para cuidar da prole.
8. Testar se existe diferença no comportamento de cuidado parental ao longo do dia.
9. Investigar o efeito da temperatura no comportamento de cuidado parental.

Hipótese: A temperatura influencia diferentes parâmetros do cuidado parental, como tempo de incubação e tempo de retorno ao ninho por parte dos pares reprodutores,

tanto nas fases de incubação dos ovos e ninhegos e na taxa de retorno para alimentação da prole.

10. Investigar as diferenças de investimento parental nas diferentes fases da incubação e de ninhegos.

Hipótese: O tempo de permanência da fêmea incubando os ovos tende a ser maior no período final da fase de incubação, assim como a taxa de alimentação deve aumentar de acordo com o aumento da idade dos ninhegos.

11. Investigar se o comportamento de cuidado parental varia ao longo da estação reprodutiva.

Hipótese: Uma vez que o período reprodutivo das aves é, potencialmente, limitado pela disponibilidade de recursos (ver. POULLIN et al. 1992), esperamos que em *P. idaliae* o investimento parental reduza à medida que se aproxime o final do período reprodutivo.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Busca por ninhos, distribuição espacial, duração do período reprodutivo, aspectos da história natural e estimativa da idade

Os registros de nidificação foram obtidos entre setembro de 2014 e fevereiro de 2016, por meio de procura ativa pelo sub-bosque da mata sem o estabelecimento de trilhas pré-determinadas. As visitas ocorreram em intervalos de 15 a 30 dias até a detecção de ninhos em construção ou com presença de ovos ou ninhegos. A partir daí as buscas se intensificavam em intervalos regulares de um a sete dias até o fim do período reprodutivo da espécie. A duração do período reprodutivo foi estimada a partir do encontro do primeiro ninho ativo, aqui definido como contendo ovo ou ninhego, até o último vestígio de atividade reprodutiva.

Os ninhos encontrados tiveram suas coordenadas geográficas obtidas e foram acompanhados com intervalos de 1-3 dias, sendo as visitas mais frequentes com a aproximação do tempo de eclosão e novamente quando se aproximava o tempo estimado para os ninhegos deixarem o ninho. O tempo de incubação foi estimado com base nos ninhos que puderam ser acompanhados desde a postura do primeiro ovo ou no intervalo entre a postura do primeiro e do segundo ovo. O tempo como ninhego refere-se ao tempo desde a eclosão do primeiro ninhego até a saída do último ninhego.

Ovos e ninhegos foram pesados com dinamômetros (precisão de 0,05g) e os diâmetros, maior e menor dos ovos, foram mensurados com paquímetro (precisão de 0,1mm). Após a saída do último ninhego, foram tomadas as medidas de comprimento total, profundidade e diâmetros interno e externo, com uso de paquímetro (precisão de 0,1mm). A altura do ninho sobre o solo e altura das plantas suporte utilizadas também foram mensurados com trena (precisão de 1 cm). A altura das plantas suporte, quando superiores a 2,5 m, era estimada visualmente. Sempre que possível os ninhegos foram anilhados com anilhas metálicas cedidas pelo Centro Nacional de Pesquisa para a Conservação das Aves Silvestres (CEMAVE/ICMBio, Licença nº1237 e SISBIO licença nº14210). Em três ocasiões, fêmeas adultas foram capturadas manualmente nos ninhos algumas horas antes do nascer do sol para marcação individual com tinta atóxica com cor única além da anilhado CEMAVE sempre quando os ninhegos apresentavam

entre quatro a sete dias, uma vez que este período potencialmente representa a fase de menor probabilidade de abandono da prole por parte dos pares reprodutores. Os ninhegos eram anilhados sempre a partir do décimo dia de vida.

As variáveis ambientais de temperatura e pluviosidade foram obtidas da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no Núcleo Experimental de Iguaba Grande-UFF, distante 4,5km da área de estudo.

#### **4.2 Disponibilidade de plantas suporte dos ninhos**

Para avaliar a disponibilidade de plantas suporte utilizadas por *P. idaliae* para nidificação, foram realizadas 30 parcelas circulares de 15m de diâmetro distribuídas aleatoriamente pela área de estudo. Para isso foram consideradas apenas as plantas efetivamente utilizadas para nidificação. Os morfotipos foram identificados ao menor nível taxonômico possível por meio de consulta a especialista botânico (Rodrigo Theófilo Valadares, doutorando em Botânica do Museu Nacional). Para avaliar se alguma planta estaria sendo utilizada para nidificação por *P. idaliae* em maior frequência do que o esperado pelo acaso foi utilizado o teste-G (segundo MCDONALD 2014), por meio do pacote “DescTools” no software R. Utilizando o teste-G testamos a hipótese de que uma das espécies é mais frequentemente utilizada para nidificação, do que o esperado ao acaso, quando comparamos a disponibilidade de todas as outras plantas utilizadas como suporte. Também testamos a hipótese de que a espécie mais frequentemente utilizada para nidificação é a espécie mais abundante na área de estudo.

#### **4.3 Observações do cuidado parental**

Para avaliação do investimento parental os ninhos foram filmados por 12 horas contínuas, em diferentes momentos durante a fase inicial e final da incubação e ao longo do desenvolvimento dos ninhegos, durante toda a estação reprodutiva, compreendida entre os meses de outubro e fevereiro nos períodos de 2014/2015 e entre setembro e janeiro de 2015/2016. As filmagens foram realizadas com câmera Sony modelo DCR-SX43 distantes entre dois e três metros do ninho, no período entre 06h00 e 18h00. Para

reduzir o efeito do observador, a instalação das câmeras foi feita alguns minutos antes e quando a chegada do observador acarretava na saída da fêmea do ninho as amostragens só começavam a serem consideradas a partir do retorno da mesma.

A partir das gravações obtidas em campo foram tomadas as seguintes medidas, (1) duração média das visitas ao ninho; (2) intervalo entre visitas (tempo que o ninho permanecia desassistido); (3) número de visitas da fêmea ao ninho para alimentação da prole. Para fins de análise, os dias foram divididos em três intervalos de tempo, período da manhã entre 06:00h e 09:59h, meio-dia de 10:00h a 13:59h e tarde de 14:00h a 18:00h. O tempo de incubação também foi dividido em dois intervalos de tempo, considerados como fase inicial, quando a postura dos ovos havia ocorrido entre 1 e 7 dias e fase final, período a partir do 8º dia após a postura do último ovo.

Para os casos em que não foi possível determinar o dia exato da postura do ovo, o estágio de incubação foi estimado por contagem retroativa a partir da data de eclosão do ninhego, assumindo 14 dias como o tempo de incubação dos ovos, conforme registrado no presente estudo. Quando o ninho foi encontrado na fase de ninhego, a idade foi estimada por comparação de medidas de peso com outros ninhegos de idade conhecida além de aspectos da plumagem que serão descritos neste capítulo.

#### 4.4 Curva de crescimento

As taxas de crescimento de filhotes (K) foram analisadas por meio do método de ajuste a um modelo de crescimento logístico proposto por Ricklefs (1967). A realização do método segue a seguinte ordem: (1) estima-se a assíntota do peso ou comprimento de uma dada medida no momento final da curva de crescimento; (2) os dados individuais de crescimento diário obtidos em campo são recalculados como porcentagens da assíntota e posteriormente transformados no que Ricklefs (1967) denomina como fator de conversão (Cw):

$$Cw_t = 1/4 \log_e \left( \frac{W_t}{1 - W_t} \right)$$

onde,  $W_t$  é o peso (ou medida) do organismo em um dado tempo qualquer; (3) por fim os valores de  $Cw$  são plotados para verificar se formam uma reta e em caso positivo, o modelo logístico se mostra adequado à representação da curva de crescimento do indivíduo e a taxa de crescimento ( $K$ ) pode então ser calculada como quatro vezes o ângulo da linha resultante utilizando-se a seguinte equação:

$$K = 4 \frac{dCw_i}{dt}$$

Onde  $dCw_i$  representa a diferença de pesos entre dois intervalos de tempo enquanto que  $d_t$  representa o intervalo de dias entre os dois pesos utilizados. Em um caso, o ninhego estava infestado com berne (*Philornis* sp.) e apresentou uma taxa de crescimento muito discrepante e não foi considerado para a descrição da taxa de crescimento média da espécie.

#### 4.5 Análises estatísticas

Para as análises foram utilizadas a taxa de retorno da fêmea ao ninho para alimentação da prole por hora (doravante “taxa de alimentação”), a proporção de tempo em que o ninho permanecia assistido pela fêmea ao longo do dia (“attentiveness”) nas fases de incubação e de ninhegos, bem como os valores médios de duração de cada visita da fêmea ao ninho (“bout-on”) e duração de cada ausência (“bout-off”). Todos os valores foram discriminados da seguinte forma, valores obtidos para o dia inteiro (12 horas de observação), valores obtidos no período da manhã, entre 06:00-09:59h, meio-dia, entre 10:00-13:59h e tarde, entre 14:00-18:00h. As fases de incubação foram categorizadas como inicial (1-7 dias após a deposição dos ovos) e final (de 8-14 dias após a deposição dos ovos), enquanto que os ninhegos tiveram suas idades categorizadas como, fase inicial de 1-7 dias vida, fase intermediária 8-14 dias e fase final de 15-21 dias.

Para avaliar se houve diferença no tempo de assistência diurna durante a fase inicial e final da incubação e durante os períodos da manhã, meio-dia e tarde, foram utilizadas as análises de Teste-t e ANOVA, respectivamente, uma vez que confirmamos previamente, por meio do teste de Shapiro-Wilk, a tendência à distribuição normal desses dados. Para avaliar a relação dos parâmetros do cuidado parental (“assistência

diurna”, “taxa de alimentação”, “duração média das visitas” e “duração média dos intervalos entre visitas”) com as variáveis idade dos ninhegos, temperatura máxima obtida por meio do INMET e tempo decorrido dentro da estação reprodutiva, utilizou-se o método de regressão linear simples para avaliação de cada variável separadamente, seguida de uma análise de regressão múltipla para avaliar o efeito interativo das variáveis analisadas. Por fim, para comparação com trabalhos posteriores, ajustamos uma curva que melhor se adequava à relação entre a duração das visitas e a idade dos ninhegos. Todas as análises e gráficos foram desenvolvidos no software R com o pacote “ggplot2” (WICKHAM 2009; R CORE TEAM 2014).

#### **4.6 Estimativa de sobrevivência**

As causas do insucesso são difíceis de determinar na ausência de monitoramento em tempo integral por meio de armadilhas fotográficas, por exemplo. Em muitos casos a ausência dos ovos poderia ser resultado de um evento de predação ou mesmo da sua queda por efeito de vento e/ou chuva. No caso de ninhegos eventualmente encontrados mortos no ninho pode não ser possível determinar se essas mortes foram decorrentes da incapacidade de regulação da própria temperatura corporal, inanição pela incapacidade da fêmea de trazer alimento suficiente para a prole, inanição por abandono da prole por parte da fêmea ou predação da fêmea adulta. Todos esses casos foram considerados simplesmente como abandono.

Devido à dificuldade de identificar a causa do desaparecimento dos ovos ou ninhegos, consideramos como um evento de predação qualquer um dos seguintes indícios: fragmentos de casca de ovos no ninho; desaparecimento dos ovos sem vestígio de queda e desaparecimento dos ninhegos antes do 16º dia de vida e sem plumagem desenvolvida. Ninhos cujos ninhegos não eclodiram após o prazo limite de incubação (14 dias a partir de monitoramento), assim como aqueles com ovos íntegros caídos no solo, foram inclusos na categoria de insucesso denominada “outros”.

A simples proporção de ninhos bem sucedidos em uma amostra tende a superestimar a real taxa de sobrevivência dos ninhos, pois nem todos os ninhos são encontrados a partir do primeiro dia de postura do ovo (MAYFIELD 1961). Dessa forma, a sobrevivência

foi avaliada a partir dos dias de exposição como proposto por Mayfield (1975). O cálculo da probabilidade de sobrevivência diária (TSD, do original Daily Survival Rate – DSR) foi realizado segundo o protocolo de Mayfield (1961) e a quantidade de dias de exposição de cada ninho é calculada como a diferença entre o primeiro e último dia conhecido de atividade do ninho.

$$\text{TSD}_{\text{Mayfield}} = 1 - \left( \frac{\text{Total de insucessos}}{\sum \text{Dias de exposição}} \right)$$

Enquanto o sucesso aparente, que representa a probabilidade acumulada de um ninho sobreviver ao longo das fases de incubação e ninhego foi avaliado a partir da fórmula

$$\text{Sucesso aparente}_{\text{Mayfield}} = \text{TSD}_{\text{Mayfield}}^{(\text{Tempo médio de incubação} + \text{tempo médio como ninhego})}$$

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Ninhos, distribuição espacial e plantas suporte

Ao total foram encontrados 52 ninhos, sendo 25 no período entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015, dos quais 13 (52,0%) foram ativos, como também 27 no período entre setembro de 2015 e fevereiro de 2016, dos quais 25 (92,6%) estavam ativos. Os ninhos foram do tipo taça aberta alta preênsil (Simon e Pacheco 2005) em forma de cone com uma projeção pendente na porção inferior, composto quase inteiramente por paina de cor ocre oriunda de *Ceiba* sp. (Bombacaceae) (Figura 4). Em menor proporção teias de aranha (utilizadas para a fixação e também para fixar as porções de paina acrescidas ao longo do tempo em que o ninho foi utilizado) e líquens (onde constituíram parte do revestimento externo). Este último componente foi mais comum em ninhos abandonados. Os ninhos apresentaram um comprimento total, medida do topo da taça até o final do prolongamento, de  $202 \pm 53$ mm (média  $\pm$  desvio padrão) (n=16). Este prolongamento é geralmente composto por paina acrescida de folhas secas e cascas de árvore e representam grande parte do tamanho total do ninho, com média  $152 \pm 53$  mm (n=16). A profundidade foi de  $22 \pm 4$ mm (n=14), a largura interna  $29 \pm 4$ mm e a largura externa  $43 \pm 6$ mm (n=14). Os ninhos estavam entre 0,33 e 1,90m do solo ( $1,03 \pm 0,38$  m) (n=13) em plantas cuja altura variou entre 1,20 e 8m ( $4,5 \pm 2,4$ m) (n=14). Os ovos foram elípticos de cor branca com medidas de  $11,6 \pm 0,4$ mm e  $7,6 \pm 0,2$ mm (n=5) do maior e menor eixo, respectivamente e peso de 0,4g (n=4).

Os ninhos foram sempre fixados na porção inferior das folhas com uso de teia de aranha, que foi disposta circundando toda a porção da folha em que o ninho estava inserido. Os ninhos foram fixados em folhas cuja largura no ponto de fixação superior do ninho variou entre 37 e 95,7 mm ( $64,5 \pm 14,9$  mm, n=15). Quando construídos em *Astrocaryum aculeatissimum* os ninhos sempre eram afixados nos pecíolos mais distais e conseqüentemente mais novos das folhas.

Os ninhos, tanto no período reprodutivo de 2014-2015 quanto de 2015-2016, se concentraram próximo do ponto central da área de estudo, com apenas poucos registros espalhados por outras porções da área delimitada (figura 5).

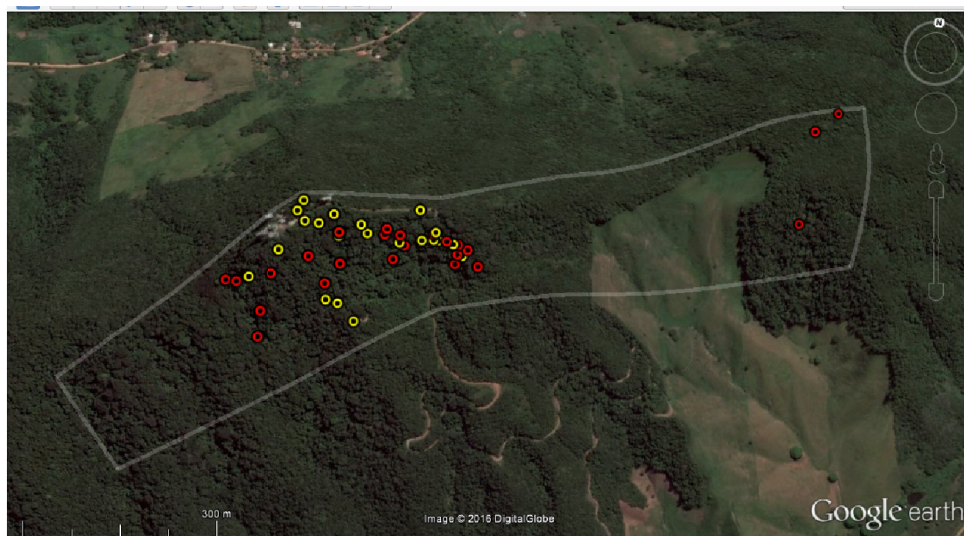
Figura 4- Ninhos de *Phaethornis idaliae* na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.



Legenda: À esquerda, fêmea no ninho. À direita, ninho após receber uma nova “taça” durante a reforma para reutilização.

Fonte: SANTOS, 2016.

Figura 5 - Distribuição espacial dos ninhos de *Phaethornis idaliae* na serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ



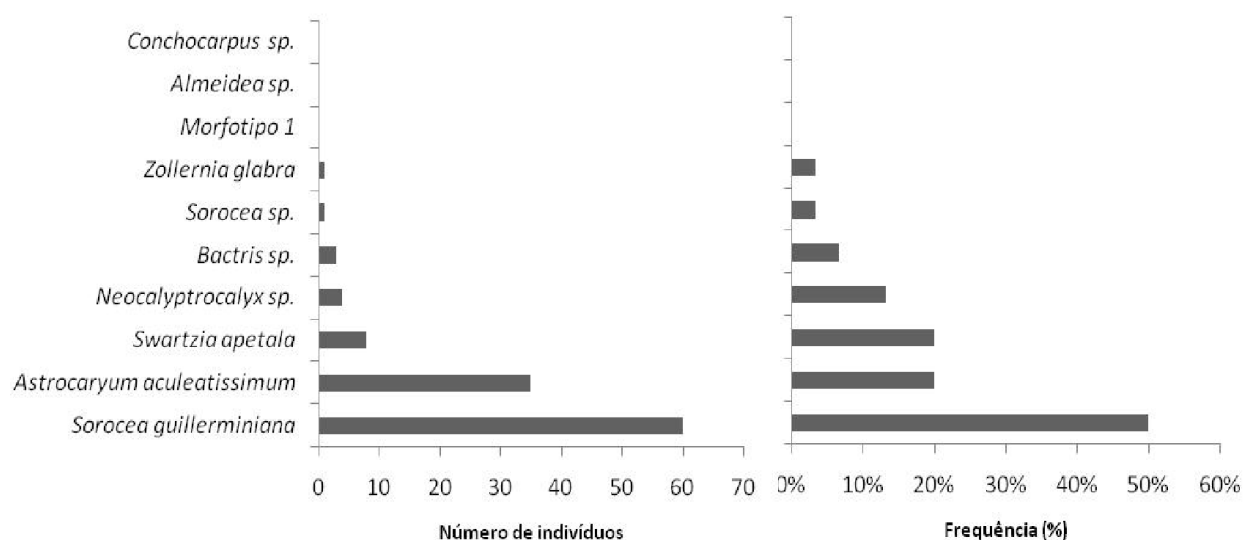
Legenda: Ninhos registrados em 2014-2015 (amarelo) e em 2015-2016 (vermelho). Imagem do Google Earth.

Fonte: SANTOS, 2016.



Os ninhos foram encontrados em 10 espécies de plantas, sendo 42 (80,8%) em *Astrocaryum aculeatissimum* (Arecaceae) e com exceção de um evento de reutilização de ninho, todas as demais espécies de plantas suporte contaram com apenas um registro de nidificação. Dentre espécies utilizadas para nidificação, *Sorocea guillerminiana* (Moraceae) predominou em abundância e em frequência nas parcelas amostradas. *Astrocaryum aculeatissimum*, espécie mais utilizada como planta suporte dos ninhos, foi a segunda espécie em abundância e em frequência nas parcelas, apresentando a mesma frequência que *Swartzia apetala* (Fabaceae) (figura 6). A frequência de uso das plantas suporte diferiu do esperado ao acaso ( $G = 54,28$   $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ), com *Astrocaryum aculeatissimum* se destacando como a planta mais utilizada. Quando comparamos apenas as abundâncias relativas de *A. aculeatissimum* e *Sorocea guillerminiana*, espécie de planta suporte mais abundante na área de estudo, *A. aculeatissimum* foi novamente mais utilizada ( $G = 89,45$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ).

Figura 6 - Disponibilidade de plantas suporte utilizadas por *P. idaliae* durante 2014-2016, São Pedro da Aldeia, RJ

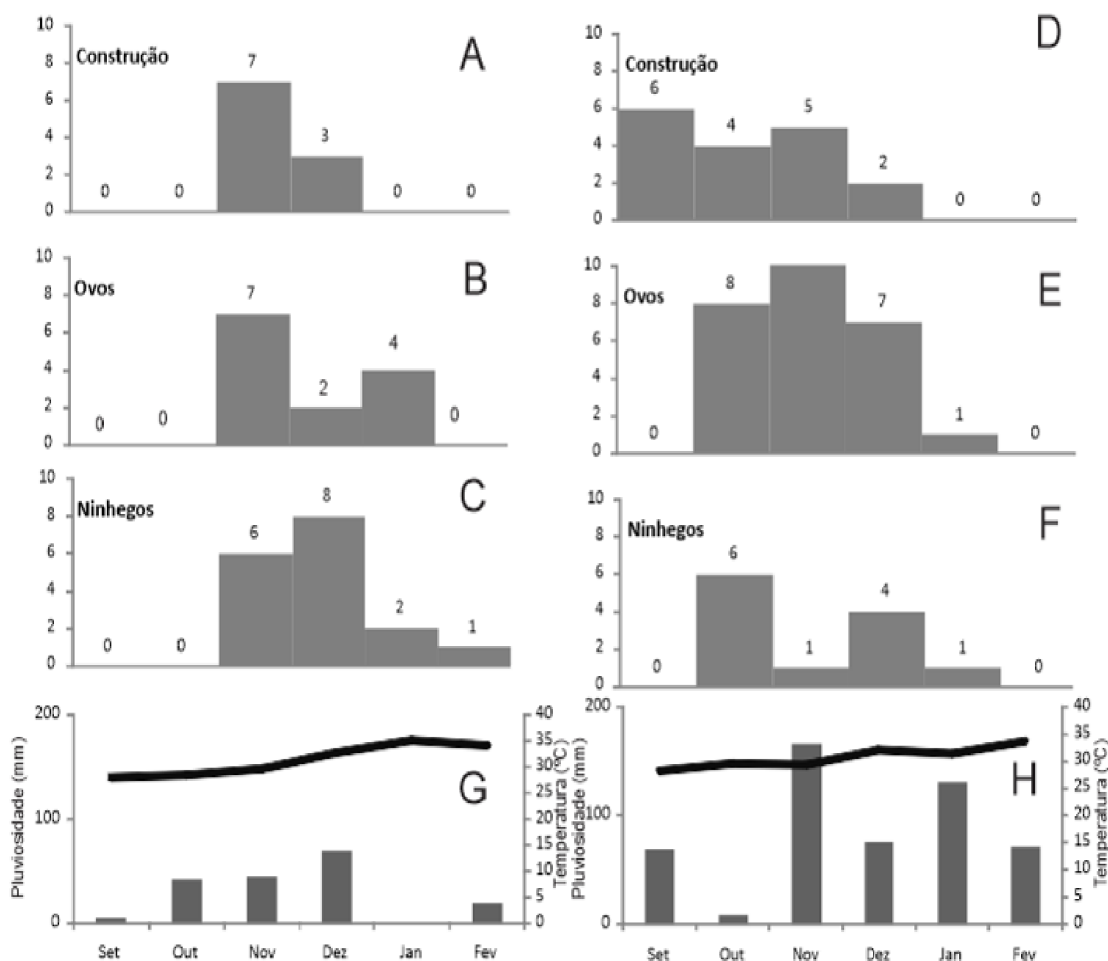


Legenda: Disponibilidade de plantas suporte utilizadas para nidificação por *Phaethornis idaliae* na área de estudo durante as estações reprodutivas de 2014 - 2016. À esquerda, abundância relativa de cada espécie e à direita, porcentagem de parcelas em que as espécies foram encontradas.

Fonte: SANTOS 2016.

No período reprodutivo de 2014-2015 os meses de maior atividade (número de ninhos ativos) foram novembro e dezembro, enquanto que em 2015-2016 houve intensa atividade reprodutiva no mês de outubro, com aumento no mês de novembro e redução no mês de dezembro. Em ambos os casos, os períodos de maior atividade foram seguidos pela redução abrupta no número de ninhos ativos no mês de janeiro (Figura 7). Durante as observações realizadas no período entre julho de 2014 a fevereiro de 2015, quatro ninhos foram reutilizados, dos quais dois foram reutilizados no mesmo período reprodutivo em que foram construídos e outros dois reutilizados presumidamente a partir de ninhos do período reprodutivo anterior, assim avaliado devido ao aspecto mais ressecado e endurecido em decorrência da ação do tempo.

Figura 7 – Período reprodutivo de *Phaethornis idaliae* na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.



Legenda: De cima para baixo, barras representam o número de ninhos por mês nas diferentes fases da reprodução (construção de ninhos, incubação e ninhego, respectivamente) e dados climáticos para a estação reprodutiva de 2014/2015 à esquerda e 2015/2016 à direita. Dados climáticos obtidos por meio do INMET. Linhas representam a temperatura média e barras representam a pluviosidade mensal.

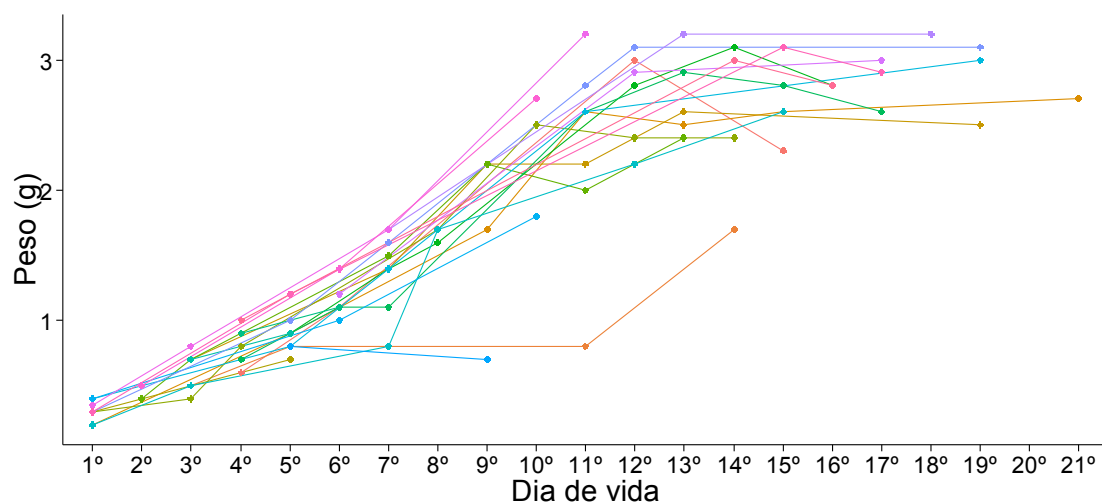
FONTE: SANTOS, 2016.

Dois casos de reutilização de ninhos foram precedidos de extensas reformas e uma nova “taça” foi produzida sem que a “taça” do ninho original tivesse sido completamente destruída. Dessa forma, ao final da reforma os ninhos apresentavam duas taças (Figura 4). Em um desses ninhos, a reutilização foi precedida de sucesso, entretanto, o ninho, mesmo após a reforma, foi encontrado caído no chão ainda com ovo alguns dias após a postura. O outro ninho foi predado ainda na fase de ovo e não foi possível determinar se o ninho havia tido sucesso na ninhada anterior.

Outro evento de reutilização de ninhos foi detectado e se tratou de uma fêmea marcada com tinta atóxica que já havia tido sucesso em uma ninhada anterior, no início da estação reprodutiva. Essa fêmea reutilizou um ninho utilizado por outro indivíduo não marcado que teve seus ovos predados. Essa nova tentativa de nidificação também não obteve sucesso e os ninhegos morreram com aproximadamente dois dias de vida.

Em 92% (32) dos ninhos acompanhados a postura foi de dois ovos. Em apenas dois casos foi possível concluir que houve a postura de apenas um ovo e em apenas uma situação houve a postura de três ovos. Dois ninhos puderam ser acompanhados desde o dia de postura do primeiro ovo e tiveram seu período de incubação estimado em 14 e 16 dias. O tempo para a saída dos ninhegos foi estimado para quatro ninhos e variou entre 17 e 21 dias ( $18,2 \pm 1,3$ ). Os ninhegos saíram com  $2,65 \pm 0,19\text{g}$  ( $n=4$ ). A taxa de crescimento (K) foi  $0,35 \pm 0,05$  (máx.=0,43, mín.=0,17,  $n=10$ ). Um ninhego infestado com larvas de *Philornis* sp. teve sua taxa de crescimento muito reduzida comparada aos outros ninhegos (K=0,17), mantendo-se com praticamente o mesmo peso entre o quinto e o décimo dias após o nascimento. Posteriormente houve um rápido incremento no peso deste ninhego até ser predado (Figura 8).

Figura 8 - Medidas do peso dos ninhegos de *Phaethornis idaliae* ao longo de seu desenvolvimento.

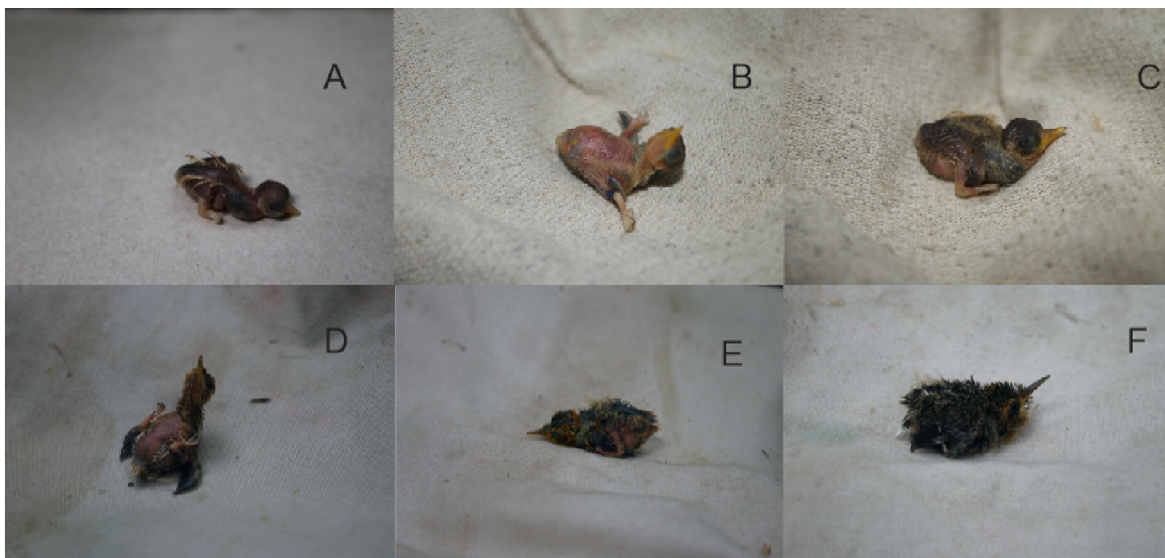


Legenda: Linhas representam o crescimento de cada um dos ninhegos medidos ao menos duas vezes, independente de obterem sucesso (saírem do ninho).

Fonte: SANTOS, 2016.

No primeiro dia de vida os ninhegos de *P. idaliae* apresentam duas linhas de penas paralelas (pterilas) de cor dourada que percorrem toda a extensão do dorso, semelhantes à cor que irão exibir quando adultos. No sexto dia de vida, quando os ninhegos já estão abrindo os olhos, as pterilas estão reduzidas à porção mais superior do dorso e os ninhegos já começam a apresentar os primeiros canhões de penas espalhados por todo o dorso, píleo e asas distribuídos uniformemente, além de duas linhas de penas paralelas se estendendo longitudinalmente por todo o ventre. No décimo dia, as pterilas estão ainda mais reduzidas, enquanto que o dorso já está completamente coberto por penas de cor acastanhada e base enegrecida, semelhante à coloração que terão quando adultos, as linhas de penas do ventre já apresentam certa diferenciação, sendo aquelas da metade superior dourada e as da metade inferior branca. No 16º dia, os ninhegos apresentaram a coloração completa, com a faixa negra ao redor dos olhos, primeiras retrizes já diferenciadas com a ponta branca, pterilas mais reduzidas, mas ainda presentes (Figura 9).

Figura 9 - Ninhegos de *Phaethornis idaliae* em diferentes fases de desenvolvimento na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.



Legenda: A) ninhego no primeiro dia de vida; vista ventral (B) e dorsal de ninhego (C) no sexto dia de vida; vistas dorsal (D) e ventral (E) do ninhego com 10 dias de vida; e F) ninhego com 16 dias de vida, quando já possui a plumagem que será mantida até o dia de deixar o ninho.

Fonte: SANTOS, 2016.

.O bico do ninhego, completamente amarelo nos primeiros dias de vida, tem sua coloração gradualmente substituída para aquela que será encontrada nos adultos, maxila negra e mandíbula amarela na porção mais proximal, até o 16<sup>a</sup> dia de vida. Até deixar o ninho, a região gular enegrecida, característica específica para diferenciação sexual nesta espécie, não se manifestou na plumagem. Nos últimos dias antes de deixar o ninho, os ninhegos de *P. idaliae* frequentemente foram encontrados com seus bicos voltados em direções opostas nos ninhos.

## 5.2 Sobrevivência

A predação foi a principal causa de insucesso dos ninhos, tanto em 2014-2015 (77,8%) como em 2015-2016(53,3%). Em um caso, foi possível observar que os dois ovos de um ninho construído em um *A. aculeatissimum* caíram no solo devido à movimentação da folha, na qual estava apoiado o ninho, por ação do vento. Em duas ocasiões um dos dois ninhegos de ninhos acompanhados não eclodiu.

Durante a estação reprodutiva de outubro de 2014 a fevereiro de 2015, quatro ninhos (30,8%) dos 13 encontrados em atividade, tiveram sucesso e a taxa de sobrevivência diária estimada por meio do protocolo de Mayfield foi de 0,95 e o sucesso aparente 18,7%. Já no período de setembro de 2015 a janeiro de 2016, 10 (40,0%) dos 25 ninhos encontrados em atividade tiveram sucesso e a taxa de sobrevivência diária foi de 0,955 com sucesso aparente de 22,3% (Tabela 1). O valor da taxa de sobrevivência diária estimada para a fase de ovos foi maior que na fase de ninhegos no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015 e o contrário foi obtido para o período entre setembro de 2015 e janeiro de 2016 (Tabela 1). Esses resultados indicam que não deve haver uma diferença significativa na probabilidade de sobrevivência entre as fases de incubação e ninhego.

Tabela 1– Sucesso, insucesso e taxa de sobrevivência diária de ninhos de *Phaethornis idaliae* na Serra de Sapatiba, São Pedro da Aldeia, RJ.

Período / Fase	Sucesso	Insucesso			Exposição (dias)	TSD Mayfield	Sucesso aparente
		Predação	Abandono	Outros*			
<b>2014-2015</b>							
<b>Ovos</b>	7	2	0	0	81	0,9753	
<b>Ninhegos</b>	4	5	2	0	100,5	0,9303	
<b>TOTAL</b>	4	7	2	0	181,5	0,9504	0,1867
<b>2015 – 2016</b>							
<b>Ovos</b>	11	4	1	3	156,5	0,9489	
<b>Ninhegos</b>	10	4	3	0	180,5	0,9612	
<b>TOTAL</b>	10	8	4	3	337	0,9555	0,2226
<b>2014-2015</b>							
<b>Ovos</b>	18	6	1	3	237,5	0,9579	
<b>Ninhegos</b>	14	9	5	0	281	0,9502	
<b>TOTAL</b>	14	15	6	3	518,5	0,9537	0,2093

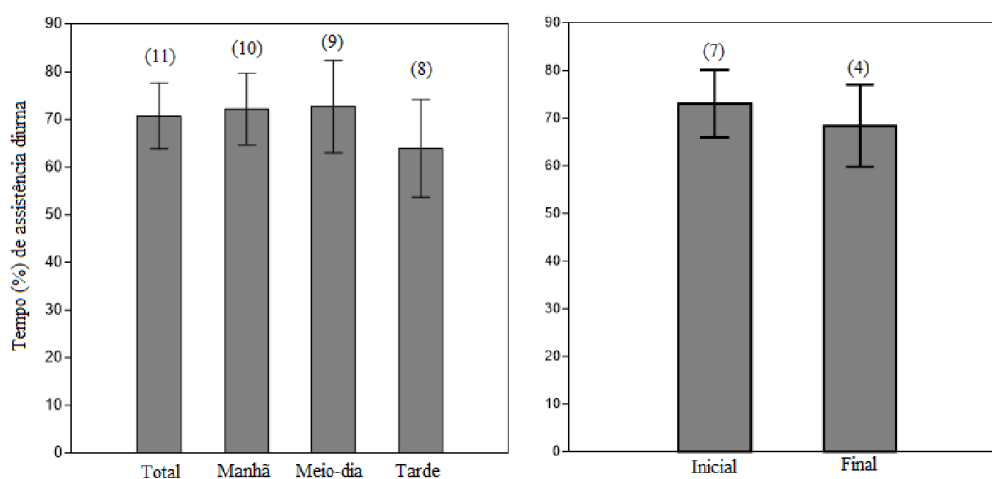
\*Ninhos cujos ninhegos não eclodiram após o prazo limite de incubação (14 dias a partir de monitoramento), assim como aqueles com ovos íntegros caídos no solo.



### 5.3 Cuidado parental ao longo das fases de ovo e de ninhegos e ao longo do dia

Foram realizadas 30 gravações de 19 ninhos que totalizaram 360 horas referentes aos períodos entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015 e setembro de 2015 e fevereiro de 2016. Apenas as fêmeas incubaram os ovos e alimentaram os ninhegos. Durante a fase de incubação dos ovos, a proporção do tempo total de assistência diurna da fêmea no ninho foi de  $70,9 \pm 7,2\%$  (média  $\pm$  desvio padrão,  $n=11$ ) (Mín.=57,6% e Máx.=79,3%) do tempo amostrado para as observações de 12 horas e não apresentou variação significativa entre a fase inicial ( $73 \pm 7,0\%$ ,  $n=7$ ) e a fase final da incubação ( $68 \pm 8,6\%$ ,  $n=4$ ), (Teste-T,  $F_{1,31}=0,79$ ,  $p=0,516$ ). As visitas da fêmea ao ninho tiveram duração média de  $29 \pm 8,42$  minutos e não variaram de forma significativa na fase inicial ( $30,5 \pm 11$  minutos,  $n=7$ ) e final da incubação ( $26,25 \pm 3$  minutos,  $n=4$ ) (Teste-T,  $F_{15,164}=0,04$ ,  $p=0,48$ ). Da mesma forma, os resultados não apontaram diferenças significativas entre o tempo de permanência no ninho entre as diferentes fases do dia (ANOVA,  $F_{1,32}=0,29$ ,  $df=2$ ,  $p=0,157$ ) (Figura 10).

Figura 10 - Tempo (%) de assistência diurna por fêmeas de *Phaethornis idaliae* em ninhos na fase de incubação em São Pedro da Aldeia, RJ.



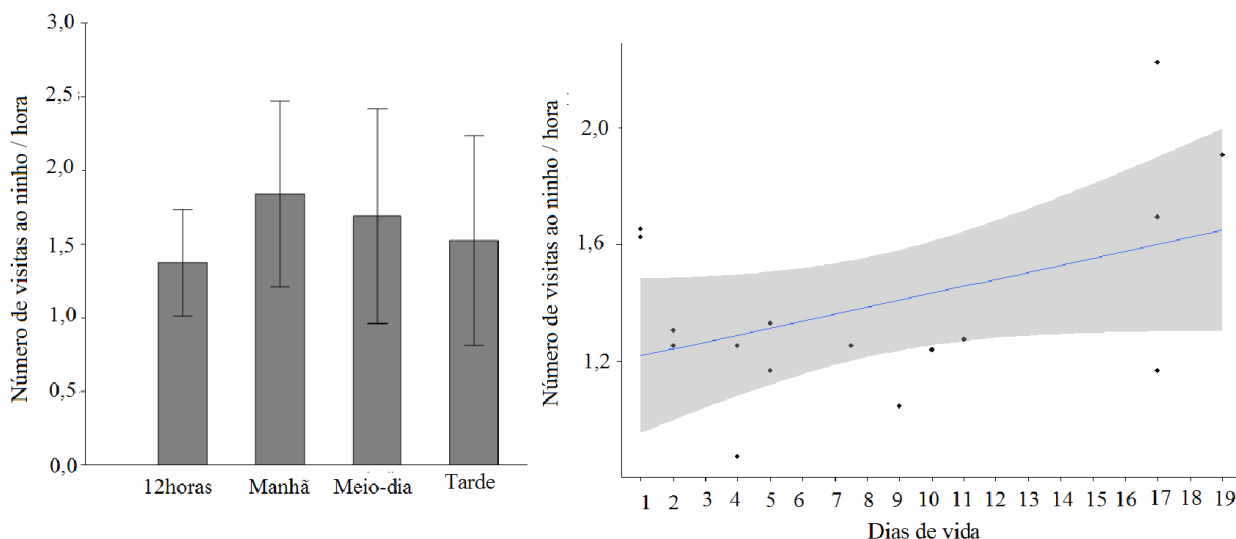
Legenda: À esquerda, tempo de assistência (média + desvio padrão) ao longo do dia nos períodos da manhã (06:00 - 09:59h), meio-dia (10:00 - 13:59h) e tarde (14:00 - 18:00h) e à direita, tempo de assistência nas fases inicial (1<sup>o</sup>-7<sup>o</sup> dia) e final (8<sup>o</sup>-14<sup>o</sup>) da incubação. Em parenteses tamanho amostral para cada classe.

Fonte: SANTOS, 2016.

Em função da ausência de diferença significativa no cuidado parental ao longo do dia, os valores e análises doravante apresentados são baseados no ciclo de 12 horas de observação.

A média ( $\pm$  desvio padrão) da taxa de alimentação da prole foi de  $1,39 \pm 0,34$  visitas/hora (Mín.=0,87 e Máx.=2,22, n=13) e não apresentou relação significativa com a idade dos ninhegos ( $R^2=0,342$ ,  $p=0,10$ , n=16). A taxa de alimentação não apresentou relação significativa com os períodos do dia (ANOVA,  $F_{0,68}=0,51$ ,  $df=2$ ,  $p=0,512$ ) (Figura 11).

Figura 11 - Taxa de alimentação da prole por fêmeas de *Phaethornis idaliae* em São Pedro da Aldeia, RJ.



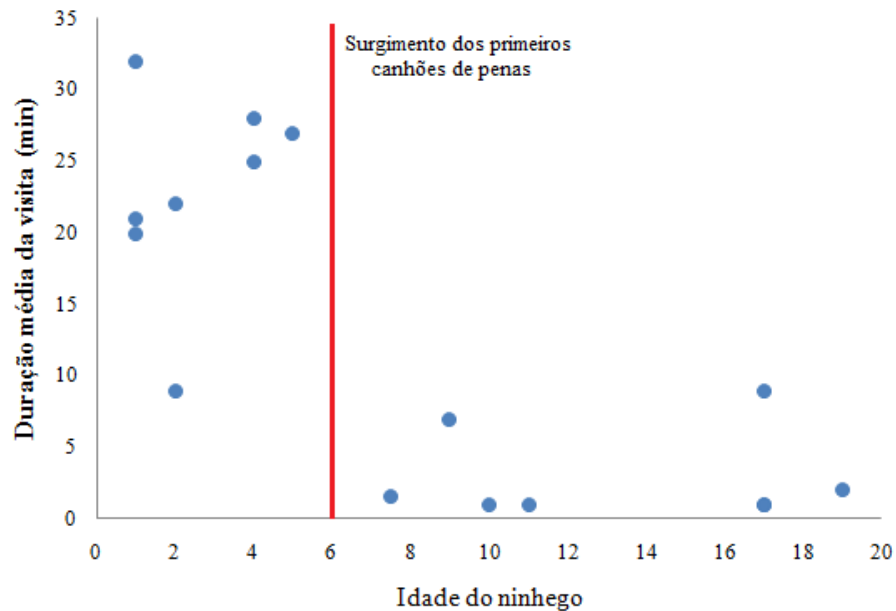
Legenda: A) Taxa de alimentação da prole (média + desvio padrão) ao longo do dia nos períodos da manhã (06:00 - 09:59h), meio-dia (10:00 - 13:59h) e tarde (14:00 - 18:00h) e B) Taxa de alimentação da prole ao longo do desenvolvimento dos ninhegos.

Fonte: SANTOS, 2016.

O tempo médio despendido pela fêmea em cada visita foi de  $12 \pm 11$  minutos e decaiu significativamente ao longo do desenvolvimento dos ninhegos ( $R^2=0,563$ ,  $p > 0,01$ , n=16), com forte redução a partir do 6º dia vida dos ninhegos (Figura 12), idade em que surgem os primeiros canhões de penas espalhados por todo o corpo do ninhego. O comportamento da fêmea para acessar o ninho também mudou ao longo do desenvolvimento dos ninhegos, de forma que a alimentação da prole ocorreu sem que a

fêmea pousasse no ninho, motivo pelo qual as visitas passaram a durar apenas alguns segundos.

Figura 12 - Duração média das visitas da fêmea ao ninho em relação à idade dos ninhegos.



Legenda: Linha vertical indica a idade em que surgem os primeiros canhões de pena nos ninhegos.

Fonte: SANTOS, 2016

Não houve mudança significativa ao longo da estação reprodutiva e nem efeito da temperatura nos parâmetros de tempo de assistência diurna e na duração média das visitas e dos intervalos entre visitas nas fases de incubação e de ninhegos, bem como na taxa de retorno para alimentação da prole por parte da fêmea (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados das análises de regressão simples e múltipla entre as variáveis explicativas candidatas à descrição dos parâmetros do comportamento de cuidado parental em *Phaethornis idaliae* na Serra de Sapiatiba, São Pedro da Aldeia, RJ, no período entre 2014 e 2016.

Variável dependente	Variáveis/Modelo	n	$\beta$	Erro padrão	t	F	p	$r^2$
Assistência diurna	Temperatura	10	-2,501	0,822	-1,115		0,297	0,134
	Estação	11	0,260	0,086	0,154		0,880	0,002
Duração das visitas - (incubação)	Temperatura	11	-0,311	0,10	-0,375		0,716	0,015
	Estação	11	-3,03	0,97	-0,870		0,405	0,079
Duração dos intervalos entre visitas (incubação)	Temperatura	11	-0,474	0,158	-0,098		0,923	0,001
	Estação	11	-4,617	1,489	-0,768		0,462	0,061
“Taxa de alimentação”	Idade	15	0,055	0,013	1,756		0,103	0,438
	Temperatura	15	-0,134	0,037	-0,212		0,836	0,003
	Estação	15	0,024	0,006	1,093		0,294	0,290
Duração das visitas - ninhegos	Idade	15	-1,666	0,318	-3,810		0,002	0,527
	Temperatura	15	4,0655	1,105	0,737		0,474	0,200
	Estação	15	0,726	0,199	0,500		0,623	0,191
Duração dos intervalos entre visitas (ninhegos)	Idade	15	2,030	0,509	1,699		0,113	0,182
	Temperatura	15	-4,953	1,363	-0,445		0,663	-0,122
	Estação	15	-0,884	0,233	-1,118		0,258	-0,312
Assistência diurna Incubação	Temperatura + Estação	10	129,840	31,675		0,874	0,534	0,466

<b>Variável dependente</b>	<b>Variáveis/Modelo</b>	<b>n</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>Erro padrão</b>	<b>t</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
Duração das visitas- Incubação	Temperatura + Estação	11	-25,929	67,280		0,734	0,510	0,155
Duração dos intervalos - incubação	Temperatura + Estação	11	-40,496	42,023		1,233	0,341	0,235
Taxa de alimentação	Idade + Temperatura+ Estação	11	1,460	1,194		1,587	0,302	0,248
Duração das visitas - ninhegos	Idade + Temperatura + Estação	11	21,481	29,547		4,249	0,032	0,537
Duração dos intervalos - ninhegos	Idade + Temperatura + Estação	11	12,109	44,997		1,399	0,295	0,276

## 6 DISCUSSÃO

No presente estudo, todos os ninhos foram compostos principalmente por fibra de *Ceiba* sp. (Bombacaceae) sem qualquer vestígio de material oriundo de bromélias, além disso, a presença de musgos dentro dos ninhos só foi detectada em ninhos sem atividade enquanto que nos ninhos ativos a presença de musgos, quando detectada, se restringia à parede externa do ninho. Esses resultados são um pouco diferentes dos encontrados por Ruschi (1949), o qual descreve o ninho de *Phaethornis idaliae* como sendo composto de material vegetal (“paina” no texto original) branco e amarelo canela de bromélias e forrado ao fundo com líquem verde escuro.

Os locais utilizados para nidificação por *P. idaliae* aparentemente estão concentrados em uma porção restrita da área de estudo, o que pode indicar que nessa região existam melhores condições para a nidificação da espécie. Uma vez constatada uma elevada proporção de ninhos em *Astrocaryum aculeatissimum* (80,8%) maior do que a esperado para esse espécie, é possível que o uso dessa espécie possa conferir alguma vantagem reprodutiva para *P. idaliae* ou que determinadas características do hábitat favoreçam, tanto a reprodução do iriri, quanto a desta ave, sem relação causal.

Os ninhos de *P. idaliae* podem permanecer fixados à planta suporte por até três anos (M.B. Vecchi obs. pessoal). No entanto, a reutilização de ninhos pode ser considerada incomum, uma vez que em 52 ninhos registrados durante o estudo houve apenas quatro registros de reutilização (7,69%). A observação de uma fêmea utilizando um ninho no qual outra fêmea não obteve sucesso, sugere que a reutilização dos ninhos não se dá exclusivamente devido ao sucesso ou fracasso da ninhada anterior. É possível que aspectos como o ressecamento do ninho e da folha suporte sejam variáveis importantes para a decisão de reutilizar ou não um ninho.

Os ovos de *P. idaliae*, segundo Ruschi (1949) mediram 13 X 8mm e pesaram 0,32g, sendo um pouco maiores e mais leves do que os registrados no presente estudo. O período de incubação e tempo como ninhegos registrados no presente estudo também mostram uma amplitude maior que a descrita por Ruschi (1949), o qual registrou 14 dias para a incubação e 21 dias para a saída dos ninhegos do ninho.

A comparação dos resultados do presente estudo referentes à reprodução de *P. Idaliae* com dados disponíveis para outras espécies do subgênero *Pygmornis* indica uma maior similaridade com espécies deste grupo do que com outras espécies do gênero *Phaethornis* (*Phaethornis eurynome* e *Phaethornis pretrei*), mesmo que ocorram em simpatria. Skutch (1951) descreve o ninho de *P. longuemareus* como similar ao de *P. idaliae* em formato e disposição nas folhas de palmeiras que lhe serviam de suporte, variando entre 91 e 181cm de altura, com as seguintes medidas: tamanho da taça, desconsiderando o prolongamento, variando entre 63,5 e 100mm, diâmetro interno 25,4mm, diâmetro externo 38,1mm. Os materiais para construção do ninho de *P. longuemareus* envolveram, além de teia de aranha, uma variedade de outros materiais vegetais como fibras de *Erigeron* spp. (Asteraceae), folhas e fibras de samambaias, folhas de mocotiledônias e musgos verdes (SKUTCH 1951). Dessa forma, os ninhos de *P. idaliae* foram mais similares aos ninhos descritos para *P. ruber* em relação às medidas (tamanho 105-150mm, diâmetro interno 24-28 mm e diâmetro externo 47–50mm; ONIKI 1970; MUSCAT et al. 2014), distinguindo-se apenas pela pouca ou nenhuma quantidade de líquen utilizada para ornamentação dos ninhos (ONIKI 1970; MUSCAT et al. 2014).

Segundo Ruschi (1949), o ninho de *Phaethornis squalidus* tem formato semelhante aos outros ninhos comparados no presente estudo quanto à forma de fixação na folha, geralmente utilizando palmeiras ou taquara como planta suporte. No entanto, difere das demais espécies pelo uso de escamas de xaxim e pelo uso do líquen *Spiloma roseum*, que tingem os ovos com uma coloração rosada, fenômeno também descrito para *P. eurynome* e *P. pretrei*. Ruschi (1949), baseado nessas diferenças concluiu que o ninho de *P. squalidus* é mais similar ao de *P. eurynome*, do que ao de *P. idaliae*. A maior similaridade do ninho de *P. squalidus* com *P. eurynome* corrobora sua classificação como espécie com caracteres taxonômicos mais basais, quando comparada às demais espécies do subgênero *Pygmornis* ou seja, mais semelhante aqueles exibidos pelas demais espécies do gênero *Phaethornis*, como aponta Hinkelman e Schuchmann (1997).

O ninho de *P. eurynome* se assemelha aos demais ninhos comparados no presente estudo, enquanto que o ninho de *P. pretrei* é um dos mais diferentes dentro do gênero pois, apesar de também possuir forma cônica alongada, fixa-se geralmente em raízes próximas a barrancos e comumente aproveitam fios elétricos e construções humanas, como pontes, para nidificar (RUSCHI 1964).

As medidas dos ovos de *P. idaliae*, registrados no presente estudo, foram mais semelhantes às aquelas encontrados para *P. longuemareus* 11,5 X 7,1mm (SKUTCH 1951) do que para as medidas de *P. ruber* obtidas no sudeste brasileiro 10 X 7mm (MUSCAT et al. 2014, n=2), uma vez que esta última espécie apresenta uma grande variação no tamanho dos ovos ao longo do gradiente latitudinal, como é possível observar pelas medidas obtidas na Amazônia a partir de três ovos, incluindo dois com 12 X 9mm e um com 11 X 8mm (ONIKI 1970) e no Suriname, 13 X 7mm (SCHUCHMANN 1986, n=2).

O período de incubação de *P. idaliae* registrado no presente estudo foi similar aos períodos de incubação descritos para *P. ruber* (14-17 dias) (ONIKI 1970; SCHUCHMANN 1989) e *P. longuemareus* (15-16 dias, n=2) (SKUTCH 1951), porém o tempo para a fase de ninhegos foi mais similar ao de *P. longuemareus* (20-21 dias) (n=2) do que para *P. ruber* que variou entre 15 e 22 dias (ONIKI 1970; SCHUCHMAN 1986; MUSCAT et al. 2014).

Os ovos de *P. squalidus* possuem as seguintes medidas 14 X 9mm e peso 0,41g, a incubação dura 16 dias e os ninhegos deixam o ninho com 27 dias de vida (RUSCHI 1949). *Phaethornis squalidus* e *P. longuemareus* compreendem as maiores espécies do subgênero *Pygmornis* com fêmeas pesando entre 2,5–3,5g e 2,5–3,8 respectivamente, enquanto que *P. ruber* pesa entre 1,8–3,0g e *P. idaliae* 2,5g (obs. pessoal). Dessa forma, as medidas de ovos e tempo de incubação e de permanência de ninhegos nos ninhos mostram uma relação alométrica com o peso da fêmea, como já demonstrada para outras espécies (STARCK e RICKLEFS 1998; FREYMANN e SCHUCHMANN 2008).

A taxa de crescimento de *P. ruber* registrada por Schuchmann (1986) foi de  $K=0,46$  (n=1), maior que o valor médio obtido no presente estudo para *P. idaliae* ( $K=0,35$ ; n=10). Entretanto, como a taxa de crescimento foi calculada com apenas um ninhego para *P. ruber*, é possível que o valor obtido por Schuchmann (1986) não seja representativo da espécie, uma vez que é possível que em *P. ruber*, assim como *P. idaliae*, existe uma variação na taxa de crescimento ( $K=0,43-0,17$ ). De forma geral, a taxa de crescimento de *P. idaliae* se assemelha mais às espécies maiores como *Colibri coruscans* ( $K=0,29-0,3$ ; n=13, peso da fêmea=7,7g), *Thalurania colombica* ( $K=0,32$ , n=1, peso da fêmea=4,2g), *Amazilia tzacatl* ( $K=0,33-0,36$ , n=5, peso da fêmea=5,0g)



(Freymann e Schuchmann 2008). Não há dados disponíveis na literatura sobre a taxa de crescimento de *P. longuemareus*.

O período reprodutivo de *P. idaliae* coincide com o período chuvoso da região, geralmente associado à maior disponibilidade de espécies em floração e disponibilidade de artrópodes (SKUTCH 1950; STILES 1975; SICK 1997), como ocorre para *P. ruber*, *P. squalidus* que se reproduzem entre outubro e fevereiro, *P. eurynome* entre setembro e março e *P. pretrei* entre setembro e abril (RUSCHI 1964). Devido às altas taxas metabólicas, torpor e predominância do néctar em sua dieta (WOLF 1970; BROWN et al. 1978, SICK 1997), os beija-flores devem então ser especialmente dependentes desses recursos para a reprodução, mesmo que ninhegos sejam alimentados frequentemente com artrópodes. Essa dependência e consequente ajuste aos padrões fenológicos têm sido utilizados para explicar a grande discrepância existente entre o período reprodutivo de espécies amazônicas (geralmente entre março e novembro) e da Mata Atlântica (entre setembro e março), ou mesmo variação intra-específica, como é o caso de *Glaucis hirsutus* nesses dois biomas (NOVAES e CARVALHO 1957; RUSCHI 1964).

O maior número de ninhos ativos no início do período reprodutivo pode ser uma estratégia para realização de mais de uma postura numa mesma estação reprodutiva, uma vez que múltiplas posturas são bem documentadas para beija-flores (BATCHELDER et al. 2012; SCHUCHMANN e BONAN 2013). Essa mesma hipótese também foi proposta por Grant *et al.* (2005) para duas espécies de Passeriformes (*Pooecetes gramineus* e *Spizella pallida*) que também apresentam maior número de ninhos ativos no início do período reprodutivo.

Apesar do baixo sucesso aparente, a sobrevivência total dos ninhos de *P. idaliae* (20,9%) é maior do que a encontrada em *Thamnophilus ambiguus* (sucesso 10,0%, TSD Mayfield 0,80) e *Formicivora littoralis* (sucesso 0,0%, TSD 0,86) (BALLARINI 2016) em ambiente de restinga, também inserida no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, localizada a 20 km da área de estudo. Os resultados encontrado no presente estudo foram semelhantes ao encontrado por Baltosser (1986) que relata uma proporção simples de ninhos de sucesso de *Archilochus alexandrii* no Arizona obteve uma média de 19,5% ( $\pm 5,8\%$ ) de sucesso e em Novo México a média de 34,8% ( $\pm 2,1\%$ ), enquanto para a proporção média simples de ninhos com sucesso para *P. idaliae* foi de 36,7% ( $\pm$

3,3%). Apesar da semelhança exibida entre *P. idaliae* e *A. alexandri*, outras espécies de beija-flores na mesma área de estudo que *A. alexandri* podem apresentar valores bem diferentes de sobrevivência, como por exemplo *Cynanthus latirostris* ( $60,0 \pm 20,0\%$ ), *Amazilia violiceps* ( $56,7 \pm 5,8\%$ ) e *Calypte costae* ( $5,6 \pm 9,6\%$ ) (BALTOSSER 1986).

O sucesso reprodutivo aparente em *P. idaliae* variou aproximadamente 4% entre os dois anos amostrados. Essa variação pode ser considerada baixa quando comparada a de outras espécies de beija-flores. Em sete anos consecutivos de estudo com *A. alexandrii* por exemplo, a probabilidade de sobrevivência variou de 31% a 73% (SMITH et al. 2009). Essa variação na taxa de sobrevivência deve ser devida a diversos fatores, entre eles a escolha dos locais de nidificação (ver CHALFOUN e SCHMIDT 2012). Dessa forma, o uso frequente (cerca de 80%) de apenas uma única planta suporte, *A. aculeatissimum*, para a nidificação em *P. idaliae* pode ter reduzido a variação na probabilidade de sobrevivência dos ninhos.

A principal causa de insucesso dos ninhos de *P. idalie* no presente estudo foi a provável predação dos ovos e ninhegos, como era esperado para regiões tropicais (ONIKI 1979, REMES et al. 2012), o que é também encontrado para outras espécies de beija-flores como *A. alexandri*, *C. costae*, *C. latirostris* e *A. violiceps* em região temperada (BALTOSSER 1986; SMITH et al. 2009). A ausência de diferença na TSD entre as fases de ovos (incubação) e ninhegos também é digna de nota, uma vez os riscos que a prole sofre podem mudar a partir da eclosão e desenvolvimento do ninhego, por exemplo, a partir da eclosão o risco de queda do ninho se reduz e dá lugar a um crescente aumento da demanda energética que pode não ser sustentada pelos pares reprodutores, esses riscos específicos podem resultar em diferentes probabilidades de sobrevivência entre as fases de ovos e ninhegos.

A proporção de tempo de assistência diurna ao ninho em *P. idaliae* foi similar a de diversas espécies da família, que variam entre 62% e 77% ( $68,9 \pm 5,43$ ), tanto para espécies de regiões tropicais quanto para regiões temperadas (BALTOSSER 1996; FIERRO-CALDERON e MARTIN 2007). Já a variação intra-específica registrada para *P. idaliae* foi maior do que a variação inter-específica documentada por Fierro-Calderon e Martin (2007) e corresponde à variação encontrada para *Sternoclyta cyanopectus* (Trochilinae) na Venezuela ( $68,0 \pm 7,9\%$  no fim da incubação) (FIERRO-CALDERON e MARTIN 2007). No entanto, nenhuma das variáveis testadas no presente estudo,

temperatura e tempo decorrido da estação reprodutiva, foram suficientes para explicar essa variação em *P. idaliae*, tanto durante a incubação, quanto durante a fase de ninhegos.

A ausência de relação entre a taxa de alimentação de ninhegos e período do dia foi similar ao encontrado para outras espécies de beija-flores como *Coeligena torquata* (MIKUSEK *et al.* 2006). Já a ausência de relação da taxa de alimentação com a idade do ninhego também foi registrada para *S. cyanopecta* (FIERRO-CALDERON e MARTIN 2007). A taxa de alimentação de *P. idaliae* ( $1,38 \pm 0,34$  visitas/hora) encontrada no presente estudo foi uma das menores já registradas para a família Trochilidae ( $\bar{X}=2,0 \pm 0,61$  visitas/hora, Mín.= 1,2, Máx. 3,3, n=11) (FIERRO-CALDERON e MARTIN 2007), maior apenas que a taxa de alimentação registrada para *Glaucis hirsuta* 1,15 visitas/hora (NOVAES e CARVALHO 1957) e *Chlorostilbon mellisugus* 1,2 visitas/hora (THOMAS 1994).

Uma vez que nenhuma das variáveis testadas foram explicativas para a taxa de alimentação da prole, sugerimos que talvez esse comportamento deva ser influenciado acima de tudo pela quantidade de recursos disponíveis nas proximidades do ninho. Desta forma, o modo de forrageamento do tipo “trap-line”, predominantemente na subfamília Phaethorninae, onde o indivíduo percorre longas distâncias buscando alimento ao longo do percurso percorrido, deve ser então ainda mais afetado, quando comparado com a defesa de territórios, típica da subfamília Trochilinae (SCHUCHMANN e BONAN 2013).

A duração dos intervalos entre visitas da fêmea ao ninho foi bastante reduzida a partir do surgimento dos canhões das penas espalhados por todo o corpo dos ninhegos, de forma similar ao encontrado para *Sternoclyta cyanopectus* (FIERRO-CALDERON e MARTIN 2007) e *P. ruber* (SCHUCHMANN 1986). Para *P. idaliae*, assim como para *P. ruber* (SCHUCHMANN 1986), o aparecimento dos canhões de pena aparecem no sexto dia de vida e para *P. ruber* a partir desse dia o ninhego começa a regular melhor a temperatura corporal (SCHUCHMANN 1986).

Outra variável que não apresentou efeito significativo nos parâmetros do cuidado parental foi a temperatura ambiental. Uma série de estudos apontam uma relação forte entre a temperatura do ambiente e o comportamento de incubação dos ninhos para diversas famílias (CONWAY e MARTIN 2000; RODRIGUEZ e ROPER 2011), o que é

esperado ocorrer principalmente em aves de pequeno porte, que podem ter maiores dificuldades na regulação da temperatura dos ovos (WEBB 1987). Entretanto, nos poucos estudos existentes sobre beija-flores, o efeito da temperatura no cuidado parental, parece ser especialmente controverso.

Com informações disponíveis para apenas quatro espécies de regiões temperadas, observa-se todas as combinações possíveis de resultados. Vleck (1981), no entanto, estudando *Calypte anna* e *Archilochus alexandri*, não encontrou qualquer relação entre o tempo de assistência diurna e a duração das visitas ao ninho e dos intervalos com a temperatura do ambiente, resultado similar ao encontrado para *Selasphorus calliope* por Calder (1971). *Calypte costae*, no entanto, apresentou relações positivas entre o tempo de assistência diurna ao ninho e a duração de cada visita da fêmea ao ninho com a temperatura ambiental, apesar do tempo dos intervalos entre visitas estarem negativamente relacionadas com a temperatura, como demonstrado por Vleck (1981). Smith *et al.* (1974) estudando *Calypte anna*, mostram uma relação positiva entre a número de visitas e intervalos entre visitas com a temperatura ambiental.

Esperava-se que os aspectos do cuidado parental variassem de acordo com o desenvolvimento do período reprodutivo, pois em beija-flores, inclusive em *P. idaliae*, a reprodução acompanha os períodos chuvosos, que provavelmente ofertam maior quantidade de alimento (SICK 1997). O esforço alocado na alimentação da prole, deve se refletir no tempo de permanência fora do ninho para aquisição de alimento e tempo de intervalo entre cada visita e deveria aumentar a medida que o período reprodutivo se aproxima do final, refletindo a redução na disponibilidade de alimento (e.g. POULIN *et al.* 1992).

O cuidado parental exclusivo por fêmeas possui origens distintas entre as aves altriciais e tem evoluído principalmente em aves tropicais que se alimentam de frutos e néctar (COCKBURN 2006). Além disso, algumas características ligadas à reprodução podem ter evoluído como adaptações que permitiram o cuidado apenas pelas fêmeas, como o pequeno tamanho da ninhada e a taxa lenta de crescimento dos ninhegos (LILL 1986). Essas adaptações podem ser uma possível explicação para ausência de diferenças significativas entre o tempo de assistência diurna por beija-flores em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. A variação interespecífica nas taxas de alimentação da prole,

por sua vez, podem ser um reflexo do tipo de comportamento de aquisição de recursos apresentado por cada espécie, como já discutido previamente no presente capítulo.

As causas da variação intra-específica, no entanto, merecem maior atenção uma vez que são aparentemente controversas. Apesar das variáveis, temperatura e tempo decorrido dentro da estação reprodutiva, não serem significativas para explicar a variação intra-específica dos aspectos reprodutivos de *P. idaliae*, outros fatores, como risco de predação e pluviosidade, podem exercer algum efeito no comportamento de cuidado com a prole. Calder (1971) mostra que a escolha de micro-habitats para nidificação é essencial para o balanço térmico dos ovos durante a incubação, assim sendo, é possível que uma das causas da variação intra-específica no cuidado parental seja também relacionada a aspectos da localização do ninho, como cobertura do dossel e incidência solar. Além disso, é possível que o tempo de permanência no ninho possa ser modificado em dias de vento intenso, pois a presença da fêmea sobre o ninho impediria a possibilidade de queda dos ovos. Uma outra possibilidade seria a disponibilidade de recursos florais próximos ao ninho.

A comparação dos resultados de *P. idaliae* com outras espécies do gênero mostram que tanto o período de incubação, o período de ninhegos e a taxa de crescimento devem representar uma relação alométrica com o tamanho das fêmeas. O tempo de incubação e o tempo de ninhegos devem estar positivamente relacionados ao tamanho da fêmea, porém, por outro lado, a taxa de crescimento, como mostrado por Starck e Ricklefs (1998) e Freymann e Schuchmann (2008) tende a ser inversamente proporcional ao tamanho da fêmea. Ou seja, ninhegos de espécies menores crescem proporcionalmente mais rápido do que ninhegos de espécies maiores.

O período reprodutivo de *P. idalie* é similar ao de outras espécies de beija-flores na Mata atlântica da região sudeste (RUSCHI 1964). Esse padrão pode ser resultado da dependência dos beija-flores da disponibilidade de recursos que deve ser ainda mais intensa nessa família devido às altas taxas metabólicas.

Woods (1927) e Fierro-Calderon e Martin (2007) apontam uma relativa uniformidade nos aspectos reprodutivos dentro da família Trochilidae. Como mostrado no presente estudo essas similaridade nos aspectos reprodutivos como períodos de incubação e de ninhegos, assim como taxa de crescimento, tendem a ser mais evidentes em espécies mais aparentadas. Ou seja, *P. idaliae*, *P. longuemareus* e *P. ruber* são mais similares

entre si do que entre *P. squalidus* ou *P. eurynome*. Essas similaridades podem ser um reflexo tanto das relações filogenéticas quanto da relação de tamanho entre as espécies.

Entender os fatores que explicam as variações no comportamento de cuidado parental é um passo importante para entender os mecanismos que moldam a evolução dos aspectos da história de vida nas aves. Apesar do comportamento de assistência diurna ao ninho, dentro da família Trochilidae, mostrar-se aparentemente constante, a variação inter-específica é menor que a variação intra-específica, outros aspectos como as diferenças nas taxas de alimentação aos ninhos e a variação intra-específica no cuidado parental permanecem pouco estudados e sem consenso, o que sugere a necessidade de se pensar em novas abordagens sobre o tema. Os resultados do presente estudo mostram que variáveis ambientais, como temperatura e tempo decorrido ao longo da estação reprodutiva, podem não ser bons preditores para essa variação intra-específica, pelo menos para *P. idaliae* na área estudada. Entretanto, é possível que o comportamento de forrageamento das espécies (territorial ou *trap-liner*), com a aquisição de novos dados, possa vir a ser uma importante explicação para a variação interespecífica.

## REFERÊNCIAS

ALVES, M A S, PACHECO J F, GONZAGA L A P, CAVALCANTI R B, RAPOSO M A, YAMASHITA C, MACIEL N C, CASTANHEIRA M. 2000. Aves. In: BERGALLO H G, ROCHA C F D, ALVES M A S, VAN SLUYS M, (Org.). A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. edUERJ.

ARAÚJO, D.S.D. 1997. Cabo Frio region, southeastern Brazil. In DAVIS, S.D.; HEYWOOD, V.H.; HERRERA-MACBRYDE, O. VILLA-LOBOS, J.; HAMILTON, A.C, editores. Centre of plant diversity: a guide and strategy for their conservation 3. The Americas.WWF/IUCN, Washington DC, pp373-375.

BATCHELDER, N.; BATCHELDER, G.; LIVEZEY, D.A.; MARKS, J.S. Simultaneous multiple nests of Calliope Hummingbird and Rufous Hummingbird. *The Wilson Journal of Ornithology* v.124, n. 3, p. 640-643, 2012.

BALTOSSER, W.H. Nesting success and productivity of hummingbirds in southwestern New Mexico and southeastern Arizona. *Wilson Bulletin* v. 98, n. 3, p.353-367.1986.

BALTOSSER W H. Nest attentiveness in hummingbirds. *The Wilson Bulletin*, v. 108, n.2, p.228-245, 1996.

BARBIÈRE, E.B. Ritmo climático e extração do sal em Cabo Frio. *Revista Brasileira de Geografia*, v.37, n.4, p.23-109.1975.

BLANQUART, F.; KALTZ, O.; NUISMER, S.; GANDON, S.A practical guide to measuring local adaptation. *Ecology Letters*, v.16, n. 9, p.1195-1205. 2014.

BENNET P M.; OWENS I P F. *Evolutionary Ecology of Birds: Life histories, mating systems and extinctions*. Oxford University Press., 2002.

BLEIWEISS R, KIRSCH J A W, MATHEUS J C. DNA hybridization evidence for the principal lineages of hummingbirds (Aves: Trochilidae). *Molecular Biology and Evolution*, v. 14, n. 3, p. 25-343, 1997.

BLUEWEISS L, FOX H, KUDZMA V, NAKASHIMA D, PETERS R, SAMS S. Relationships between body size and some life history parameters. *Oecologia*, v. 37, n. 2, p. 257-272, 1978.

BOHRER, C.B.T.; DANTAS, H.G.R.; CRONEMBERGER, F.B.; VICENS, R. S.; ANDRADE, S.F. Mapeamento da vegetação e do uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, v. 60, n. 1, p. 001-023, 2009.

BROWN J H, CALDER W A, KODRIC-BROWN A. Correlates and consequences of body size in nectar-feeding birds. *American Zoologist*, v. 18, n. 4, p.687-700, 1978.

CALDER W.A. Temperature relationships and nest of the Calliope Hummingbird. *Condor*, v. 73, n. 3, p. 314-321, 1971.

CALDER, W.A. Day length and the hummingbirds use of time. *The Auk*, v. 92, n.1, p.81-97, 1975.

CAUGHLEY, G. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, v. 63, n. 2, p.215-244, 1994.

CHALFOUN, A.D.; SCHMIDT, K.A. Adaptive breeding-habitat selection: Is it for the birds? *The Auk*, v. 129, n. 4, p. 589-599, 2012.

CLUTTON-BROCK T H. *The evolution of parental care*. Princeton University Press.Princeton. New Jersey. 1991.

COCKBURN A. Prevalence of different modes of parental care in birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 273, n. 1592, p. 1375-1383, 2006.



COE, H.H.G.; CARVALHO, C.N. Cabo Frio – *GEOUSP – Espaço e tempo* v. 33, p. 136-151, 2013.

CONWAY C J, MARTIN T E. Effects of ambient temperature on avian incubation behavior. *Behavioral Ecology*, v. 11, n.2, p. 178-188, 2000a.

CONWAY C J, MARTIN T E. Evolution of passerine incubation behavior: influences of food, temperature, and nest predation. *Evolution*, v.54, n.2, p. 670-685, 2000b.

CÔTÉ I M. Knowledge of Reproductive Behavior contributes to conservation Programs. In: FESTA-BIANCHETT M, APOLLONIO M. (Org.). *Animal Behavior and Wildlife Conservation*. Island Press. 2003.

CRESSWELL W, HOLT S, REID J M, WHITFIELD D P, MELLANBY R J, NORTON D, WALDRON S. The energetic costs of egg heating constrain incubation attendance but not determine daily energy expenditure in the pectoral sandpiper. *Behavioral Ecology*, v.15, n.3, p. 498-507, 2004.

DINSMORE, S.J.; WHITE, G.C.; KNOFF, F.L. Advanced techniques for modeling avian nest survival. *Ecology*, v. 83, n.12, p. 3476-4388, 2002.

DRENT R H, TINBERGEN J M, BIEBACH H. Incubation in the starling, *Sturnus vulgaris*: resolution of the conflict between egg care and foraging. *Netherland Journal of Zoology*, v. 35, n.1, p. 103-123, 1985.

ENDLER JA. *Natural selection in the wild*. Princeton University Press, Princeton, 1986, 336p.

FIERRO-CALDERÓN K, MARTIN T E. Reproductive biology of the violet-chested hummingbird in Venezuela and comparisons with other tropical and temperate hummingbirds. *Condor*, v. 109, n.3, p. 680-685, 2007.

FLEMMING T H, MUCHHALA N. Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. *Journal of Biogeography*, v.35, n.5, p. 764-780, 2008.

FREYMANN B P, SCHUCHMANN K L. Postnatal growth rates of hummingbirds: Review and New Records. *The Wilson Journal of Ornithology*, v. 120, n.4, p. 884-887, 2008.

FUSARO, S. *Aspetti di biologia riproduttiva di alcune specie di uccelli di due aree protette brasiliani di Cerrado e di Mata Atantica*. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Laurea Specialistica in Scienzadella Natura)- Università degli Studi di Padova, Padova, 2009.

GHALAMBOR C K, PELUC S I, MARTIN T E. Plasticity of parental care under the risk of predation: how much should parents reduce care? *Biology Letters*, v. 9, n.4, 2013

GRANT, T.A.; SHAFFER, T.L.; MADDEN, E.M.; PIETZ, P.J. Time-specific variation in passerine nest survival: new insights into old questions. *The Auk*, v. 122, n. 2, p.661-672, 2005.

GREENEY H F, DOBBS R C, DIAZ G I C, KERR S, HAYHURST J G. Breeding biology of the Green-fronted Lancebill (*Doryfera ludovicae*) in eastern Ecuador. *Ornitologia Neotropical*, v. 17, n.3, p.321-331, 2006.

GREENEY, H.F.; WETHINGTON, S.M. Proximity to activity nests reduces nest predation of black-chinned hummingbirds. *The Wilson Journal of Ornithology*, v. 121, n.4, p. 809-812, 2009.

GILL F, DONSKER D, Editores. 2015. IOC World BirdList (v 5.4)[internet].[citado 24 novembro2015]: Disponível em: doi : 10.14344/IOC.ML.5.4.

GONZAGA, L.P.; PACHECO, L.F. Two new subspecies of *Formicivora serrana* (Hellmayr) from southeastern Brazil, and notes of type locality of *Formicivora deluzae* Menetris. *Bulletion of Brithsh Ornithological Club*, v. 110, n. 4, p.187-193, 1990.

GÖTH A. Incubation temperatures and sex ratios in Australian brush-turkey (*Alectura lathami*) mounds. *Austral Ecology*, v. 32, n.4, p. 378-385, 2007

HAINSWORTH, R.F. Foraging efficiency and parental care in *Colibri coruscans*. *The Condor*, v. 79, n. 1, p.69-75, 1977.

GUIMARÃES, MA.; GUIMARÃES, P.L.C. Levantamento preliminar da avifauna da Serra de Sapatiba, Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brasil. *Atualidades Ornitológicas* v. 133, 2006.

HAVERCHMIDT, F.R. Notes on the life history of *Amazilia fimbriata* in Surinam. *The Wilson Bulletin*, v. 64, n. 2, p.69-79, 1952.

HINKELMANN C, SCHUCHMANN K L. Phylogeny of the Hermit hummingbirds (Trochilidae: Phaethorninae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 32, p. 142-163, 1997.

LACK D. The significance of clutch-size. *IBIS*, v. 89, n. 2, p. 302-352, 1947.

LILL A. Time-energy budget during reproduction and the evolution of single parenting in the Superb Lyrebird. *Australian Journal of Zoology*, v.34, n.3, p. 351-371, 1986.

LINDÉN, M.; MÜLLER, A.P. Cost of reproduction and covariation of life history trait in birds. *Trends in Ecology and Evolution*, v.4, n.12, p. 367-371, 1989.

MALLET-RODRIGUES, F. O estado do Rio de Janeiro como limite sul e norte de distribuição de algumas espécies de aves. *Iheringia- Série Zoologia*, v. 102, n.4, p.438-447, 2012.

MACHADO ABM, MARTINS CS, DRUMMONDGM. 2005. *Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.

MARINI MA, DUCA C, MANICA LT. 2010. *Técnicas de pesquisa em biologia reprodutiva de aves* In: Von Matter S, Straube FC, Accordi I, Piacentini V, Cândido-Jr JF, editores. *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Technical books. 516p.

MARTIN T E. Food as a limit on breeding birds: a life history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.18, p. 453-487, 1987.

MARTIN, T.E.; ROPER, J.J. Nest predation and nest-site selection of a western population of the hermit thrush. *The Condor*, v. 90, n. 1, p. 51-57, 1988.

MARTIN T E. Avian life history evolution in relation to nest site, nest predation and food. *Ecological Monographs*, v.65, n.1, p.101-127, 1995.

MARTIN T E, MARTIN P R, OLSON C R, HEIDINGER B J, FONTAINE J J. Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science* v. 287:, p.1482-1485, 2000.

MARTIN T E. A new review of avian life-history evolution tested on an incubation paradox. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.269, n.1488, p. 309-316, 2002.

MARTIN T E, BASSAR R D, BASSAR S K, FONTAINE J J, LLOYD P, MATHEWSON H A, NIKLISON A M, CHALFOUN A. Life-history and ecological correlates of geographic variation in egg and clutch mass among passerine species. *Evolution*, v. 60, n. 2, p. 390-398, 2006.

MARTIN T E, LLOYD P, BOSQUE C, BARTON D C, BIANCUCCI A L, CHENG Y, TON R. Growth rate variation among passerine species in tropical and temperate sites: An antagonistic interaction between parental food provisioning and nest predation risk. *Evolution*, v. 65, n.6, p.1607-1622. 2011.

MAYFIELD, H. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin*, v. 73, n.3, p. 255-261, 1961.

MAYFIELD, H. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin*, v. 87, n.4, p.456-466, 1975.

MCDONALD, J H. Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. 2014.

MCGUIRE JA, WITT CC, ALTSHULER DL, REMSEN-JR JV. Phylogenetic Systematics and Biogeography of Hummingbirds: Bayesian and Maximum Likelihood Analyses of Partitioned Data and Selection of an Appropriate Partitioning Strategy. *Systematic Biology*, v. 56, n.5, p. 837-856, 2007.

MCGUIRE JA, WITT CC, REMSEM-JR JV, CORIA, RABOSKY DL, ALTSHULER DL, DUDLEY R. Molecular phylogenetics and the diversification of hummingbirds. *Current Biology*, v. 24, n.5, p.910-916, 2014.

MIKUSEK R, GREENEY, H. DYRCZ, A; SIMBAÑA J.A. Breeding biology of the collared inca (*Coeligena torquata*) in eastern Ecuador. *Ornitologia Neotropical*, v.23, n.2, p.277-285, 2012.

MUSCAT E, ROTENBERG E L, CHAGAS C A, CURSINO M E, FERRARI A. Estudo de caso sobre a biologia reprodutiva de *Phaethornis ruber pygmaeus* (Apodiformes: Trochilidae) em um fragmento de Mata Atlântica na cidade de Ubatuba, São Paulo. *Atualidades Ornitológicas*, v. 179, p.12-15, 2014.

NOVAES FC, CARVALHO CT. Observações sobre a nidificação de *Glaucis hirsuta*. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Nova série*, v. 1, p. 1-13, 1957.

ONIKI, Y. Nesting behavior of Reddish Hermits (*Phaethornis ruber*) and occurrence of wasp cells in nest. *The Auk*, v. 87, n. 3, p. 720-728, 1970.

ONIKI, Y. Is nesting success of birds low in the tropics? *Biotropica*, v. 11, n.1, p.60-69, 1979.

OWENS I P F, BENNETT P M. Ancient ecological diversification explains life-history variation among living birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 261, n. 1361, p. 227-232, 1995.

PIACENTINI, V.Q. 2011. Taxonomia e distribuição geográfica dos representantes do gênero *Phaethornis* Swainson, 1827 (Aves: Trochilidae) 2 vol. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia. 414p.

POULLIN, B.; LEFEBVRE, G.; MCNEIL, R. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. *Ecology*, v. 73, n.6, p. 2295-2309, 1992.

REMES, V.; MATYSIOKOVÁ, B.; COCKBURN, A. Long-term and large-scale analysis of nest predation patterns in Australian songbirds and a global comparison of nest predation rates. *Journal of Avian Biology*, v. 43, p. 435-444, 2012.

RICHARDSON, J.L.; URBAN, M.C.; BOLNICK, D.I.; SKELLY, D.K. Microgeographic adaptation and the spatial scale of evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 29, n. 3, p. 165-176, 2014.

RICKLEFS R E. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology*, v. 48, p. 978-983, 1967.

RICKLEFS R E. Lack, Skutch, and Moreu: The early development of life-history thinking. *The Condor*, v.102, p.3-8, 2000.

RIDGELY, R.S.; TUDOR, G. 1989. The birds of South America. 1. The Oscine passerines. Austin: University of Texas Press.

ROBINSON, W. D.; HAU, M.; KLASING, K. C.; WIKELSI, M.; BRAUN, J. D.; AUSTIN, S. H.; TARWATER, C. E.; RICKLEFS, R. E. Diversification of life histories in new world birds. *The Auk*, v. 127, n. 2, p. 253-262, 2010.

ROCHA, C F D, BERGALLO H G, ALVES M A S, VAN SLUYS M. 2003. *A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas dos corredores da Mata Atlântica*. São Carlos: Rima Editora. 134 p.

RODRIGUEZ, M.N.; ROPER, J.J. An experimental test of the benefits of hatching asynchrony in the Rufous hornero (*Furnarius rufus*). *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 19, n.1, p. 17-21, 2011.

ROPER J J. Experimental analysis of nest-site and nest predation for a neotropical bird: stuck between a rock and a hard place. *Ararajuba*, v. 8, p. 85-91, 2000.

RUSCHI, A. Ninhos e ovos de trochilídeos: *Phaethornis eurynome* (Lesson, 1832), *Phaethornis squalidus squalidus* (Temminck, 1822), *Anisoterus pretrei* (Delattre & Lesson, 1839), *Pygnornis idaliae* (Bourcier & Mulsant, 1856), *Chlorestes notatus notatus* (Reichenbach, 1975), *Colibriserrirostris* (Vieillot, 1817), *Lophornis magnificus* (Vieillot, 1817), *Hylocharis cyanus cyanus* (Vieillot, 1818), *Hylocharis saphirina latirostris* (Wiedm 1832), *Eupetomena macroura macroura* (Gmelin, 1788), *Eupetomena macroura Simoni* Hellmayr, 1929, *Anthracothorax nigricollis nigricollis* (Vieillot, 1817), *Melanotrichilus fuscus* (Vieillot, 1817), *Thalurania glaucopis* (Gmelin, 1788), *Agytrina brevirostris* (Lesson, 1829). *Boletim do Museu de Biologia prof. Mello Leitão – Série: Biologia*, v. 4, p. 1-38, 1949.

RUSCHI A. A estação ou período de reprodução nos beija-flores. *Boletim de Biologia Prof. Mello Leitão – Biologia*, v. 42, p. 1-9, 1964.

RUSCHI A. A plumagem e a muda em *Phaethornis idaliae* (Bourcier & Mulsan). *Boletim do Museu de Biologia prof. Mello Leitão – Série: Zoologia*, v. 26, p.1-3, 1967.

SCHUCHMANN K L. Natal care and growth in a nestling Reddish hermit (*Phaethornis ruber*) in Surinam. *Ardea*, v. 74, p. 101-104, 1986.

SCHUCHMANN K L, Reproductive biology of the Purple-crowned Fairy (*Heliothryx barroti*, Trochilidae) – Notes on antipredator behavior. *Journal fur Ornithology*, v. 131, p. 335-337, 1990.

SCHUCHMANN K L, BONAN A. 2013. Hummingbirds (Trochilidae). In: del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J, Christie D A, Juana E, editors. Handbook of the birds of the World alive. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

SEARS, M.W.; ANGILLETTO-JR. Life-history variation in the Sagebrush lizard: Phenotypic plasticity or local adaptation? *Ecology*, v. 84, n. 6, p.1624-1634, 2003.

SICK H.1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro. Nova Fronteira.

SILVER R, ANDREWS H, BALL G F. Parental care in anecological perspective: a quantitative analysis of avian subfamilies. *American Zoologist*, v. 25, n.3, p. 823-840, 1985.

SIMON, J.E.; PACHECO, S. On the standardization of nest descriptions of neotropical birds. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 13, n. 2, p. 143-154, 2005.

SMITH, G.T. A high altitude hummingbird on the volcano Cotopaxi. *IBIS*, v.111, n., p. 17-22, 1969.

SMITH, W.K.; ROBERTS, S.W.; MILLER, P.C. Calculating the nocturnal energy expenditure of an incubating anna's hummingbird. *The Condor*, v.76, n.2, p. 176-183, 1974.

SKUTCH A F. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *IBIS*, v. 91, n. 3, p. 430-455, 1949.

SKUTCH AF. The Nesting seasonal of Central American birds in relation to climate and food supply. *IBIS*, v. 92, n.2, p. 185-222, 1950.

SKUTCH A F. Life history of longuemare's hermit hummingbird. *IBIS*, v. 93, n.2, p. 180-195, 1951.



SKUTCH, A.F. Life history of the White-crested Coquette hummingbird. *The Wilson Bulletin*, v. 73, n.1, p. 5-10, 1961.

SKUTCH, A.F. Life histories of hermit hummingbirds. *The Auk*, v. 81, n.1, p. 5-25, 1964.

SKUTCH, A.F. Clutch size, nesting success, and predation on nests of Neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs*, v. 36, p. 575-594, 1985.

SLAGSVOLD T. Clutch size variation in passerine birds: the nest predation hypothesis. *Oecologia*, v. 54, n.2, p. 159-169, 1982.

SMITH, D.M.; FINCH, D.M.; HAWKSWORTH, D.L. Black-chinned hummingbird nest-site selection and nest survival in response to fuel reduction in a southwestern riparian forest. *Condor*, v. 111, n. 4, p.641-653, 2009.

SNOW, B.K. Social organization of the hairy hermit *Glaucis hirsuta*. *Ardea*, v. 61, n.1, p. 94-105, 1973.

SNOW, D.W.; SNOW, B.K. The breeding of the hairy hermit *Glaucis hirsuta* in Trinidad. *Ardea*, v. 61, n.2, p. 106-122, 1973.

SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. 2014. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - Período de 2012 a 2013. São José dos Campos; São Paulo.

STARCK J M, RICKLEFS R E. 1998. *Avian growth and development*. Oxford University Press, New York, USA.

STILES FG. Phylogenetic constraints upon morphological and ecological adaptation in hummingbirds (Trochilidae): why are there no hermits in the Paramo? *Ornitología Neotropical*, v. 15, p. 191-198, 2004.

STUTCHBURY, B.M.; MORTON, E.S. 2001. Behavioral ecology of tropical birds. San Diego: Academic Press.

THOMAS, B.T. Blue emerald hummingbird (*Chlorostilbon mellisugus*) nesting and nestling development. *Ornitologia Neotropical*, v.5,n.1, p. 5:57-60, 1994.

TRIVERS R L. 1972. Parental investment and sexual selection. In: Campbell B, editor. Sexual selection and descent of man. Chicago, p136-179.

VECCHI M B, ALVES MAS. New records of the resting ant wren *Formicivora littoralis* Gonzaga and Pacheco (Aves, Thamnophilidae) in the state of Rio de Janeiro, Brazil: inland extended range and threats. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 2, p.391-395, 2008.

VLECK, C.L. Energetic cost of incubation in the Zebra Finch. *Condor*, v. 83, p. 229-237, 1981.

WEBB D R. Thermal tolerance of avian embryos: a review. *The Condor*, v. 89, p. 874-898, 1987.

WICKHAM H. 2009. "ggplot2": elegant graphics for data analysis. Springer, New York. 2009.

WOLF, L.L. Nesting of the Fork-tailed Emerald in Oaxaca, Mexico. *The Condor*, v. 66, n.1, p. 51-55, 1964.

WOLF LL. The impact of seasonal flowering on the biology of some tropical hummingbirds. *The Condor*, v. 72, n.1, p. 1-14, 1970.

WOLF, L.L.; WOLF, J.S. Nesting of the Purple-throated Carib Hummingbirds. *IBIS*, v. 113, p. 306-315, 1971.

WOODS R S. The hummingbirds of California. *The Auk*, v. 44, p. 297-318, 1927.

ZANETTE L Y, WHITE A F, ALLEN M C, CLINCHY M. Perceived predation risk reduces number of offspring songbirds produce per year. *Science*, v. 334, p. 1398-1401, 2011.