

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E**  
**MANEJO DE VIDA SILVESTRE,**

**Histórias de Vida Alternativas no Canário-da-terra-verdadeiro:  
um novo organismo modelo austral?**

Projeto de tese apresentado ao Instituto Ambiental do  
Paraná para obtenção de licença de estudo

Fernando Marques dos Santos  
Orientador: Marcos Rodrigues  
Laboratório de Ornitologia, Departamento de Zoologia

Belo Horizonte, Fevereiro de 2014.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da teoria de história de vida das aves foi historicamente baseada em tamanho de ninhada de espécies das zonas temperadas do hemisfério norte (Martin 2004). Só recentemente outros parâmetros reprodutivos foram analisados mais profundamente, à medida que as estratégias reprodutivas das aves tropicais e temperadas do sul foram sendo descobertas (e.g. Roper et al. 2010). Essa nova perspectiva tem gerado resultados interessantes que desafiam o paradigma vigente de história de vida. Por exemplo, se o ciclo reprodutivo é longo e a taxa de predação de ninhos é alta (características tropicais), tentar reproduzir mais vezes na temporada é mais importante que desenvolver características anti-predatórias (Farnsworth e Simons 2001, Griebeler et al. 2010, Roper et al. 2010). Outros exemplos são que as relações inversas entre sazonalidade climática e duração dos ciclo reprodutivo, ou sazonalidade climática e tamanho de ninhada observados em latitudes temperadas do norte, não se aplicam às aves neotropicais e do temperado sul (F. Marques-Santos dados não publicados, Jetz et al. 2008, Yom-tov et al. 1994). Dessa forma, o acúmulo dessas e de outras evidências (Martin 2004, Martin et al. 2000) indicam que a teoria de história de vida precisa ser revista para as aves do hemisfério sul.

Em uma região subtropical de Mata Atlântica, a combinação de parâmetros reprodutivos de alguns passeriformes parece desafiar a idéia de *trade-offs* nas histórias de vida (F. Marques-Santos, dados não publicados). Lá, para uma andorinha migratória, resultados indicam ausência de custos reprodutivos associados a ninhadas aumentadas experimentalmente (U. Wischhoff, dados não publicados). No mesmo local, algumas espécies residentes possuem ninhadas pequenas e ciclos reprodutivos demasiadamente curtos (também visto na Argentina, Auer et al. 2007), uma combinação improvável no hemisfério norte.

Uma das hipóteses levantadas para tal diversidade de estratégias reprodutivas nas aves seria a maior imprevisibilidade do clima, e por consequência, dos recursos (Areta et al. 2013,

Jahn e Cueto 2012, Mezquida e Marone 2003), tanto dentro dos anos quanto entre anos nas latitudes médias e altas na América do Sul em relação à América do Norte devido à Oscilação Sul El Niño (Goetz et al. 2000, Marques et al. 2004, Nobre et al. 2006). Se espécies respondem prontamente de acordo com o clima, padrões nas estratégias reprodutivas particulares seriam difíceis de discernir em cada clado ou grupo com ecologias similares, assim como foi visto para as fenologias reprodutivas (F. Marques-Santos dados não publicados). Ao mesmo tempo, espécies (e indivíduos) diferentes podem mostrar soluções particulares para o mesmo problema (nesse caso, a imprevisibilidade climática) (Reed et al. 2011).

Na Mata Atlântica subtropical, o canário-da-terra-verdadeiro apresentou grande variação dos parâmetros reprodutivos. No entanto, não é claro até que ponto essa variação reprodutiva ocorra entre indivíduos, ou se os mesmos indivíduos possuem plasticidade fenotípica desses parâmetros entre tentativas reprodutivas. Também não sabemos quais as implicações dessa variação nas dinâmicas populacionais (uma das 100 perguntas atuais em ecologia teórica, Sutherland et al. 2013), ou e se essa variação é adaptativa e representa um conjunto de estratégias reprodutivas. Por exemplo, os parâmetros reprodutivos covariam (temporalmente ou entre indivíduos) de maneira a manter o *fitness* constante? Indivíduos com estratégias reprodutivas distintas tem sucesso reprodutivo diferente entre anos de acordo com o clima? Pouco sabemos também se um indivíduo que é plástico para um parâmetro, também o é para outros parâmetros (Husby et al. 2010).

Estudos focados em plasticidade fenotípica e *trade-offs* em estratégias reprodutivas em passeriformes existem para espécies modelos na América do Norte (Naef-Daenzer et al. 2011, Wheelwright et al. 1991) e Velho Mundo (Reed et al. 2013a). No entanto, raramente incluem ninhos consecutivos no sucesso, uma vez que em climas temperados as espécies geralmente produzem apenas uma ninhada por temporada (Roper et al. 2010). Além disso, a

importância da fenologia reprodutiva (datas de início e duração do ciclo) no *fitness* em espécies residentes permanece incógnita, uma vez que esses estudos são enviesados para espécies migratórias (Charmantier e Gienapp 2014). A detecção de *trade-offs* em história de vida utilizando apenas pares de parâmetros pode não ser suficiente quando outros parâmetros negligenciados são covariáveis que mascaram os padrões, (problema de dimensionalidade, Pease e Bull 1988).

Nesse projeto, visa-se investigar as causas e consequências da variabilidade de parâmetros reprodutivos no canário-da-terra-verdadeiro. Se essa variação ocorre em grande parte entre indivíduos em um mesmo ano, quais parâmetros reprodutivos são mais variáveis? É possível observar padrões de *trade-off* (ou covariância) entre parâmetros reprodutivos? As diferentes estratégias entre indivíduos podem ser explicadas por fatores intrínsecos? Por outro lado, se grande parte da variação reprodutiva ocorre nos mesmos indivíduos ao longo do tempo, é possível observar *trade-offs* que maximizem o *fitness* de acordo com as condições temporais, sazonais ou climáticas?

O canário-da-terra-verdadeiro é amplamente distribuído da Argentina à Colômbia (Stotz et al. 1996). Essa espécie nidifica prontamente em caixas-ninho, o que confere uma gama de facilidades metodológicas (Jones 2003). Ainda, por serem residentes, territoriais na época reprodutiva, com alta densidade populacional, monogâmicos, com dimorfismo sexual, e plumagem dependente de idade (Palmerio e Massoni 2009, 2011), o monitoramento de indivíduos entre anos é facilitado. Assim, um subproduto do presente projeto é a possibilidade de inaugurar o canário-da-terra-verdadeiro como uma das primeiras espécies modelo no estudo de história de vida das aves na América do Sul.

JUSTIFICATIVA

A compreensão das histórias de vida, ou como os organismos sobrevivem e perpetuam sua existência através da prole é o próprio entendimento da evolução e é, portanto, fundamental. Além disso, a teoria de história de vida das aves sempre foi útil para decifrar as estratégias reprodutivas de outros organismos (Partridge e Harvey 1988). No hemisfério sul, no entanto, as histórias de vida das aves são ainda incompreendidas (Martin 1996). Dessa forma, é natural que poucas espécies (se alguma) tenham sido estudadas profundamente. Especificamente, a plasticidade fenotípica é um tópico ativo no entendimento de como as espécies de aves respondem às mudanças climáticas (Merilä e Hendry 2014, Reed et al. 2011, 2013b; Sutherland et al. 2009).

## OBJETIVOS

### *Gerais*

- Investigar a variação nas estratégias reprodutivas no nível de indivíduo em uma população de canário-da-terra-verdadeiro.

### *Específicos*

- Entender como a variação dos parâmetros reprodutivos dos mesmos indivíduos ou casais ocorre ao longo de uma estação reprodutiva, e entre três estações reprodutivas consecutivas.
- Investigar as causas intrínsecas (idade, condição corporal, território) e extrínsecas (tempo e clima) da variação nas estratégias reprodutivas.
- Investigar a consequência das combinações de parâmetros reprodutivos entre indivíduos, ao longo da temporada reprodutiva e entre anos no sucesso reprodutivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

## Área de estudo

O trabalho será realizado nas margens das represas Piraquara I (25°30'24''S 49°01'37''W; 898-918 m de altitude) e Piraquara II (25°30'22''S 49°04'42''W; 893-900 m de altitude). As áreas distam entre si em cerca de 5 km e ficam a 20 km da capital Curitiba. Uma parceria com a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) permite a utilização da área para instalação de caixas de ninho.

## Captura, marcação e morfometria

Antes do período reprodutivo, indivíduos serão capturados com redes de neblina. No período reprodutivo, as capturas serão realizadas através de armadilha simples dentro das caixas. Os adultos e ninhegos serão marcados com anilhas do CEMAVE e coloridas para identificação à distância. A condição física dos adultos será inferida através da relação entre o peso total e comprimento do tarso, e também através da quantidade de gordura na fúrcula, seguindo protocolo adequado (CEMAVE 1994). No inverno do primeiro ano de estudo, a idade dos machos poderá ser inferida através da cor da plumagem (Palmerio and Massoni 2009, 2011); O acompanhamento de coortes marcadas quando filhotes poderá fornecer informações mais refinadas de idade que podem ser usadas para os adultos capturados nos anos anteriores. A qualidade do território será inferida pela proporção, em área, de ambiente adequado para forrageamento (gramíneas) em um raio de 50 m do ninho. A área de gramíneas será mapeada com GPSr e o cálculo feito posteriormente em software (QuantumGIS).

## Parâmetros reprodutivos

Os ninhos serão checados em intervalos variáveis dependendo da etapa do ninho. Para cada casal, variáveis que indiquem investimento reprodutivo por ninho serão anotadas. Entre ninhos serão registrados o número de tentativas reprodutivas por casal, período entre o último

*fledgling* e postura do primeiro ovo do próximo ninho. Para cada mês reprodutivo e ano, o número de sucessos reprodutivos (i. e. sucesso: ninho que teve pelo menos um *fledgling*) e produtividade (número de *fledglings*).

#### Análise dos dados

A existência de *trade-offs* entre indivíduos será explorada usando escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) das variáveis de investimento para cada ano reprodutivo. Agrupamentos dos pontos podem indicar existência de diferentes estratégias em uma mesma estação reprodutiva. Os agrupamentos observados serão classificados em conjuntos de estratégias de baixo e alto investimento atual.

A existência de *trade-offs* nos mesmo indivíduos ao longo do tempo será testada ao longo de uma estação reprodutiva (intrasazonal) e entre anos (interanual). Baixa similaridade nas estratégias ao longo do tempo de cada indivíduo em relação a todas as estratégias observadas é indicativo de predomínio de plasticidade fenotípica adaptativa (isto é, pouca repetitividade).

Se constatado predomínio de plasticidade fenotípica, as estratégias da população devem ser congruentes em um mesmo ano reprodutivo de acordo com fatores ambientais. A influência da variação do clima (entre anos) no sucesso e produtividade em cada estratégia será analisada através da variável duração do período chuvoso. Anos chuvosos serão indicadores de temporadas boas para reprodução. O sucesso e produtividade de acordo com os milímetros de chuva por mês e duração do período chuvoso serão testados através de regressão linear.

## CRONOGRAMA

<b>Ano</b>	<b>2014</b>		<b>2015</b>			<b>2016</b>			<b>2017</b>	
<b>Semestre</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>	<b>4°</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>	<b>7°</b>	<b>8°</b>		
<b>Período reprodutivo</b>	X		X X		X X		X X		X	
Disciplinas	X X		X X							
Instalação do equipamento	X X									
Capturas	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X			
Coleta dos dados reprodutivos			X X		X X				X X	
Coleta dos dados não reprodutivos	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X		
Análise dos dados			X X	X X		X X			X X	
Qualificação						X				
Redação da tese						X X	X X	X X	X X	X X
Defesa da tese										X

## BIBLIOGRAFIA

- Areta, J. I., A. Bodrati, G. Thom, A. E. Rupp, M. Velazquez, I. Holzmann, E. Carrano, and C. E. Zimmermann. 2013. Natural History, Distribution, and Conservation of Two Nomadic *Sporophila* Seedeaters Specializing on Bamboo in the Atlantic Forest. *The Condor* 115:237–252.
- Auer, S. K., R. D. Bassar, J. J. Fontaine, and T. E. Martin. 2007. Breeding Biology of Passerines in a Subtropical Montane Forest in Northwestern Argentina.
- CEMAVE. 1994. Manual de Anilhamento de Aves Silvestres. 2a edição. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília.
- Charmantier, A., and P. Gienapp. 2014. Climate change and timing of avian breeding and migration: evolutionary versus plastic changes. *Evolutionary Applications* 7:15–28.
- Dingemanse, N. J., A. J. N. Kazem, D. Réale, and J. Wright. 2010. Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends in ecology & evolution* 25:81–9.

- Farnsworth, G. L., and T. R. Simons. 2001. How many baskets? clutch sizes that maximize annual fecundity of multiple-brooded birds. *The Auk* 118:973–982.
- Goetz, S. J., S. D. Prince, J. Small, and A. C. R. Gleason. 2000. Interannual variability of global terrestrial primary production: Results of a model driven with satellite observations. *Journal of Geophysical Research* 105:20077.
- Griebeler, E. M., T. Caprano, and K. Böhning-Gaese. 2010. Evolution of avian clutch size along latitudinal gradients: do seasonality, nest predation or breeding season length matter? *Journal of evolutionary biology* 23:888–901.
- Husby, A., D. H. Nussey, M. E. Visser, A. J. Wilson, B. C. Sheldon, and L. E. B. Kruuk. 2010. Contrasting patterns of phenotypic plasticity in reproductive traits in two great tit (*Parus major*) populations. *Evolution; international journal of organic evolution* 64:2221–37.
- Jahn, A. E., and V. R. Cueto. 2012. The potential for comparative research across New World bird migration systems. *Journal of Ornithology* 153:199–205.
- Jetz, W., C. H. Sekercioglu, and K. Bo. 2008. The Worldwide Variation in Avian Clutch Size across Species and Space 6.
- Jones, J. 2003. Tree swallows (*Tachycineta bicolor*): a new model organism? *The Auk* 120:591–599.
- Marques, M. C. M., J. J. Roper, and A. P. Baggio Salvalaggio. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology (formerly Vegetatio)* 173:191–201.
- Martin, T. E. 1996. Life history evolution in tropical and south temperate birds: what do we really know? *Journal of Avian Biology* 27:263–271.
- Martin, T. E. 2004. Avian life-history evolution has an eminent past: does it have a bright future? *The Auk* 121:289–301.
- Martin, T. E., P. R. Martin, C. R. Olson, B. J. Heidinger, and J. J. Fontaine. 2000. Parental Care and Clutch Sizes in North and South American Birds. *Science* 287:1482–1485.
- Merilä, J., and A. P. Hendry. 2014. Climate change, adaptation, and phenotypic plasticity: the problem and the evidence. *Evolutionary Applications* 7:1–14.
- Mezquida, E. T., and L. Marone. 2003. Comparison of the reproductive biology of two *Pooipiza* Warbling-finches of Argetina in wet and dry years. *Ardea* 91:251–262.
- Naef-Daenzer, L., M. U. Gruebler, and B. Naef-Daenzer. 2011. Parental care trade-offs in the inter-brood phase in Barn Swallows *Hirundo rustica*. *Ibis* 153:27–36.
- Nobre, P., J. A. Marengo, I. F. A. Cavalcatin, and G. Obregon. 2006. Seasonal-to-Decadal Predictability and Prediction of South American Climate. *Journal of Climate* 19:5988–6004.

- Palmerio, A. G., and V. Massoni. 2009. Reproductive Biology of Female Saffron Finches does not Differ by the Plumage of the Mate. *The Condor* 111:715–721.
- Palmerio, S. G., and V. Massoni. 2011. Parental care does not vary with age-dependent plumage in male Saffron Finches *Sicalis flaveola*. *Ibis* 153:421–424.
- Partridge, L., and P. H. Harvey. 1988. The ecological context of life history evolution. *Science* 538:1449–1445.
- Pease, C. M., and J. J. Bull. 1988. A critique of methods for measuring life history trade-offs. *Journal of Evolutionary Biology* 1:293–303.
- Reed, T. E., S. Jenouvrier, and M. E. Visser. 2013a. Phenological mismatch strongly affects individual fitness but not population demography in a woodland passerine. *The Journal of animal ecology* 82:131–44.
- Reed, T. E., S. Jenouvrier, and M. E. Visser. 2013b. Phenological mismatch strongly affects individual fitness but not population demography in a woodland passerine. *The Journal of animal ecology* 82:131–44.
- Reed, T. E., D. E. Schindler, and R. S. Waples. 2011. Interacting effects of phenotypic plasticity and evolution on population persistence in a changing climate. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* 25:56–63.
- Roper, J. J., K. a. Sullivan, and R. E. Ricklefs. 2010. Avoid nest predation when predation rates are low, and other lessons: testing the tropical-temperate nest predation paradigm. *Oikos* 119:719–729.
- Stotz, D. F., T. A. Parker III, J. W. Fitzpatrick, and D. Moskovits. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Sutherland, W. J., W. M. Adams, R. B. Aronson, R. Aveling, T. M. Blackburn, S. Broad, G. Ceballos, I. M. Côté, R. M. Cowling, G. a B. Da Fonseca, et al. 2009. One hundred questions of importance to the conservation of global biological diversity. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* 23:557–67.
- Sutherland, W. J., R. P. Freckleton, H. C. J. Godfray, S. R. Beissinger, T. Benton, D. D. Cameron, Y. Carmel, D. a. Coomes, T. Coulson, M. C. Emmerson, et al. 2013. Identification of 100 fundamental ecological questions. *Journal of Ecology* 101:58–67.
- Wheelwright, N. T., J. Leary, and C. Fitzgerald. 1991. The costs of reproduction in tree swallows (*Tachycineta bicolor*). *Canadian Journal of Zoology* 69:2540–2547.
- Yom-tov, Y., M. I. Christie, and G. J. Iglesias. 1994. Clutch Size in Passerines of Southern South America:170–177.