

**UNIVERSIDADE VILA VELHA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS**

**SOBREVIVÊNCIA DE NINHOS ARTIFICIAIS: TESTANDO EFEITOS  
DE RODOVIA, TIPOS DE NINHOS E OVOS**

**GLEIDSON RAMOS DA SILVA**

**VILA VELHA**  
**FEVEREIRO 2019**

**UNIVERSIDADE VILA VELHA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS**

**SOBREVIVÊNCIA DE NINHOS ARTIFICIAIS: TESTANDO EFEITOS  
DE RODOVIA, TIPOS DE NINHOS E OVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Vila Velha, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

**GLEIDSON RAMOS DA SILVA**

**VILA VELHA**  
**FEVEREIRO 2019**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

S586s Silva, Gleidson Ramos.  
Sobrevivência de ninhos artificiais: testando efeitos de rodovia,  
tipo de ninhos e ovos / Gleidson Ramos Silva. – 2019.  
67 f. : il.

Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.  
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) -  
Universidade Vila Velha, 2019.  
Inclui bibliografias.

1. Ecologia. 2. Aves - Ninhos. I. Soares, Charles Gladstone  
Duca. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 577

**Gleudson Ramos da Silva**

**SOBREVIVÊNCIA DE NINHOS ARTIFICIAIS: TESTANDO EFEITOS DE  
RODOVIA, TIPOS DE NINHOS E OVOS**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, para obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

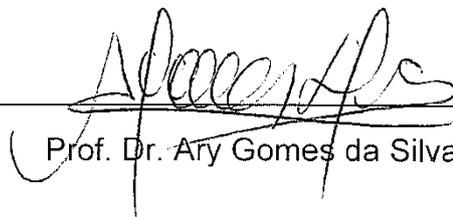
Aprovado em 28 de fevereiro de 2019,

**Banca Examinadora:**



---

Prof. Dr. Auréio Banhos dos Santos (UFES)



---

Prof. Dr. Ary Gomes da Silva (UWV)



---

Prof. Dr. Charles Gladstone Duca Soares (UWV)  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

Glorifico ao meu, Senhor e Salvador Jesus Cristo. A Ele toda Honra Glória e Louvor, pois têm aberto as portas, me dado força, vigor e me sustentado até aqui.

Agradeço aos meus pais Milton Rosa da Silva e Ângela Maria Ramos da Silva pelo amor, carinho, ajuda e atenção nesta jornada dados a mim até hoje. Amo muito vocês.

A minha namorada Rafaela Ravani, por estar ao meu lado durante toda esta luta e me ajudar em muitas das etapas desta batalha, sempre com um sorriso no rosto e palavras de incentivo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Charles Duca, pela confiança, apoio, dedicação, puxões de orelha, orientação e paciência na condução deste trabalho.

Ao amigo Dr. Pedro Diniz Alves pelo auxílio nas análises desta pesquisa.

Aos amigos (as) Jediel Bicalho, Suzana Carvalho, Bruna Brum, Caroline Stabilito e Mauricio Roveré pela ajuda na montagem e coleta de dados desta pesquisa.

Ao prof. Dr. Aureo Banhos dos Santos e ao prof. Dr. Ary Gomes da Silva por disponibilizar seu tempo e aceitarem participar desta banca.

Aos gestores do Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) e ao IEMA pela autorização da utilização da área de estudo e apoio na pesquisa.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas da Universidade Vila Velha que contribuíram para o meu crescimento e formação.

Obrigado a todos!

## ÍNDICE

RESUMO.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
ÁREA DE ESTUDO.....	6
REFERÊNCIAS.....	8
CAPÍTULO I .....	11
SOBREVIVÊNCIA DE NINHOS ARTIFICIAIS: TESTANDO O EFEITO DOS TIPOS DE NINHOS E OVOS .....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT .....	13
1. INTRODUÇÃO .....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
2.1. Coleta dos dados.....	17
2.2. Análises dos dados.....	19
3. RESULTADOS .....	21
4. DISCUSSÃO .....	24
5. CONCLUSÃO.....	26
CAPÍTULO II .....	27
EFEITOS DE ESTRADAS NO SUCESSO DE NINHOS ARTIFICIAIS: UM ESTUDO EM ÁREAS DE RESTINGA NO SUDESTE DO BRASIL .....	27
RESUMO.....	28
ABSTRACT .....	29
1. INTRODUÇÃO .....	30
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
2.1. Área de estudo.....	33

2.2. Coleta de dados.....	34
2.3. Análises dos dados.....	35
3. RESULTADOS.....	36
4. DISCUSSÃO.....	42
5. CONCLUSÃO.....	46
6. REFERÊNCIAS.....	47
7. CONCLUSÃO GERAL.....	56
8. ANEXO.....	57

# LISTA DE FIGURAS

## ÁREA DE ESTUDO

- FIGURA 1. Localização da área de estudo na região Sudeste do Brasil, estado do Espírito Santo.....7
- FIGURA 2. Foto aérea das duas fitofisionomias: Formação Arbustiva Aberta não Inundável e Mata Periodicamente Inundável.....7

## CAPÍTULO I

- FIGURA 3. Foto dos ovos das duas espécies de codorna (*Synoicus chinensis* e *Coturnix japonica*). .....16
- FIGURA 4. Foto dos dois tipos de ninhos (aberto e fechado). .....18
- FIGURA 5. Localização da área de estudo, evidenciando o município de Guarapari, os limites do Parque Estadual Paulo César Vinha, e os transectos utilizados no experimento.....18
- FIGURA 6. Frequência (%) de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao tipo de ninho. ....23
- FIGURA 7. Frequência (%) de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao tipo de ovo. ....23

## CAPÍTULO II

- FIGURA 8. Localização da área de estudo evidenciando os limites do Parque Estadual Paulo César Vinha, e o local dos 20 transectos. ....33
- FIGURA 9. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao tempo na vegetação aberta.....37

FIGURA 10. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia incluindo a distância de 3 metros na vegetação aberta .....	37
FIGURA 11. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia excluindo a distância de 3 metros na vegetação aberta .....	38
FIGURA 12. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao fluxo diário de veículos na vegetação aberta .....	38
FIGURA 13. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao tempo na mata fechada.....	40
FIGURA 14. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia incluindo a distância de 3 metros na mata fechada .....	40
FIGURA 15. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia excluindo a distância de 3 metros na mata fechada .....	41
FIGURA 16. Probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao fluxo diário de veículos na mata fechada .....	41

# LISTA DE TABELAS

## CAPÍTULO I

TABELA 1. Seleção dos modelos de sobrevivência (S) baseados no critério de informação de Akaike (AICc).....22

TABELA 2. Probabilidade de sobrevivência diária (PSDs) estimados pelo modelo de efeito de grupo [S (g)].....22

## CAPÍTULO II

TABELA 3. Estimativas dos parâmetros para o modelo de exposição logística que predizem a sobrevivência dos ninhos artificiais na vegetação arbustiva aberta, testando o efeito do tempo linear e quadrático, distância e tráfego de veículos sobre a sobrevivência dos ninhos. ....36

TABELA 4. Estimativas dos parâmetros para o modelo de exposição logística que predizem a sobrevivência dos ninhos artificiais na mata fechada, testando o efeito do tempo, distância e tráfego de veículos na sobrevivência dos ninhos. ....39

## RESUMO

SILVA, G.R, MSc, Universidade Vila Velha – ES, Fevereiro de 2019. **Sobrevivência de ninhos artificiais: testando efeitos de rodovia, tipo de ninhos e ovos.** Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

A predação de ninhos é a principal causa na redução do tamanho populacional de aves e seus efeitos podem variar no espaço, tempo e devido a fatores intrínsecos. Investigamos a sobrevivência de ninhos artificiais em duas fitofisionomias da restinga (Formação Arbustiva Aberta não Inundável e Mata Periodicamente Inundável). Nosso objetivo foi contribuir com informações que pudessem reduzir as limitações e melhorar a aplicabilidade do uso de ninhos artificiais em experimentos e gerar informações para o melhor entendimento dos fatores que afetam a sobrevivência de ninhos em áreas influenciadas por rodovia. As coletas foram realizadas no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), localizado em Guarapari, ES. No primeiro capítulo investigamos fatores intrínsecos, sendo eles a variação na sobrevivência de dois tipos de ninhos artificiais (aberto e fechado) e dois tipos de ovos (*Synoicus chinensis* - codorna chinesa e *Coturnix japonica* - codorna japonesa) que variam em tamanho e coloração. A taxa de sobrevivência foi maior em ninhos fechados do que em abertos e indiferente em relação ao tipo de ovo. No segundo capítulo, foi analisada a variação na sobrevivência de ninhos artificiais em áreas de bordas associadas à rodovia e interior das duas fitofisionomias. Analisamos também o efeito de fatores espaciais, temporais e do fluxo de diário de veículos sobre a sobrevivência dos ninhos nas duas fitofisionomias. A taxa de sobrevivência foi menor na mata fechada do que na vegetação aberta. A taxa de sobrevivência foi menor no meio da estação reprodutiva na mata aberta, e diminuiu com o avanço da estação na mata fechada. Excluindo a margem da rodovia (3m), a taxa de sobrevivência foi positivamente relacionada à distância da rodovia indo de 3 a 150 m na mata fechada, mas não foi relacionada à distância na mata aberta. O fluxo de veículos apresentou efeito positivo na mata aberta e neutro na fechada.

PALAVRAS-CHAVE. Efeito de borda, impactos de rodovia, reprodução, restinga.

## ABSTRACT

SILVA, G.R, MSc, Universidade Vila Velha – ES, February 2019. **Survival of artificial nests: testing the effects of highway, and type of nests and eggs.**

Advisor: Charles Gladstone Duca Soares.

Nest survival is considered one of the main causes of reduction in bird population size and its effects may vary in space, time and due to species-specific traits. We investigated the survival rates of artificial nests in two types of vegetation in a coastal sandy plain (Unflooded Shrub - US and Seasonally Flooded Forest - SFF). We aimed to contribute with information that could reduce the limitations and improve the applicability of the using of artificial nests in scientific experiments, besides generating information for the better understanding of the factors that influence nest survival in areas near highways. Data were collected at the Paulo César Vinha State Park (PEPCV), located in the municipality of Guarapari, ES. In the first chapter, we investigated the variation in artificial nest survival related to nest type (open and closed) and between two types of eggs (*Synoicus chinensis*– Asian Blue Quail and - *Cotornix japonica*- Japanese Quail) that vary in size and color. Nest survival rates were in accord with other studies in the neotropics, with survival being higher in closed nests than in open nests and invariable regarding egg type. In the second chapter, we analyzed artificial nest survival along a gradient of distances from the highway to the interior of the two vegetation types in the coastal sandy plain. We also analyzed the effects of spatiotemporal factors and traffic flow on nest survival. Nest survival was lower in the SFF compared with the Unflooded Shrub. The survival rate was lower in the middle of the reproductive season in the US, and decreased with time in the SFF. Excluding the highway margin (3m), the survival rate was positively related to the distance of the highway in the SFF, but was not related to the distance of the highway in the US. Traffic flow had a positive effect on nest survival in the US and had no effect in the SFF.

KEY WORDS. Edge effect, highway impacts, reproduction, restinga.

## INTRODUÇÃO GERAL

Interações como predação, competição e parasitismo de ninhos influenciam o sucesso reprodutivo das aves (Martin 1995, Woodworth 1999). Dentre estes, a predação é reconhecida como a principal causa de redução no tamanho populacional em espécies de aves (Ricklefs 1969), pois contribui em média com 80% dos casos de insucesso de ninhadas (Martin 1993b, Latif et al. 2012).

A vulnerabilidade do ninho à predação pode ser influenciada direta ou indiretamente por características expressas por fatores espaciais, temporais ou intrínsecos. Os fatores espaciais estão relacionados às características do habitat e/ou da localização do ninho (Burhans et al. 2002, Roos 2002, Peak et al. 2004). Fatores temporais variam ao longo da estação reprodutiva e estão relacionados com a idade do ninho, estação reprodutiva ou densidade de ninhos (Thompson-III 2007, Wilson, et al. 2007, França & Marini 2009b). Os fatores intrínsecos são caracterizados pelo tipo de ninho ou de ovo (Martin et al. 2000, Robinson et al. 2000, Borges & Marini 2010, Dias et al. 2010).

A seleção de estratégias para evitar predadores tem sido uma resposta adaptativa moldada por pressões seletivas que deverão ser mais fortes em populações cujo impacto da predação for maior (Burke et al. 1998). Alguns estudos já foram realizados avaliando essas estratégias em aves (Vickery et al. 1992, Robinson et al. 2000, Padilha 2009, Dotto et al. 2012). Por exemplo, é conhecido que algumas espécies ao escolher o local de reprodução podem evitar territórios com alta atividade de predadores (Arlt & Part 2008). Embora alguns estudos já tenham avaliado essas características há ainda escassez de informações e o modo como a seleção natural atua para direcionar essas características ainda não é totalmente compreendido.

Pesquisas com ninhos artificiais são realizadas para testar hipóteses comportamentais e ecológicas para explicar a variação na predação de ninhos (Alvarez & Galetti 2007). Por exemplo, experimento para prever impactos relativos entre diferentes tipos de habitats, já que o risco de predação é influenciado pelas características do habitat e/ou a localização do ninho (Parte & Wretenberg 2002, França & Marini 2009). A restinga é um ambiente propício para este tipo de experimento, pois apresenta fitofisionomias distintas e próximas umas das outras,

permitindo a realização desses experimentos em ambientes completamente distintos numa mesma área de estudo.

Neste contexto, este trabalho pretende contribuir com novas informações que ampliem a compreensão dos fatores espaciais, temporais e intrínsecos que influenciam na sobrevivência de ninhos. Também objetivamos testar os efeitos relacionados a uma rodovia estadual (ES-060), como distância da rodovia e fluxo de veículos, na probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais dentro de uma unidade de conservação.

Partimos do pressuposto que existe variação na taxa de sobrevivência de ninhos artificiais devido a fatores espaciais, temporais e intrínsecos. Em relação à variação espacial, cada habitat possui características distintas podendo abrigar diferentes tipos de predadores, e influenciar na densidade dos mesmos. Além disso, a visibilidade do ninho pode variar de acordo com as características da vegetação, fazendo com que a taxa de predação seja distinta entre as fitofisionomias. Nas bordas a taxa de sobrevivência será maior, provavelmente devido aos efeitos da rodovia, pois o aumento sazonal do fluxo de veículos pode afugentar predadores de ambientes mais próximos a rodovia, diminuindo sua atividade neste ambiente e consequentemente aumentar a taxa de sobrevivência dos ninhos mais próximos às bordas (Silva et al. 2019). Em relação à variação temporal, há uma forte tendência das taxas de sobrevivência de ninhos serem maiores no início da estação reprodutiva do que no final, devido ao aprimoramento da imagem de procura do predador por recursos mais abundantes com o avanço da estação reprodutiva. Para os efeitos intrínsecos, consideramos que o tipo e as características do ninho e dos ovos podem influenciar no sucesso reprodutivo das aves. Ovos em ninhos abertos são mais visíveis e consequentemente, mais vulneráveis a predação. Por fim, o tipo de ovo, principalmente características morfológicas relacionadas às dimensões e coloração, pode influenciar a ação dos predadores gerando variação na taxa de predação.

Para testar tais hipóteses, avaliamos as variações, intrínseca, espacial e temporal na taxa de sobrevivência de ninhos artificiais em áreas de restinga na região sul do Espírito Santo. Para efeitos intrínsecos, foi avaliado possíveis variações na taxa de sobrevivência em relação a dois tipos de ninhos (abertos e fechados) e dois tipos de ovos (*Synoicus chinensis* - codorna chinesa e *Coturnix japonica* - codorna japonesa) que podem ser usados em experimentos com ninhos

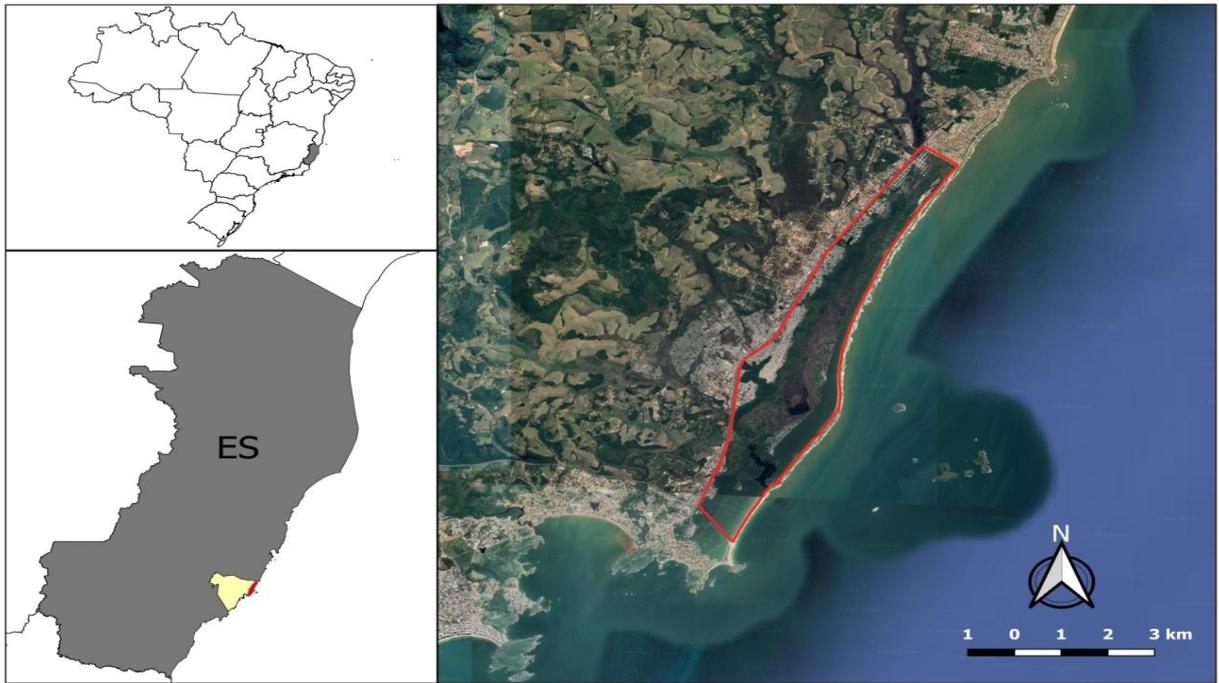
artificiais (Capítulo 1). Para a variação espacial, avaliamos a probabilidade de sobrevivência de ninhos artificiais em duas fitofisionomias, e também em relação ao efeito de borda provocado pela rodovia e se há efeito da variação diária no fluxo de veículos e da distância da borda na taxa de sobrevivência dos ninhos (Capítulo 2). Para a variação temporal, foi avaliado a taxa de sobrevivência dos ninhos entre os meses da estação reprodutiva (Capítulo 2).

## ÁREA DE ESTUDO

Os dados foram coletados no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), localizado no município de Guarapari, ES (Figura 1). O PEPCV possui cerca de 1.500 ha de área e 25 km de perímetro, estendendo-se da Rodovia do Sol (rodovia estadual ES-060) para leste até o Oceano Atlântico, confrontando-se nos limites norte e sul com áreas urbanas dos municípios de Vila Velha e Guarapari, respectivamente. O clima da região, segundo a classificação Köppen-Geizer, é tropical de monções (*Am*) com temperatura média anual de 23,3°C e precipitação média anual de 1.307 mm (Alvares et al. 2013).

O PEPCV apresenta a maior área de vegetação de restinga existente no litoral sul do Espírito Santo com um mosaico de formações florestais típico dos ambientes de restinga, sendo uma das poucas unidades de conservação localizadas na zona costeira do estado (Pereira 1990, Venturini et al. 1996, MMA 1996). A formação de restinga presente no PEPCV é considerada atualmente como uma das “áreas prioritária para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica, posicionada na categoria de “alta importância biológica” (MMA 2000).

Foram escolhidas duas fitofisionomias da restinga no (PEPCV) para realização deste estudo: Formação Arbustiva Aberta não Inundável e Mata Periodicamente Inundável. A Formação Arbustiva Aberta não Inundável foi escolhida em função de representar a fitofisionomia que ocupa a maior parte da área do PEPCV além da facilidade de acesso e proximidade a rodovia. A Mata Periodicamente Inundável foi escolhida a fim de avaliar uma possível variação do efeito da rodovia sobre a taxa de predação em razão da diferença na estrutura das duas fitofisionomias (Figura 2).



**FIGURA 1.** Localização da área de estudo na região Sudeste do Brasil, no estado do Espírito Santo, evidenciando o município de Guarapari em amarelo. A linha vermelha corresponde aos limites do Parque Estadual Paulo César Vinha.



**FIGURA 2.** Foto aérea das duas fitofisionomias: Formação Arbustiva Aberta não Inundável e Mata Periodicamente Inundável onde foram implementados os experimentos.

## REFERÊNCIAS

Referências e Citações apresentada nas normas da Ecological Society of America

- Alvares, C. A., J. L. Stape, P. C. Sentelhas, G. de Moraes, J. Leonardo & G. Sparovek. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Alvarez, A. D., & M. Galetti. 2007. Predação de ninhos artificiais em uma ilha na Mata Atlântica: testando o local e o tipo de ovo. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 1011-1016.
- Arlt, D., & T. Pärt. 2008. Post-breeding information gathering and breeding territory shifts in northern wheatears. *Journal of Animal Ecology* 77: 211–219.
- Borges, F. J. A., & M. Â. Marini. 2010. Birds nesting survival in disturbed and protected Neotropical savannas. *Biodiversity and Conservation* 19: 223–236.
- Burhans, D. E., D. Dearborn, F. R. Thompson-III, & J. Faaborg. 2002. Factors affecting predation at songbird nests in old fields. *Journal of Wildlife Management* 66: 240-249.
- Burke, V. T., S. L. Rathbun, J.R. Bodie, & J.W. Gibbons. 1998. Effect of density on predation rate on turtles nests in a complex landscape. *Oikos* 83: 3-11.
- Dias, R. I., L. Castilho, & R.H. Macedo. 2010. Experimental evidence that sexual displays are costly for nest survival. *Ethology* 116: 1011–1019.
- Dotto, D. B., M. F Costa., P. Facchinello., V. S. Salvade, & T. G. Dos Santos. 2012. Influência da coloração dos ovos sobre a taxa de predação de ninhos: uma abordagem experimental. *Anais do salão internacional de ensino, pesquisa e extensão* 4-2.
- França, L. C., & M. A. Marini. 2009. Teste do efeito de borda na predação de ninhos naturais e artificiais no Cerrado. *Zoologia* 26: 241-250.
- França, L.F., & M. Marini. 2009b. Baixa e variável reproductiv e o sucesso de um tirano-flycatcher Neotropical, Chapada Flycatcher (*Islerorum Suiriri*). *Emu* 109: 265-269.
- Latif, Q. S., S.K. Heath, & J.T. Rotenberry. 2012. How Avian nest site selection responds to predation risk: testing an adaptive peak hypothesis. *Journal of Animal Ecology* 81: 127-138.

- Martin, T. E. 1993. Nest predation and nest sites. New perspectives on old patterns. *Bio Science* 43: 523–532.
- Martin, T. E. 1995. Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptive. *Ecological Monographs* 65: 101-127.
- Martin, T.E., J.Scott, & C. Menge. 2000. Nest predation increases with parental activity: separating nest site and parental activity. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* 267: 2287–2293.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente.1996. Perfil dos Estados Litorâneos do Brasil: subsidios à implantação do Programa de Gerenciamento Costeiro. Brasília: Programa Nacional de Meio Ambiente.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente.2000. Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Conservation International do Brasil; Fundação SOS Mata Atlântica; Fundação Biodiversitas; Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD & Instituto Estadual de Florestas-MG. 40.
- Padilha, J. C. 2009. Avaliação da predação de ovos em ninhos artificiais por *Callithrix* ssp. em Paraty- RJ. *Revista Controle Biológico* 1.
- Peak, R.G., F.R. Thompson-III, & T.L. Shaffer. 2004. Factors affecting songbird nest survival in riparian forests in a midwestern agricultural landscape. *Auk* 121: 726–737.
- Pereira, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba- Guarapari-Espírito Santo. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira- Estrutura, Função e Manejo. ACIESP, São Paulo 207-209.
- Parte, T,& J. Wretenberg. 2002. Do artificial nests reveal relative nestpredation for real nests? *Journal of Avian Biology* 33: 39-46.
- Ricklefs, R.E.1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions in Zoology* 9:1-48.
- Robinson, W.D., T.R Robinson, S.K. Robinson, & J.D. Brawn. 2000. Nesting success of understory forest birds in central Panamá. *Journal of Avian Biology* 31: 151-164.
- Roos, S. 2002. Functional response, seasonal decline and landscape differences in nest predation risk. *Oecologia* 133: 608-615.

- Thompson-III, F.R. 2007. Factors affecting nest predation on forest songbirds in North America. *Ibis* 149: 98–109.
- Venturini, A.C., A. M. S. Ofranti, J. B. M. Varejão, & P.R. Paz. 1996. - Aves e Mamíferos na restinga. Parque Estadual Paulo César Vinha. Setiba – Guarapará – Espírito Santo. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. Governo do Estado do Espírito Santo. Vitória.
- Vickery, P.D., M.L. Hunter, & J.V. Wells. 1992. Use of a new reproductive index to evaluate relationship between habitat quality and breeding success. *Auk* 109: 697-705.
- Wilson, S., K. Martin, & S.J.Hannon. 2007. Nest survival patterns in Willow Ptarmigan: influence of time, nesting stage, and female characteristics. *Condor* 109: 377-388.
- Woodworth B. L.1999. Modeling population dynamics of a songbird exposed to parasitism and predation and evaluating management options. *Conservation Biol* 13: 67-76.

## **CAPÍTULO I**

### **SOBREVIVÊNCIA DE NINHOS ARTIFICIAIS: TESTANDO O EFEITO DOS TIPOS DE NINHOS E OVOS**

## RESUMO

SILVA, G.R, MSc, Universidade Vila Velha – ES, Fevereiro de 2019. **Sobrevivência de ninhos artificiais: testando o efeito dos tipos de ninhos e ovos.** Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

Experimentos com ninhos artificiais são utilizados para testar hipóteses comportamentais e ecológicas sobre variação na probabilidade de predação dos ninhos naturais. As características do ovo (dimensões, textura e cor) e o tipo de ninho podem influenciar no sucesso dos ninhos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de ninho (abertos e fechados) e do tipo de ovo (*Synoicus chinensis* - codorna chinesa e *Coturnix japonica* - codorna japonesa) na sobrevivência de ninhos artificiais em uma área de Restinga. O experimento foi realizado no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), Guarapari (ES) no período de 16 a 31 de agosto de 2017. Os ninhos foram expostos à predação por 15 dias e verificado em relação ao seu conteúdo (predado ou intacto). Analisamos os dados utilizando tabela de contingência e estimamos a probabilidade de sobrevivência diária usando a função 'NestSurvival' no programa MARK. A taxa de sobrevivência dos ninhos foi significativamente maior nos ninhos fechados do que em ninhos abertos. Entretanto, não houve diferença significativa entre os tipos de ovos. O efeito do tipo de ninho sugere que a taxa de sobrevivência em áreas de restinga é regida por fatores semelhantes aos encontrados em outros ambientes neotropicais. Por outro lado, a ausência de relação entre as características dos ovos e o sucesso dos ninhos indica que a cor e/ou tamanho dos ovos não influenciam a predação dos ninhos neste tipo de ambiente.

**PALAVRAS-CHAVES:** Aves, efeitos intrínsecos, predação de ninhos, restinga, sucesso reprodutivo.

## ABSTRACT

SILVA, G.R, MSc, Universidade Vila Velha – ES, February 2019. **Survival of artificial nests: testing the effects of nest and egg types.** Advisor: Charles Gladstone Duca Soares.

Experiments with artificial nests are useful to test behavioral and ecological hypotheses about variation in the probability of predation of natural nests. Egg traits (morphology, thickness and color) and nest type can influence nest success. The objective of this work was to evaluate the effects of nest type (open and closed) and egg type (*Synoicus chinensis*– Asian Blue Quail and - *Cotornix japonica* - Japanese Quail) on the survival of artificial nests in a coastal sandy plain. The experiment was carried out in the “Paulo César Vinha” State Park located at Guarapari, ES, Brazil, from 16 to 31 August 2017. The nests were exposed to predation for 15 days and then checked for their content (depredated or intact). We analyzed the data using contingency tables and estimated the probability of nest daily survival using the '*Nestsurvival*' function in the software MARK. Nest survival rate was significantly higher in closed nests than in open nests. However, there was no significant difference in the survival of nests with different egg types. The effect of nest type on nest survival suggests that nest survival rates in coastal sandy plains are governed by factors similar to those found in other Neotropical environments. On the other hand, the lack of relation between egg characteristics and nests success indicates that the color and/or size of the eggs do not influence the predation of the nests in coastal sandy plains.

KEY WORDS: Birds, intrinsic effects, nest predation, reproductive success, restinga.

# 1. INTRODUÇÃO

A predação de ninhos tem sido considerada a principal causa na mortalidade e insucesso na reprodução de aves, afetando a estrutura e funcionamento das comunidades (Pinto-Coelho 2000, Ricklefs 2003, Biancucci & Martin 2010, Roper et al. 2010). Alguns autores sugerem que espécies que nidificam em ninhos abertos, sofrem maior predação em relação às espécies que nidificam em ninhos fechados (Ricklefs 1969, Oniki 1979, Purcell & Verner 1999). Ninhos fechados podem dificultar a visualização e o acesso dos predadores aos ovos ou filhotes em comparação a ninhos abertos. Assim, é um fator relevante compreender o efeito intrínseco relacionado às características dos tipos de ninhos.

Ninhos artificiais têm sido usados em trabalhos que estimam a taxa de predação, pois oferecem vantagens, como manipulação e controle de variáveis, facilitando a condução do estudo e otimizando o tempo quando comparados aos ninhos naturais (Marini 1994). Porém, esses experimentos têm sido criticados por diferirem na proporção de predação quando comparados aos ninhos naturais (Zanette 2002, Faaborg 2004, Burke et al. 2004). Um dos fatores que podem contribuir para essa diferença é o tipo de ovo utilizado (Wilson et al. 1998), que geralmente são ovos de codorna japonesa (*Coturnix japonica*). Os ovos de codorna japonesa apresentam porte, cor e textura diferentes dos ovos da maioria dos passeriformes, e alguns estudos comprovaram que alguns pequenos predadores são incapazes de predá-los (Roper 1992, Haskell 1995a, Marini & Melo 1998).

Almejando-se atenuar os equívocos vinculados aos ovos de codorna, diversos pesquisadores passaram a empregar outros tipos de ovos, como por exemplo, ovos de canário (*Serinus canaria*) (Alvarez & Galetti 2007, Ninhos et al. 2013), curió (*Sporophila angolensis*) (Oliveira et al. 2008), manon (*Lonchura striata*) (Ninhos et al. 2013) entre outros. Além disto, outros estudos também utilizaram ovos sintéticos feitos de massa de modelar, cera ou plasticina (Wong et al. 1998, Dion et al. 2000, Zanette 2002, Alvarez & Galetti 2007). Porém, os mesmos apresentam problemas, como dificuldade de aquisição em grandes quantidades e preços acessíveis, além de alguns ovos também apresentarem medidas, cor e dureza da casca diferente dos ovos das aves silvestres. Até o momento, os modelos que melhor representaram os ovos naturais foram os ovos artificiais (sintéticos ou de

massa de modelar), pois podem ser moldados no formato, tamanho e na cor da espécie que se pretende estudar. Entretanto algumas características como odor e consistência diferem dos ovos naturais influenciando a probabilidade de predação (Haskell 1995b, Maier & Degraaf 2001).

Embora existam possíveis problemas, a utilização de ovos de codorna japonesa tem sido o mais viável até o momento, por serem de fácil aquisição e apresentarem tamanhos próximos aos de aves pequenas e médias. Entretanto, há também outras espécies de codornas que podem ser facilmente encontradas em criadores como as codornas americanas (*Colinus virginianus*), as africanas (*Coturnix delegorguei*) e as chinesas (*Synoicus chinensis*) com seus diferentes tipos de ovos, que podem ser testados em experimentos de campo. Dentre elas, se destaca a codorna chinesa com seus ovos de tamanhos e cores diferenciados das demais espécies.

A codorna chinesa apresenta ovos com cores integras em vários tons, como branco, marrom, verde entre outros (Figura 3), com tamanhos variando de 22 a 25 mm de comprimento. Os ovos de codorna japonesa apresentam cor pintalgado camuflado e tamanhos variando entre 25 a 30 mm de comprimento. Assim os ovos de codorna chinesa podem ser uma boa alternativa para amenizar os problemas associados aos tipos de ovos, pois possivelmente representam melhor os ovos de passeriformes silvestres, tanto no tamanho e cor quanto na textura da casca.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos tipos de ninhos e ovos na sobrevivência de ninhos artificiais. Os objetivos específicos incluem: i) avaliar e comparar a sobrevivência em relação a dois modelos de ninhos (abertos e fechados); ii) avaliar e comparar a sobrevivência em relação a dois tipos de ovos, os de codorna japonesa e codorna chinesa. Testaremos as seguintes hipóteses: (1) ninhos fechados são mais propensos ao sucesso do que ninhos abertos; (2) ovos de codorna japonesa são mais propensos ao sucesso do que ovos de codorna chinesa.



**FIGURA 3.** Foto dos ovos das duas espécies de codorna: à esquerda ovos de codorna chinesa (*Synoicus chinensis* ) menores e apresentando cores marrom e cinza escuro, à direita os ovos de codorna japonesa (*Coturnix japonica* ) pintalgados camuflados.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Coleta dos dados**

Para coleta dos dados foram utilizados ninhos artificiais confeccionados com feixes de gramíneas dispostas em espiral e alinhadas para evitar a desagregação, sendo os ninhos fechados confeccionados com a junção de dois ninhos abertos, os mesmos foram costurados para não se soltarem e feito uma abertura lateral em um deles (Figura 4). Depois de prontos, os ninhos foram banhados em solução de água com barro e deixados ao sol para secar e reduzir o odor humano. A partir deste momento os ninhos e os ovos foram manipulados com luvas de borracha.

Foram realizados dois experimentos. Os experimentos foram realizados juntos no período de 16 a 31 de agosto de 2017 em uma área de Formação Arbustiva Aberta não Inundável (Figura 5).

No primeiro experimento testando o efeito do tipo de ninho (abertos e fechados), utilizamos um total de 100 ninhos, sendo 50 abertos e 50 fechados. Em cada ninho foi colocado um ovo de codorna japonesa. No segundo experimento testando o efeito de dois tipos de ovos com características distintas, utilizamos 100 ninhos abertos, sendo 50 ninhos com um ovo de codorna chinesa e 50 com um ovo de codorna japonesa, sendo esses os mesmos utilizados no primeiro experimento.

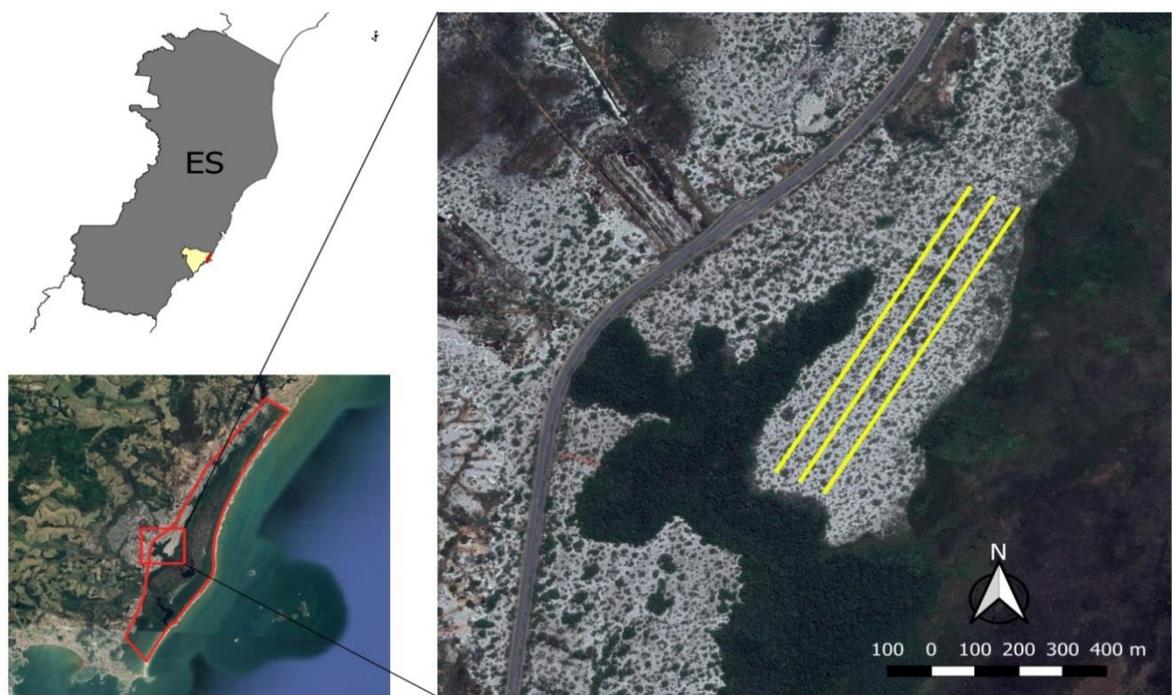
Os ninhos foram dispostos em três transectos de 1km e equidistantes 50 metros. Em cada transecto foram colocados 50 ninhos de forma alternada, sendo sempre um ninho aberto com ovo de codorna chinesa, um ninho fechado e outro aberto, cada um com um ovo de codorna japonesa. Os ninhos estavam equidistantes 20 metros.

Todos os ninhos foram colocados a uma altura de aproximadamente 1,5 m do solo e tiveram suas localizações marcadas com uma fita plástica colorida posicionada a cerca de 5m em relação aos ninhos.

Os ninhos foram expostos à predação por 15 dias, período médio de incubação das aves da Mata Atlântica (Sick 1997). Os mesmos foram monitorados por meio de visitas em intervalos regulares de três dias e verificados em relação ao conteúdo (predado ou intacto). O ninho foi considerado predado quando os ovos foram danificados ou removidos.



**FIGURA 4.** Foto dos dois tipos de ninhos (aberto e fechado) utilizados no experimento.



**FIGURA 5.** Localização da área de estudo, evidenciando o município de Guarapari em amarelo. A linha vermelha corresponde aos limites do Parque Estadual Paulo César Vinha, e as amarelas aos três transectos utilizados no experimento.

## 2.2. Análises dos dados

A probabilidade de sobrevivência diária (PSD) é um aspecto relevante no sucesso reprodutivo, sendo definido como a probabilidade de um ninho sobreviver um dia em um intervalo de tempo específico (Dinsmore et al. 2002). Para tais análises, utilizamos a função “*Nest Survival*” no Programa MARK (Cooch & White 2012). Esta função permite a elaboração de modelos que consideram as PSDs e variáveis de interesse.

A modelagem de sobrevivência no programa MARK exige que sejam atendidos quatro parâmetros: 1) o dia em que o ninho foi encontrado; 2) último dia de checagem em que o ninho não estava predado; 3) último dia de checagem do ninho; 4) destino do ninho: predado ou intacto. Como utilizamos ninhos artificiais, o dia de encontro foi sempre o primeiro dia experimental. O registro de cada ninho durou desde o dia 1 (primeiro dia experimental) até o dia 16 (último dia experimental), que corresponde ao tempo de exposição dos ovos à predação. Cada conjunto de 50 ninhos nos transectos foi considerado um grupo, portanto consideramos três grupos: i) grupo 1, ninhos abertos com ovos de codorna japonesa; ii) grupo 2, ninhos fechados com ovos de codorna japonesa; iii) grupo 3, ninhos abertos com ovos de codorna chinesa. Os ninhos de cada grupo foram marcados com numeração de 1 a 50 e com esses parâmetros foi gerado um histórico de cada ninho para avaliar a taxa de sobrevivência.

Para testar hipóteses, construímos modelos para avaliar a sobrevivência diária dos ninhos artificiais. Os modelos considerados foram o modelo nulo (.) e grupo (g). O modelo nulo considera a sobrevivência constante entre os grupos, e o modelo grupo representa o efeito do tipo de ninho e do ovo. Construímos modelos agrupando os grupos de diferentes maneiras para avaliar o efeito do tipo de ninho e de ovo. Os modelos foram agrupados em três etapas. Na primeira etapa avaliamos o modelo (g1-2, 3) considerando os grupos 1 e 2 como um único grupo (g 1-2, ninhos com ovos de codorna japonesa) e o grupo 3 como outro grupo (g 3, ninhos com ovos de codorna chinesa); grupo (g1-3, 2) considerando os grupos 1 e 3 como um único grupo (g1-3, ninhos abertos) e o grupo 2 como outro grupo (g2, representando ninhos fechados). Na segunda etapa consideramos o grupo 1 como um grupo e o grupo 2 como outro grupo (g1, g2) e testamos o efeito do tipo de ninho. Na terceira etapa consideramos os grupos 1 como um grupo e o grupo 3 como outro grupo (g1,

g3) e testamos o efeito do tipo de ovo (Tabela 1). A segunda e terceira etapa foram analisadas para confirmar os resultados obtidos na primeira etapa.

Classificamos os modelos com base nos valores do critério de informação de Akaike (AIC), onde os modelos com  $\Delta AIC \leq 2$  foram considerados com capacidade semelhante para explicar a variação no conjunto de dados (Burnham & Anderson 2002).

Com o intuito de comparar nossos resultados com outros que não utilizaram a função '*NestSurvival*' do programa MARK, utilizamos outro dois métodos para determinar a taxa de sobrevivência dos ninhos artificiais: o sucesso aparente, que é número de ninhos bem sucedido de cada experimento / número total de ninhos de cada experimento) x 100 (Skutch 1966) e o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de dupla entrada, com uma tabela de contingência de 2 x 2 (Silveira Neto et al. 1976) contendo valores de taxa de predação e de sucesso de ninhos. O teste foi conduzido com o auxílio do programa BioEstat 5.3 (Ayres et al. 2000) e adotou-se o nível de significância de 5% para o teste.

### 3. RESULTADOS

Ao final dos 15 dias do experimento 26 ninhos fechados alcançaram sucesso (n=50) e 11 ninhos abertos (n=50) no experimento testando o tipo de ninho. No experimento testando dois tipos de ovos em ninhos abertos 14 ninhos com ovos de codorna chinesa (n=50) alcançaram sucesso e 11 ninhos com ovos de codorna japonesa (n=50). Considerando os dois experimentos (n=150), a predação 66% foi maior que o sucesso dos ninhos 34%.

O sucesso aparente foi significativamente maior nos ninhos fechados (52%, n=50) do que os ninhos abertos (22%, n=50) ( $\chi^2=9,65$ ; g.l.=1; P=0,002) (Figura 6). Entretanto, o sucesso dos ninhos não variou com o tipo de ovo ( $\chi^2=0,48$ ; g.l.=1; P=0,488) (Figura 7).

O modelo constante [S (.)] e o modelo indicando o efeito dos grupos [S (g1-2, g3)] (tipos de ovos) tiveram pouco apoio nas TSDs ( $\Delta AIC > 2$ ). Já os modelos [S (g)] e os modelos que descrevem as diferenças dos grupos [S (g1-3, g2)] (tipos de ninhos) tiveram maior suporte compreendendo 98,1% do peso das evidências. O modelo [S (g)] explicou 26% das variações, enquanto o melhor modelo explicou 72% das variações dos dados. Ao avaliar a sobrevivência separadamente nas etapas 2 e 3, esses resultados foram confirmados. Na etapa 2, testando o tipo de ninho (g1, g2), o modelo [S (g)] explicou 96% das variações dos dados, revelando diferença significativa entre os tipos de ninhos. Na etapa 3, testando tipos de ovos (g1, g3), o modelo [S (g)] teve pouco suporte, explicando apenas 27% na variação dos dados e mostrando não haver diferença significativa entre os tipos de ovos (Tabela 1).

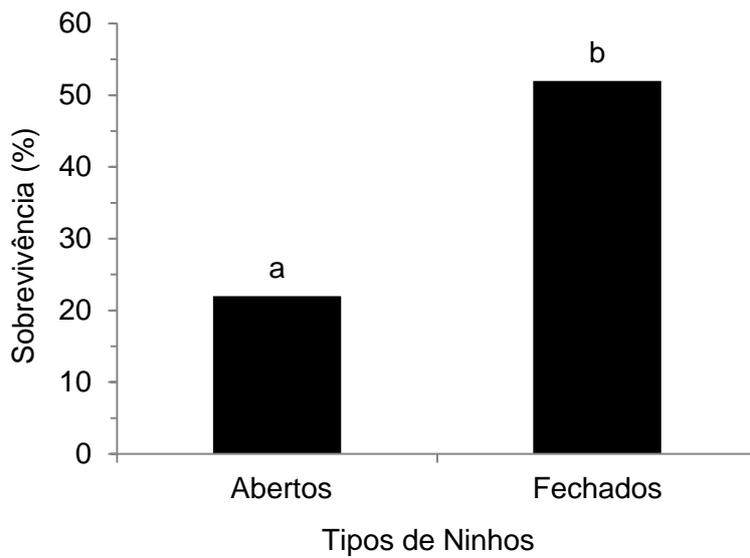
A probabilidade de sobrevivência diária (PSD) dos ninhos abertos com ovos de codorna japonesa e chinesa foi 0,92, enquanto a PSD de ninhos fechados foi 0,96 (Tabela 2).

**TABELA 1.** Seleção dos modelos de sobrevivência (S) baseados no critério de informação de Akaike (AICc). Foram encontrados para cada modelo o peso de Akaike ( $w_i$ ), o número de parâmetros ( $K$ ) e o desvio. Números indicam diferentes grupos que representam os efeitos dos tipos de ninhos e dos ovos, onde (g1) representa ninhos abertos com ovos de codorna japonesa, (g2) ninhos fechados com ovos de codorna japonesa, e (g3) ninhos abertos com ovos de codorna chinesa. Na etapa 1 consideramos os três grupos e nas etapas 2 e 3 isolamos o efeito do tipo de ninho e tipo de ovo, respectivamente.

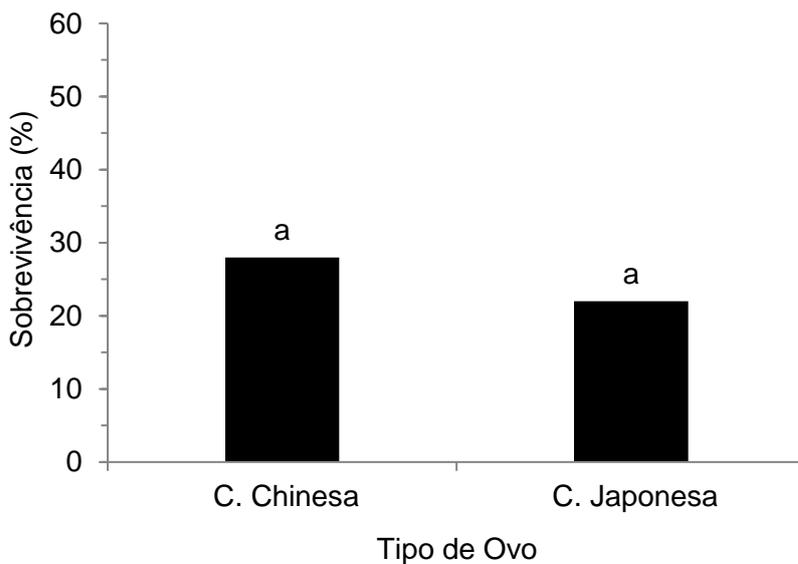
Modelos	AICc	$\Delta$ AICc	$w_i$	K	Desvio
<b>Etapa 1</b>					
S(g1-3,g2)	515,72	0,00	0,72	2	511,71
S(g)	517,73	2,00	0,26	3	511,71
S(g1-2,g3)	524,00	8,28	0,01	2	519,99
S(.)	524,85	9,13	0,01	1	522,85
<b>Etapa 2</b>					
S(g1,g2)	346,10	0,00	0,96	2	339,09
S(.)	349,37	6,27	0,04	1	347,37
<b>Etapa 3</b>					
S(.)	362,79	0,00	0,73	1	360,78
S(g1,g3)	364,79	2,01	0,27	2	360,78

**TABELA 2.** Probabilidade de sobrevivência diária (PSD) estimadas pelo modelo de efeito de grupo [S (g)] onde: SE=erro padrão, CI=Intervalo de confiança e SN=sucesso dos ninhos em relação aos grupos (1,2 e 3), sendo o grupo 1 ninhos abertos com ovos de codorna japonesa, 2 ninhos fechados com ovos de codorna japonesa, e 3 ninhos abertos com ovos de codorna chinesa, para os experimentos de ninhos.

Grupos	PSD	SE	CI	SN (%)
1	0,922	0,012	0,895 - 0,942	29,6
2	0,962	0,008	0,943- 0,974	55,9
3	0,921	0,013	0,892 - 0,942	29,1



**FIGURA 6.** Frequência (%) de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao tipo de ninho (aberto e fechado). Letras diferentes indicam haver diferença significativa ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 7.** Frequência (%) de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao tipo de ovo (codorna chinesa e codorna japonesa). Letras iguais indicam não haver diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

## 4. DISCUSSÃO

Nossos resultados suportam a hipótese de maior sucesso em ninhos fechados do que em ninhos abertos. Esses resultados se assemelham aos resultados encontrados em outros trabalhos realizados com ninhos naturais e artificiais na região Neotropical (Oniki 1979, Robinson et al. 2000, Arantes & Melo 2011, França et al. 2016). O maior sucesso em ninhos fechados provavelmente está atribuído à maior dificuldade e ao menor acesso ao conteúdo do ninho pelos predadores (Oniki 1979). As aves têm sido consideradas como principais predadoras de ninhos em locais abertos e com vegetação arbustiva, como em nossa área de estudo (Soderstrom et al. 1998, França et al. 2009). Os ninhos fechados minimizam a eficiência da predação por indivíduos orientados visualmente como, por exemplo, as aves, uma vez que os ovos não estão expostos.

No entanto, nossos resultados não suportam a hipótese que ovos maiores de codorna japonesa são mais propensos ao sucesso do que ovos menores de codorna chinesa. Embora tenha ocorrido uma pequena diferença no sucesso em relação aos tipos de ovos essa diferença não foi significativa, mostrando não haver relação entre o tipo de ovo e o risco de predação.

Esses resultados diferem daqueles comumente relatados na literatura, que mostram que os ovos menores sofrem maior predação, por serem mais frágeis e suscetíveis a uma diversidade maior de predadores (Degraaf et al. 1999, Maier & Degraaf 2000, Alvarez & Galetti 2007, Oliveira et al. 2008). Por outro lado, um padrão oposto foi observado em outra pesquisa (Mezquita & Marone 2003), com uma maior predação em ovos maiores de codorna japonesa em relação aos menores de passeriformes.

Nosso resultado pode estar atribuído a densidade e diversidade de predadores do local (Reitsma et al.1990), sugerindo que os predadores não são relativamente pequenos. Em habitats abertos e com vegetação arbustiva, como em nossa área de estudo, as aves têm sido reconhecidas como as principais predadoras de ninhos (Soderstrom et al. 1998, França et al. 2009), e ninhos abertos, em comparação a ninhos fechados, aumentam a percepção de predadores orientados visualmente uma vez que os ovos estão mais expostos.

No entanto, algumas pequenas aves podem ser afetadas pelo tamanho dos ovos, não conseguindo predação ovos grandes como os de codorna japonesa (Oliveira et al. 2013, Maier & DeGraaf, 2001). Outras espécies de aves podem se beneficiar de tais características aumentando sua percepção e conseqüentemente a predação de ovos grandes (Mezquita & Marone 2003). A junção desses padrões de predação poderia explicar a falta de relação às características dos ovos e a taxa de predação.

Nossa intenção era comparar o sucesso dos ninhos com ovos de codorna chinesa e codorna japonesa, uma vez que ovos de codorna chinesa são menores e poderiam expressar melhor a taxa de predação de ninhos abertos naturais de passeriformes. No entanto, duas hipóteses surgem: 1) ovos de codorna chinesa seriam grandes demais para representar adequadamente ovos de espécies passeriformes? 2) a cor do ovo foi uma característica importante que afetou nosso resultado?

Não acreditamos que estes dois fatores foram importantes para afetar o resultado obtido. Alvarez & Galetti (2007), em sua área de estudo, encontraram efeito em relação ao tamanho do ovo com maior predação em ovos menores de canário (*Serinus canaria*) em relação aos ovos de codorna japonesa (*Coturnix japonica*), sendo os ovos de canário semelhantes nos tamanhos aos ovos de codorna chinesa usado em nosso estudo. Major & Kendal (1996), avaliando vários trabalhos com ninhos artificiais não encontraram efeitos em relação à cor dos ovos no sucesso dos ninhos.

## 5. CONCLUSÃO

Concluimos que aves que nidificam em ninhos abertos são mais propensas a terem seus ninhos predados, e que a provável causa seja a maior visibilidade e acesso ao conteúdo do ninho pelos predadores.

Nosso estudo demonstrou que controlar o tamanho dos ovos parece não ser suficiente para tornar os experimentos de predação com ninhos artificiais mais realistas em ambientes de restinga, uma vez que não há efeito do tipo de ovo (tamanho e coloração) na taxa de predação. Assim não podemos sugerir a substituição dos ovos de codorna japonesa pelos ovos de codorna chinesa, uma vez que o uso de ovos de codorna japonesa parece viável neste tipo de habitat, além de serem os de mais fácil aquisição.

Sugerimos assim que futuros estudos tentem identificar e comparar a comunidade de predadores de ninhos em habitats abertos. Esta alternativa pode ajudar a explicar fontes específicas de ausência de relação entre probabilidade de predação e as características dos ovos para habitats abertos como a restinga.

## **CAPÍTULO II**

### **EFEITOS DE ESTRADAS NO SUCESSO DE NINHOS ARTIFICIAIS: UM ESTUDO EM ÁREAS DE RESTINGA NO SUDESTE DO BRASIL**

## RESUMO

SILVA, G.R, MSc, Universidade Vila Velha – ES, Fevereiro de 2019. **Efeitos de estradas no sucesso de ninhos artificiais: um estudo em áreas de Restinga no Sudeste do Brasil.** Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

O aumento da predação de ninhos em áreas fragmentadas é responsável pelo declínio de várias espécies de aves, sendo a abertura de estrada considerada uma das principais causas da fragmentação. No entanto poucos trabalhos investigaram os efeitos da fragmentação e influência de estradas no sucesso reprodutivo de aves. Os objetivos deste trabalho foram avaliar variações espaciais, temporais e do fluxo de veículos na sobrevivência de ninhos artificiais ao longo da estação reprodutiva em duas fitofisionomias da restinga e em relação à distância de uma importante rodovia em duas fitofisionomias da restinga. O estudo foi realizado, às margens da rodovia estadual ES-060 (rodovia do sol) entre 01 de outubro de 2017 a 30 de março de 2018. Os ninhos foram expostos à predação por períodos de 12 dias e foram verificados em relação ao seu conteúdo (predado ou intacto) a cada três dias, até ao final de 180 dias de experimento. Estimamos a probabilidade de sobrevivência diária usando o modelo de exposição logística no programa R. Também usamos o método de Mayfield em adição ao método acima para comparar a sobrevivência entre as fitofisionomias. Ao final dos 180 dias de experimento um total de 2053 (33%) ninhos alcançaram sucesso. O sucesso foi maior na vegetação aberta do que na vegetação fechada. Na vegetação aberta, a taxa de sobrevivência de ninhos aumentou como fluxo de veículos, e foi menor no meio do que no início e final do período de estudo, mas não variou com a distância da rodovia. Na mata fechada, houve um efeito positivo da distância da rodovia e negativo em relação ao tempo do período de estudo na taxa de sobrevivência de ninhos, que não foi relacionada ao fluxo de veículos. Concluímos que efeitos espaciais, temporais, e impactos diretos provenientes da rodovia (e.g., ruído, vibração, estímulos visuais) podem levar a variações na atividade dos predadores de ninhos, gerando flutuações na taxa de predação.

**PALAVRAS-CHAVE.** Aves, efeito de borda, fragmentação, fluxo de veículos, predação de ninhos.

## ABSTRACT

SILVA, G.R, MSc, Universidade Vila Velha – ES, February 2019. **Road side edge effects on artificial-nest success: an study in a coastal sandy plain in Southeastern Brazil.** Advisor: Charles Gladstone Duca Soares.

The increasing in nest predation in fragmented areas is responsible for the decline of several bird species, and road construction is a major cause of fragmentation. However, few studies have investigated the effects of fragmentation and roads on the nesting success of birds. The objectives of this work were to evaluate the effects of spatio temporal features and traffic flow on the survival of artificial nests. The study was carried out along a gradient of distances from a major highway into to two types of vegetation in a coastal sandy plain (Unflooded Shrub: open shrub; Seasonally Flooded Forest: closed forest) during the breeding season (from October 2017 to March 2018). The nests were exposed to predation for 12-day periods and verified in relation to their content (predated or intact) every three days. We estimated the probability of daily survival using a logistic exposure model in R. We also used the Mayfield method to compare nest survival between the vegetation types. At the end of the 180 days of the experiment, a total of 2053 (33%) nests were successful (not predated). Nest success was higher in the open shrub than in the closed forest. In closed forest, the nest survival rates were positively related to vehicle traffic flow, and was lowest in the middle of the study period, but did not vary with the distance from the highway. In the closed forest, nest survival was positively related to the distance from the highway, negatively related to time in the study period, and did not vary with vehicle traffic flow. We conclude that spatial temporal features and direct impacts from the highway (e.g., noise, vibration, visual stimuli) may lead to variations in the activity of nest predators, generating fluctuations in nest predation rates.

KEY WORDS. Birds, edge effect, fragmentation, nest predation, vehicle flow.

# 1. INTRODUÇÃO

Devido às atividades antrópicas como pecuária, agricultura, construção de estradas entre outros, trechos contínuos de florestas têm sido reduzidos a pequenos fragmentos, resultando no aumento da quantidade de borda. Segundo Faaborg et al. (1992) a borda é definida como a junção entre dois habitats com estágios sucessionais diferentes. Nesses ambientes ocorre o chamado "efeito de borda" que são alterações (positivas ou negativas) na riqueza, composição e abundância das espécies, principalmente pelas alterações do micro clima nesses locais (Fahrig 2003).

O efeito de borda pode se estender por grandes distâncias dentro do habitat (Paton 1994, Marini et al. 1995, Murcia 1995), porém sua extensão é difícil de ser mensurada, pois pode variar em função de algumas características como o tipo de vegetação, estrada ou organismo que se pretende estudar (Wilcove et al. 1986, Murcia 1995, Forman et al. 2003, Eigenbrod et al. 2009).

Vários estudos já avaliaram a extensão do efeito de borda e suas consequências em áreas fragmentadas (Murcia 1995, Tabarelli & Mantovani 1999, Peres 2001), inclusive na reprodução de aves (Bierregaard & Lovejoy 1986, 1989, Askins 1995, Robinson et al. 1995, Duca et al. 2001). Entretanto a maioria desses estudos foram realizados em bordas de florestas associadas a pastagens ou monoculturas, havendo escassez de informações em áreas fragmentadas por estradas ou rodovias (Forman et al. 2003, Coffin 2007, Fahrig & Rytwinski 2009).

Muitos estudos têm mostrado um aumento na taxa de predação de ninhos, quando estes estão mais próximos às bordas (Askins 1995, Marini et al. 1995), sendo este aumento atribuído aos predadores que vivem nas proximidades desses habitats, e que selecionam a borda para forragear. Porém, bordas relacionadas às rodovias sofrem efeitos diferentes e mais intensos em relação às bordas comuns (Scoss 2002, Goosem 2007), e geralmente esses efeitos são deletérios sobre as espécies locais (van der Ree et al. 2015). Assim, espera-se que as comunidades biológicas sejam distintas quando comparados ambientes que sofrem pressões por rodovias em relação a outros tipos de borda que são submetidos a outros tipos de pressões (Andrews 1990, Forman & Alexander 1998).

Alguns estudos realizados em ambientes que sofrem efeitos de rodovias mostraram que suas bordas tendem a apresentar comunidades biológicas modificadas e simplificadas em termos de número de espécies e indivíduos em relação ao seu interior (Laurance et al. 2009, Fahrig & Rytwinski 2009, Goodwin & Shriver 2011), possivelmente devido aos efeitos causados por esse tipo de empreendimento. Efeitos estes relacionados ao fluxo de veículos, mortalidade, ruídos entre outros.

Alguns estudos mostraram que o tráfego de veículos pode afetar a sobrevivência de ninhos e afetar o uso do habitat por predadores de ninhos (Miller & Hobbs 2000, Erritzoe et al. 2003). Os efeitos negativos do tráfego de veículos sobre os predadores podem levar a hipótese de libertação de predação (Rytwinski & Fahrig 2007, Fahrig & Rytwinski 2009, Rytwinski & Fahrig 2013), levando altas densidades de aves a nidificar nas bordas devido à menor abundância de predadores. Porém os predadores podem mudar a imagem de procura devido ao aumento do número de ninhos disponíveis (Martin et al. 2000, Duca et al. 2019), selecionando as bordas para forragear devido à maior concentração de recursos nestes locais (Reis & Sisk 2004, Soderstrom et al. 1999). Esse fator pode criar uma “armadilha ecológica” para as aves, levando assim ao baixo sucesso dos ninhos nas bordas (Gates e Gysel 1978; Lathi 2001).

Embora alguns estudos tenham sido realizados em bordas de ambientes que sofrem efeitos por rodovias (Pescador & Peris 2007, Silva 2015), há ainda escassez de informação e as questões que influenciam a abundância, riqueza e diversidade de predadores próximos as bordas de rodovias ainda são pouco conhecidas, havendo muitas lacunas e perguntas a serem respondidas (Rosa & Bager, 2012). Assim entendê-las poderá auxiliar na definição de estratégias de conservação e na tomada de decisão junto ao planejamento territorial, principalmente no que consiste no planejamento e gestão de unidades de conservação, que em todo o mundo sofre com esse tipo de empreendimento dentro de seus limites (Schonewald-Cox & Buechner 1992, Pádua et al. 1995, Goosem 1997, Forman & Alexander 1998, Trombulak & Frissell 2000).

Diante disto objetivamos contribuir com informações que auxiliem na compreensão dos efeitos de rodovias e suas interações no sucesso e na taxa de predação de ninhos em ambientes fragmentados por rodovias. Avaliamos os efeitos impostos pela rodovia ES-060 (rodovia do sol) sobre a sobrevivência de ninhos

artificiais em áreas de borda e interior de duas fitofisionomias da restinga no sudeste do Brasil. Avaliamos a variação na sobrevivência de ninhos artificiais em relação a um gradiente de distância da rodovia, buscando identificar qual o efeito da rodovia (positivo, neutro ou negativo) nas duas fitofisionomias, e até onde estes efeitos são mais evidentes. Avaliamos ainda fatores diretos relacionados ao efeito da variação diária no fluxo de veículos sobre a sobrevivência dos ninhos. Uma vez que o fluxo de veículos aumenta na região no período de verão devido ao turismo na região e, conseqüentemente, os seus fatores associados (e.g., ruído), avaliamos também a relação temporal entre a data na estação reprodutiva e sobrevivência de ninhos.

Os objetivos específicos são: 1) avaliar a taxa de sobrevivência de ninhos artificiais em áreas de bordas associadas à rodovia e interior de duas fitofisionomias da restinga (Mata Periodicamente Inundável e Formação Arbustiva Aberta não Inundável); 2) avaliar o efeito da vegetação das duas fitofisionomias sobre a taxa de sobrevivência de ninhos artificiais em área influenciada por rodovia; 3) analisar se há variação na taxa de sobrevivência de ninhos artificiais em relação ao aumento do fluxo de veículos; 4) analisar se há variação temporal na taxa de sobrevivência de ninhos artificiais em relação à data na estação reprodutiva.

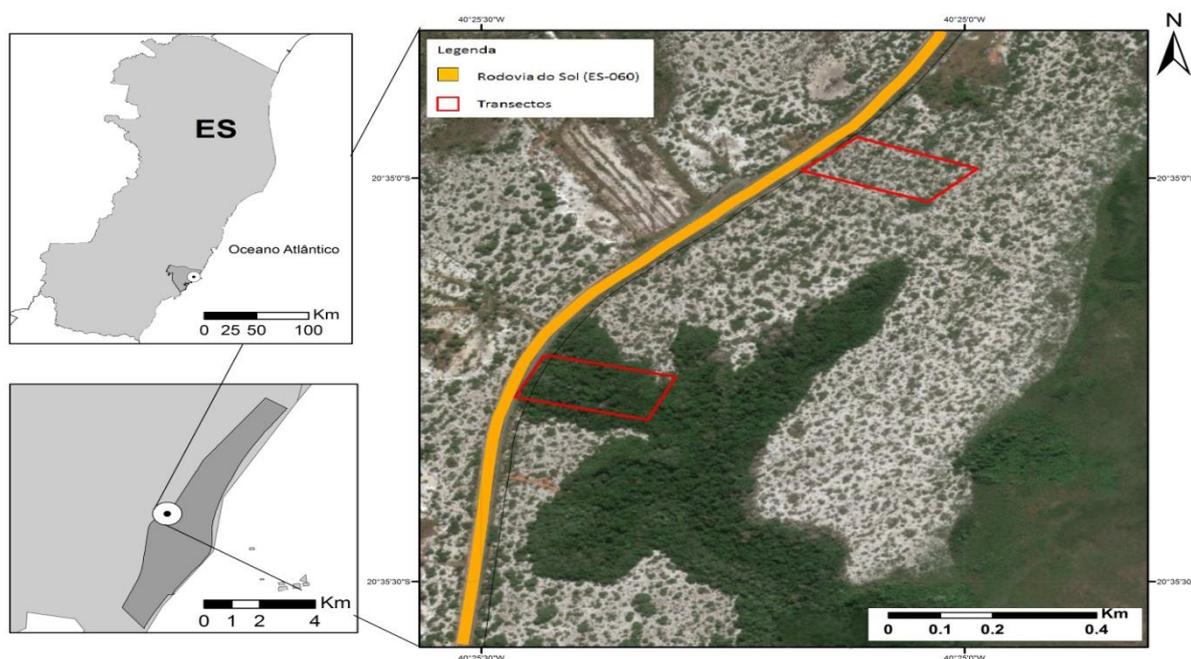
Testamos as hipóteses: 1) O sucesso dos ninhos é inversamente relacionado ao uso do habitat por parte dos predadores de ninhos o que criará um gradiente de uso do espaço borda-interior; 2) A vegetação aberta (Formação Arbustiva Aberta não Inundável), apresentará menores taxas de sobrevivência de ninhos em relação a vegetação fechada (Mata Periodicamente Inundável); 3) Há um aumento significativo na taxa de sobrevivência relacionada ao aumento do fluxo de veículos devido ao seu efeito sobre os predadores; 4) A taxa de sobrevivência dos ninhos diminuirá a medida do avanço da estação reprodutiva, devido a o aumento na densidade de ninhos e a maior eficiência na procura do recurso pelo predador.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O experimento foi realizado no período de outubro de 2017 a março de 2018, às margens da rodovia ES-060 (rodovia do Sol). Essa rodovia é pavimentada, de pista dupla nos dois sentidos com largura de dezesseis metros, canteiro central com quatro metros de largura e canteiro lateral com cerca de três metros, em toda a área que margeia o parque (Rodosol 2017). O fluxo médio é de 10.000 veículos por dia na baixa estação, já na alta estação (verão), em especial no mês de janeiro chega a uma média de 19.000 veículos por dia (Rodosol 2017). No local trafegam veículos automotores de todas as categorias, e o limite máximo de velocidade é de 60 ou 80 Km/h, dependendo do trecho.

O experimento foi realizado em duas fitofisionomias da restinga, Mata Periodicamente Inundável (vegetação fechada) e Formação Arbustiva Aberta não Inundável (vegetação aberta) (Figura 1). As áreas foram escolhidas em razão do tipo de vegetação e pela possibilidade de instalação dos transectos perpendiculares à rodovia, para avaliarmos possíveis diferenças nos efeitos da rodovia e do tipo de vegetação (aberta e fechada) sobre o sucesso dos ninhos.



**FIGURA 8.** Localização da área de estudo, no estado do Espírito Santo. A área cinza escuro corresponde aos limites do Parque Estadual Paulo César Vinha e a linha amarela a ES-060, os retângulos vermelhos ilustram os locais dos 20 transectos (10 na vegetação aberta e 10 na fechada) onde foram feitas as coletas dos dados.

## **2.2. Coleta de dados**

Para a coleta dos dados, foram utilizados ninhos artificiais confeccionados com feixes de gramíneas dispostas em espiral e alinhadas para evitar a desagregação.

Foram estabelecidos vinte transectos com 300 metros, sendo dez na restinga aberta e dez na fechada (Figura 8). Os transectos em cada área estavam equidistantes 25 m, e cada transecto foi marcado com pontos em distâncias a 3, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300m da rodovia para o interior das áreas. Em cada ponto, foi colocado 1 ninho artificial com um ovo de codorna japonesa (*Coturnix japonica*). Sendo assim, foram utilizados 13 ninhos em cada transecto, sendo 130 ninhos em cada área, totalizando-se 260 ninhos. Em cada transecto os ninhos foram enumerados para posterior identificação.

Cada ninho foi considerado em um ciclo de 12 dias e após esse período, e não detectada predação, o ninho foi transferido para outro local próximo ao antigo ponto amostral no mesmo transecto, onde o ovo foi repostado, sendo assim considerado um novo ninho. Quando ocorreu predação durante o ciclo de 12 dias, o ninho também foi transferido, um novo ovo foi colocado no ninho, e o ninho foi exposto à predação até que se completassem os 12 dias inicialmente estabelecidos. Desta forma otimizamos o uso dos ninhos, aumentando o tamanho da amostra.

Os ninhos foram colocados a uma altura de aproximadamente 1,5 m do solo e marcados com uma fita plástica colorida colocada a uma distância de 5 m em relação aos ninhos para facilitar sua localização durante o monitoramento. Os ninhos foram expostos à predação por períodos 12 dias até o final de 180 dias de experimento, que abrangeu a estação reprodutiva da maioria das aves da região tropical (Sick 1997) e também os meses em que há variação no fluxo de veículos no local.

Para avaliarmos possíveis variações ocasionadas pelos efeitos da rodovia, foram consideradas as médias do fluxo diário de veículos (dados fornecidos pela Rodosol, empresa que tem a concessão da rodovia). Os ninhos foram verificados em relação ao conteúdo (predado ou intacto) por meio de visitas em intervalos regulares a cada três dias e relacionada com a média do fluxo de veículos (média do primeiro dia de atividade do ninho e do último dia em que o ninho foi registrado ativo) assim até o final dos 180 dias.

### **2.3. Análises dos dados**

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R versão 3.3.1 (R Core Team 2016).

Foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) no pacote R 'lme4' (Bates et al. 2014) de exposição logística (Shaffer 2004) para determinar os efeitos de covariáveis na sobrevivência diária dos ninhos (Cockle et al. 2015). O modelo de exposição logística é um modelo de regressão logística com um link logit modificado que controla o efeito da quantidade de dias de exposição dos ninhos à predação. Nós utilizamos a função de ligação de modelo criada por Bolker (2004) para controlar o efeito dos dias de exposição do ninho na probabilidade de sobrevivência (Anexo 1).

Em adição ao método acima também utilizamos o método de Mayfield (Hazler 2004) para estimar as taxas de sobrevivência diária (TSDs) entre as áreas.

Este procedimento usa uma sintaxe de eventos / testes sem entrar proporções, onde os eventos são codificados de acordo com o destino do ninho (0=intacto, 1=predado) e o número de ensaios é expresso pelo número de dias de exposição até o evento de predação ou o final do experimento (Hazler, 2004). Uma vez que nossos ninhos foram verificados a cada três dias, usamos o ponto médio entre dois controles para calcular o fluxo de veículos, os dias de exposição e se a predação ocorreu (Ludwig et al. 2012; Seibold et al. 2013) (média do valor de tráfego na data de encontro e última data em que o ninho continha ovos).

As análises foram feitas em duas etapas: Na etapa 1 usamos o GLM e o método de Mayfield, para comparar a sobrevivência entre áreas e definimos o status do ninho (predado ou não) em cada checagem como variável resposta, que foi convertida em 0 ou 1(0=intacto, 1=predado) e a área como variável preditora. Na etapa 2 usamos o GLM para avaliar o efeito do tempo, tráfego e distância da rodovia na sobrevivência dos ninhos em cada área separadamente (com e sem a distância de 3 metros). Definimos como variável resposta o status do ninho (predado ou não) em cada checagem como variável resposta, que foi convertida em 0 ou 1(0=intacto, 1=predado) e como preditoras o tráfego de veículos (média do valor de tráfego na data de encontro e última data em que o ninho continha ovos), distância da rodovia e termos lineares e quadráticos da data de encontro do ninho.

### 3. RESULTADOS

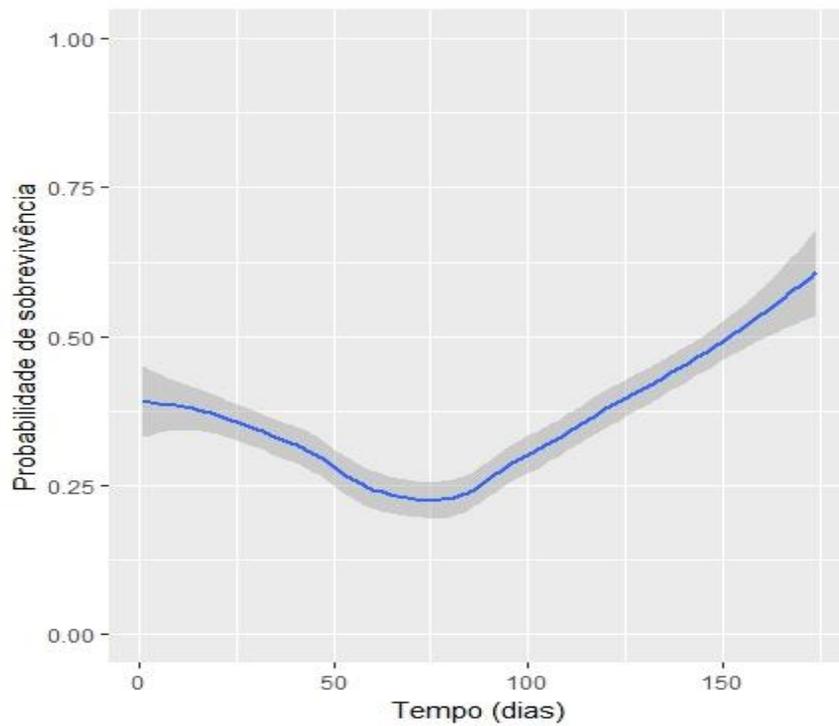
Ao final dos 180 dias de experimento, um total de 2053 (33%) ninhos alcançaram sucesso (n=6202). O sucesso aparente na vegetação aberta foi de 35% (n=2955) já na vegetação fechada foi de 31% (n=3247).

O modelo de exposição logística mostrou diferença entre as áreas, com uma menor probabilidade de sobrevivência dos ninhos na vegetação fechada em relação à vegetação aberta ( $\beta \pm EP = -0,19 \pm 0,04$ ), resultado também confirmado pelo método de Mayfield (TSD, 95% IC: vegetação aberta=0,88, 0,87–0,88; vegetação fechada=0,85, 0,85–0,86) O sucesso dos ninhos no período estimado pelo método de Mayfield foi de 21,6% na vegetação aberta e 14,2% na vegetação fechada.

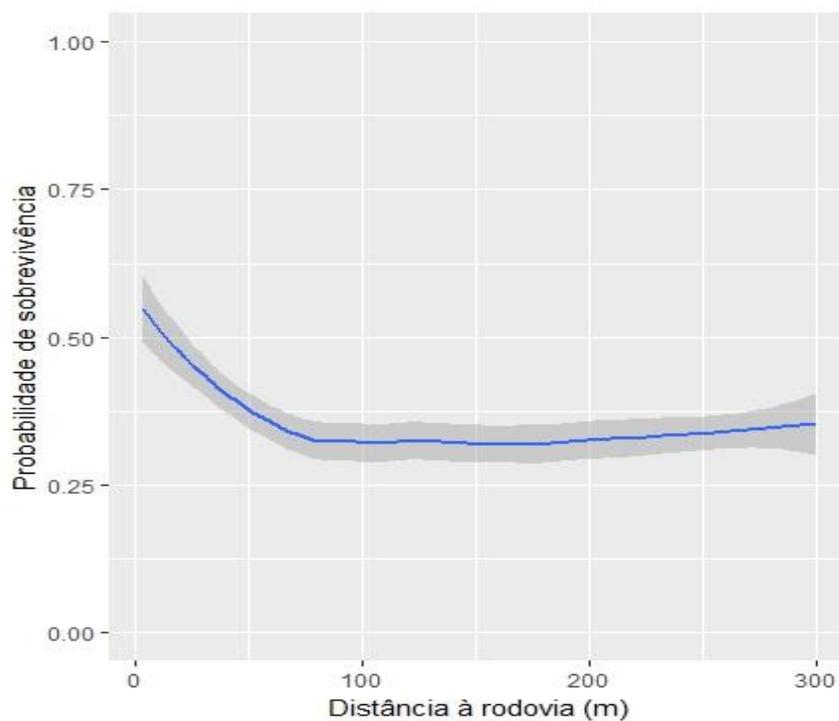
Na vegetação aberta nossa análise mostrou um efeito quadrático ( $\beta \pm EP = 0,73 \pm 0,04$ ), mas não um efeito linear ( $\beta \pm EP = 0,03 \pm 0,03$ ), entre a probabilidade de sobrevivência de ninhos (PSN) e os dias de exposição (Tabela 3, Figura 9). Houve uma relação negativa entre PSN e a distância da rodovia ( $\beta \pm EP = -0,16 \pm 0,03$ ) (Tabela 3, Figura 10), mas essa relação inexistente após desconsiderar a distância de 3m ( $\beta \pm EP = -0,01 \pm 0,03$ ) (Tabela 3, Figura 11). A PSN foi relacionada positivamente ao tráfego de veículos ( $\beta \pm EP = 0,48 \pm 0,04$ ) (Tabela 3, Figura 12).

**TABELA 3.** Estimativas dos parâmetros para o modelo de exposição logística que predizem a sobrevivência dos ninhos artificiais na vegetação arbustiva aberta da restinga, testando o efeito do tempo linear e quadrático, distância e tráfego de veículos sobre a sobrevivência dos ninhos, incluindo e excluindo a distância de 3 metros.  $\beta$ : coeficiente beta do modelo e EP: erro padrão.

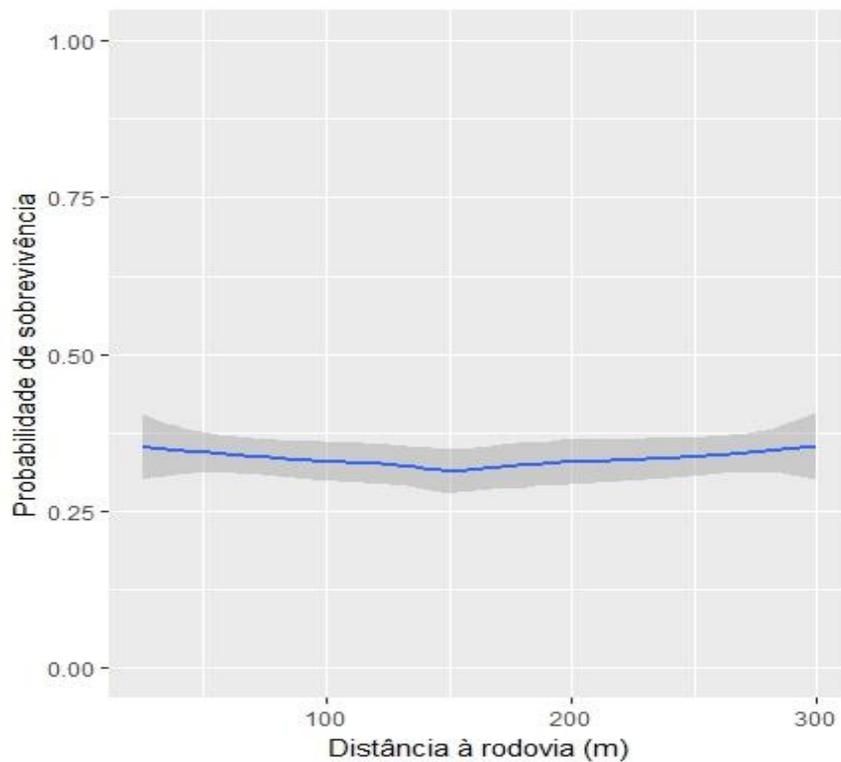
Parâmetros	Incluindo a distância de 3 m			P
	$\beta$	EP	Z	
Intercepto	0,86	0,05	18,58	<0,001*
Tempo	0,03	0,03	0,88	0,38
Tempo ^2	0,73	0,04	20,12	<0,001*
Distância	-0,16	0,03	-5,38	0,007*
Tráfego	0,48	0,04	13,29	<0,001*
Parâmetros	Excluindo a distância de 3 m			P
	$\beta$	EP	Z	
Intercepto	0,74	0,05	15,48	<0,001*
Tempo	0,04	0,03	1,09	0,28
Tempo ^2	0,75	0,04	20,18	<0,001*
Distância	-0,01	0,03	-0,38	0,71
Tráfego	0,47	0,04	12,9	<0,001*



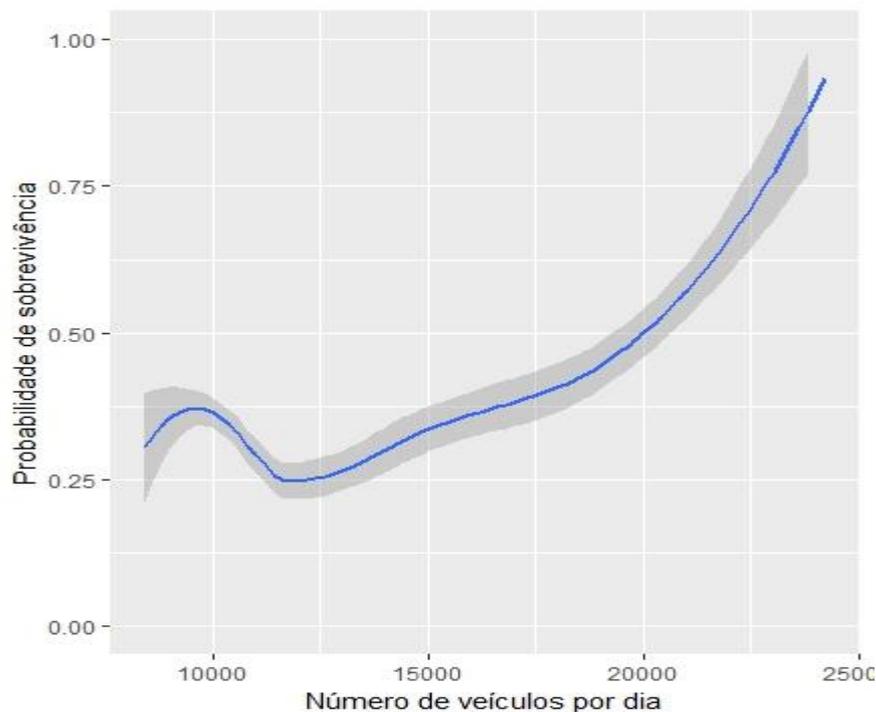
**FIGURA 9.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação aos 180 dias de estudo, nos meses de outubro de 2017 (dia 1=04/10/2017) a março de 2018 na vegetação aberta.



**FIGURA 10.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia (ES-060) incluindo a distância de 3 metros, nos meses de outubro de 2017 (dia 1=04/10/2017) a março de 2018 na vegetação aberta.



**FIGURA 11.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia (ES-060) excluindo a distância de 3 metros, nos meses de outubro de 2017 (dia 1=04/10/2017) a março de 2018 na vegetação aberta.

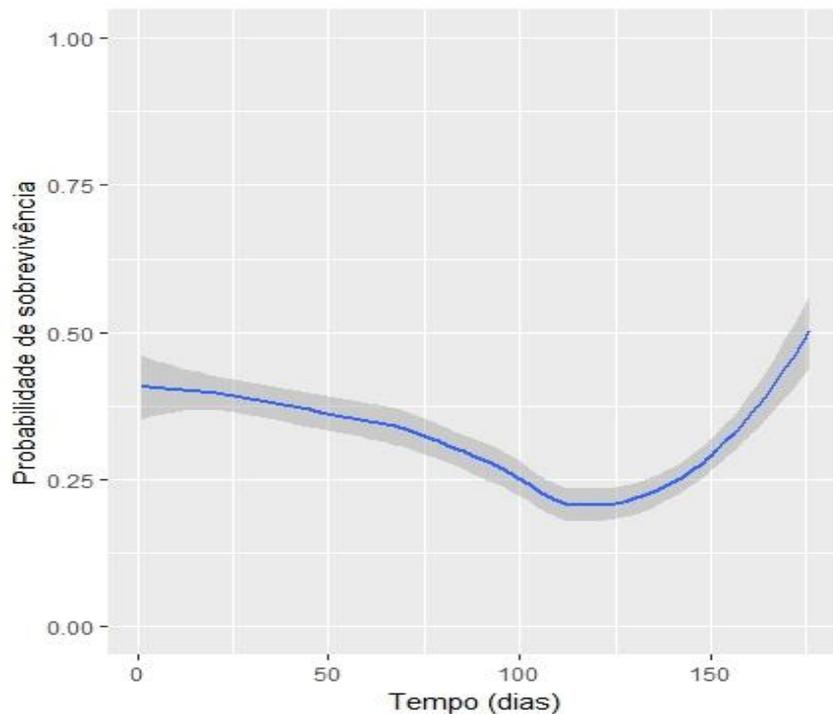


**FIGURA 12.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação ao fluxo diário de veículos na rodovia (ES-060), nos meses de outubro de 2017 (dia 1=04/10/2017) a março de 2018 na vegetação aberta.

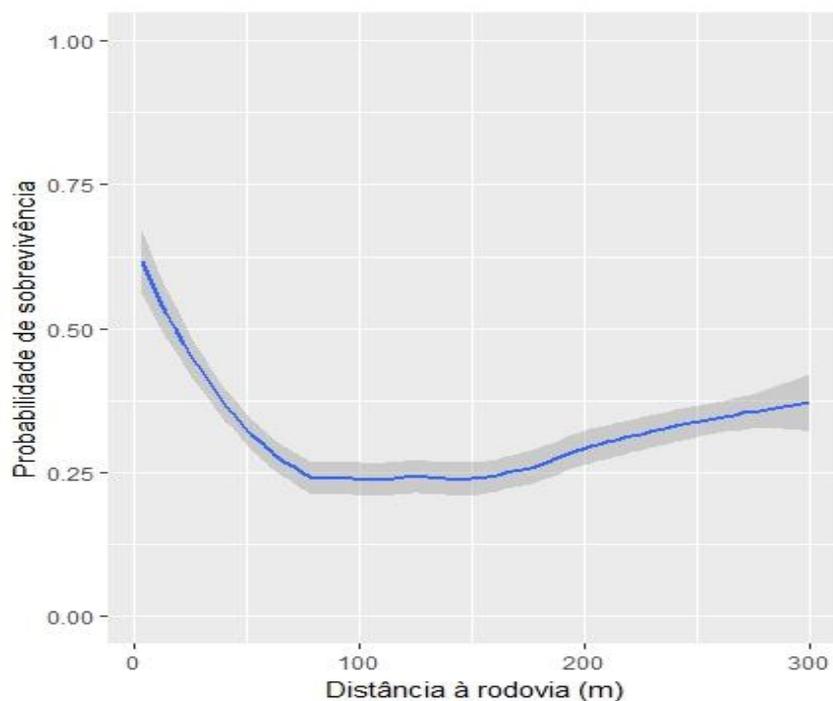
Para a vegetação fechada nosso modelo não convergiu com a função quadrática do tempo, assim incluímos apenas a função linear. Existe uma relação linear negativa entre a PSN e os dias ( $\beta \pm EP = -0,21 \pm 0,03$ ) (Tabela 4, Figura 13 ). Houve uma relação negativa entre PSN e distância da rodovia ( $\beta \pm EP = -0,06 \pm 0,03$ ) (Tabela 4, Figura 14), mas essa relação se torna positiva ao removermos a distância de 3m ( $\beta \pm EP = 0,20 \pm 0,03$ ) (Tabela 4, Figura 15). A (PSN) não foi relacionada ao tráfego ( $\beta \pm EP = 0,03 \pm 0,03$ ) (Tabela 4, Figura 16).

**TABELA 4.** Estimativas dos parâmetros para o modelo de exposição logística que predizem a sobrevivência dos ninhos artificiais na mata fechada da restinga, testando o efeito do tempo, distância e tráfego de veículos na sobrevivência dos ninhos, incluindo e excluindo a distância de 3 metros.  $\beta$ : coeficiente beta do modelo e EP: erro padrão.

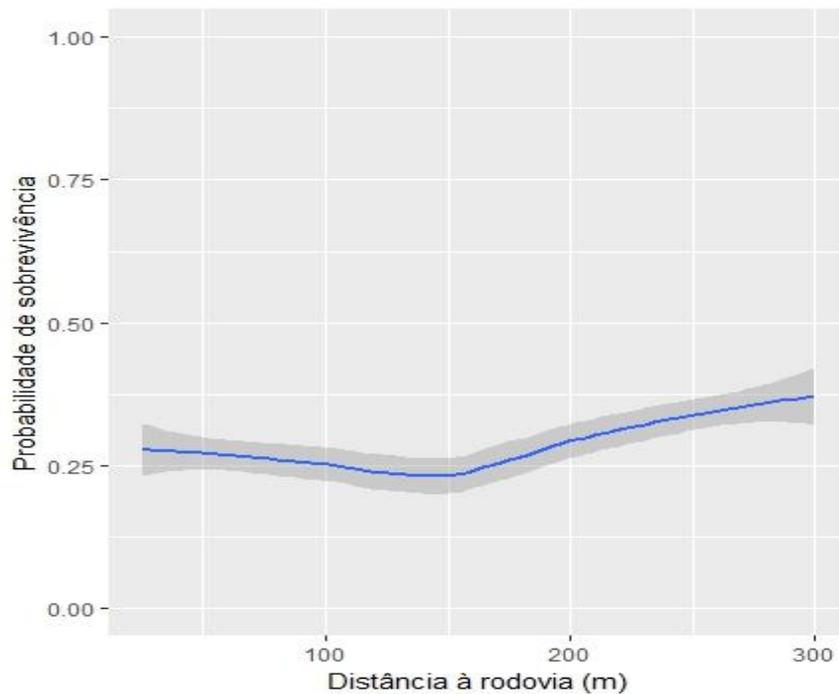
Parâmetros	Incluindo a distância de 3 m			P
	$\beta$	EP	Z	
Intercepto	1,46	0,03	50,45	<0,001*
Tempo	-0,21	0,03	-7,24	<0,001*
Distância	-0,06	0,03	-2,16	0,03*
Tráfego	0,03	0,03	1,15	0,25
Parâmetros	Excluindo a distância de 3 m			P
	$\beta$	EP	Z	
Intercepto	1,29	0,03	43,59	<0,001*
Tempo	-0,22	0,03	-7,66	<0,001*
Distância	0,20	0,03	6,80	<0,001*
Tráfego	0,04	0,03	1,41	0,16



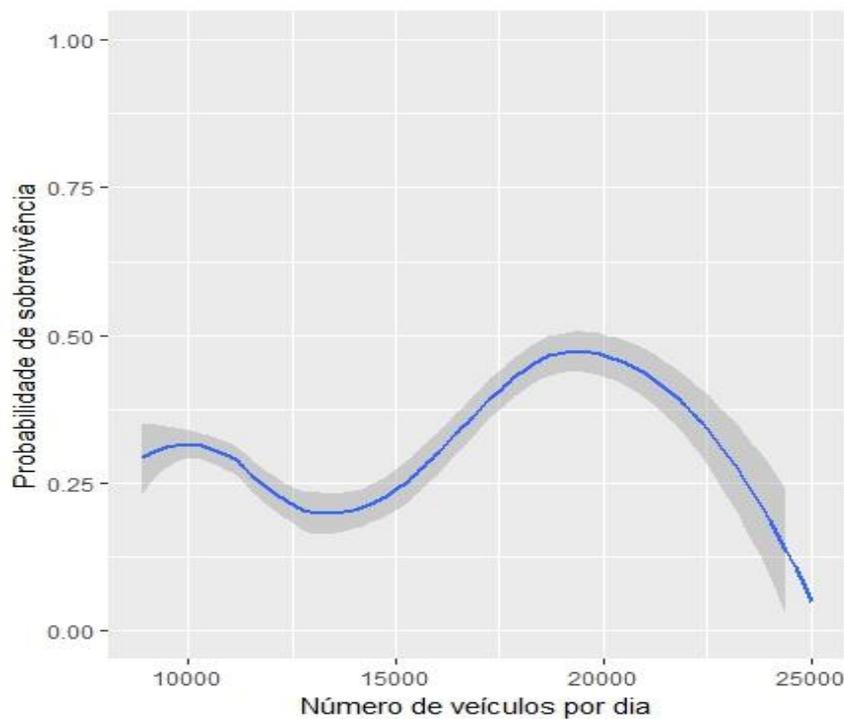
**FIGURA 13.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação aos 180 dias de estudo, nos meses de outubro de 2017 (dia 1=03/10/2017) a março a 2018 na vegetação fechada.



**FIGURA 14.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia (ES-060) incluindo a distância de 3 metros, nos meses de outubro de 2017 (dia 1=03/10/2017) a março de 2018 na vegetação fechada.



**FIGURA 15.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação à distância da rodovia (ES-060) excluindo a distância de 3 metros, nos meses de outubro de 2017 (dia 1=03/10/2017) a março de 2018 na vegetação fechada.



**FIGURA 16.** Probabilidade de sobrevivência (média e intervalo de confiança, suavização de Loess) de ninhos artificiais em relação ao fluxo diário de veículos na rodovia (ES-060), nos meses de outubro de 2017 (dia 1=03/10/2017) a março de 2018 na vegetação fechada.

## 4. DISCUSSÃO

### *Variação entre fitofisionomias na sobrevivência de ninhos:*

Nossos resultados não suportam a hipótese de menor sucesso dos ninhos na mata aberta (Arbustiva Aberta não Inundável), em relação à mata fechada (Mata Periodicamente Inundável). Resultado semelhante também foi encontrado por Brunelli (2015) na mesma área de estudo. Por outro lado, resultados opostos foram observados em outras pesquisas (e.g. Martin 1993, Oniki 1979).

Provavelmente, essa diferença em relação aos habitats pode esta atribuída à densidade e diversidade de predadores de cada local. De fato, é conhecido que a diferença entre a diversidade e densidade de predadores entre os habitats podem refletir em diferenças na taxa de predação (Reitsma et al. 1990). Em habitats de floresta uma maior predação tem sido observada e relacionada aos diferentes tipos de predadores e suas estratégias de forrageamento nestes habitats (Soderstrom et al. 1998).

Já em habitats abertos e com vegetação arbustiva, como a Formação Aberta Arbustiva não Inundável, Passeriformes tem sido reconhecido como os principais predadores de ninhos (Soderstrom et al. 1998, França et al. 2009). Há na literatura questionamentos alegando que algumas espécies de aves que predam ninhos naturais podem não conseguir preda ovos grandes como o de codorna (Maier & DeGraaf, 2001, Oliveira et al. 2013). No entanto experimentos com ovos de diferentes tamanhos (capítulo 1) mostraram que não há diferença significativa nas taxas de predação em resposta ao tamanho dos ovos, mostrando que outros aspectos devem ser considerados para explicar maior sucesso dos ninhos na vegetação aberta em relação a vegetação fechada.

Algumas espécies de aves que podem ser possíveis predadoras de ninhos naturais, também podem ser afetadas pelo volume de tráfego e pelos ruídos (Reijnen et al. 1995, Reijnen et al. 1996, Parris & Schneider 2008). Devido à característica mais aberta da vegetação deste habitat, pode haver maior propagação dos efeitos diretos da rodovia, fazendo com que possíveis predadores evitem este habitat, aumentando assim o sucesso dos ninhos (Francis et al. 2012). Nossos resultados suportam a hipótese do efeito do fluxo de veículos e provavelmente dos

ruídos influenciando a sobrevivência dos ninhos neste habitat, o que não foi sustentado na vegetação fechada.

Embora não avaliamos os efeitos diretos do ruído, o volume de tráfego é um bom estimador dos níveis de ruído (Reijnen et al. 1997). Considerando que os efeitos da rodovia apresentam variações nas matas, dependendo do tipo de efeito analisado (Forman & Deblinger 2000), é possível especular que uma maior penetração dos ruídos ou de um determinado efeito se deve ao caráter mais “aberto” da vegetação Arbustiva Aberta não Inundável.

Assim os efeitos negativos relacionados às características da vegetação que permite mais fácil acesso e visibilidade dos ninhos pelos predadores, podem estar sendo minimizados por efeitos positivos provocados pela rodovia sobre a comunidade de aves que nidificam neste habitat.

#### *Distância à rodovia e sobrevivência de ninhos:*

Nossas análises para o sucesso dos ninhos em relação à distância da rodovia e fitofisionomias, sustenta a nossa hipótese somente na mata fechada quando observamos um efeito negativo significativo sobre a sobrevivência dos ninhos, mostrando um gradiente de uso do espaço borda-interior pelos predadores de ninho podendo alcançar até 150 metros da rodovia para o interior, ou seja, a probabilidade de sobrevivência dos ninhos (PSNs) é menor na borda e maior no interior. Esse resultado se aproxima da taxa de sobrevivência encontrada por DeGregorio et al. (2014) para uma estrada não pavimentada em sua área de estudo. Brunelli (2015) também encontrou um efeito semelhante na mesma área de estudo, porém em bordas não relacionadas à rodovia.

No entanto, resultados opostos também têm sido encontrados em outros trabalhos com ninhos artificiais (e.g. Pescador & Peris 2007, Silva 2015) com um efeito positivo sobre a sobrevivência dos ninhos em relação à rodovia. Nosso resultado pode estar atribuído as características mais fechadas dessa vegetação que permitem um amortecimento maior dos impactos diretos da rodovia como estímulos visuais proporcionado pelo fluxo de veículos como demonstrados aqui. Assim, nosso resultado apoia a existência de um efeito de borda sobre o sucesso dos ninhos, sugerindo-se que a borda da Mata Periodicamente Inundável pode ter maior atividade dos predadores, pois os mesmos podem utilizar as bordas para forragear ou mesmo para transitar de um local para outro.

Outra possível explicação é a hipótese de libertação de predação (Rytwinski & Fahrig 2007, Fahrig & Rytwinski 2009, Rytwinski & Fahrig 2013), onde efeitos negativos do tráfego de veículos sobre os predadores podem levar uma abundância de aves a nidificar nas bordas devido à menor abundância de predadores. Porém os predadores podem mudar a imagem de procura devido ao aumento substancial do número de ninhos disponíveis (Martin et al. 2000, Duca et al. 2019), selecionando as bordas para forragear devido à maior concentração de recursos nestes locais (Reis & Sisk 2004, Soderstrom et al.1999). Esse fator pode criar uma “armadilha ecológica” para as aves, levando assim ao baixo sucesso dos ninhos nas bordas (Gates e Gysel 1978; Lathi 2001).

Para a vegetação arbustiva aberta não inundável nossos resultados não suportam a nossa hipótese. Embora tenhamos observado um efeito positivo nas primeiras distâncias, este efeito não foi significativo ao excluirmos a distância de 3 metros da rodovia, mostrando assim um efeito neutro da rodovia sobre a sobrevivência dos ninhos artificiais na vegetação aberta. Carneiro (2011) não encontrou diferenças na abundância, riqueza e diversidade de pequenos mamíferos não voadores na mesma área de estudo corroborando nossos resultados. No entanto Brunelli (2015) na mesma área de estudo encontrou resultado oposto, com um efeito negativo sobre a sobrevivência dos ninhos artificiais, ou seja, maior predação na borda em relação ao interior. Essa diferença pode esta atribuída as flutuações temporais e espaciais na abundância de predadores no local ou ainda há alguma variação temporal no efeito da rodovia entre os anos do estudo (Silva et al. 2019).

Nosso resultado pode estar atribuído ao caráter mais aberto deste habitat, pois em habitats abertos e com vegetação arbustiva como a área às margens da rodovia não oferecem abrigo como em habitats com vegetação de formação fechada ou não são mais produtivos do que o interior. Se esse for realmente o caso, então presas e predadores não teriam ou teriam pouca razão para se concentrarem ao longo das bordas da rodovia e, conseqüentemente, não seria observado efeito na sobrevivência relacionada à borda.

#### *Varição temporal na sobrevivência de ninhos:*

Em relação à variação temporal, nossos resultados suportam a hipótese da diminuição na taxa de sobrevivência dos ninhos com o avançar da estação

reprodutiva somente na vegetação fechada. Nosso resultado mostrou um efeito linear negativo nesta vegetação, ou seja, a sobrevivência diminui com o avanço da estação. Esse resultado se aproxima dos resultados encontrados em outros trabalhos (Naef- Daenzer et al. 2001, Gotmark 2002, Duca & Marini 2005, Oberg et al. 2014. No entanto resultados opostos também têm sido observados (Shustack & Rodewald 2011, Oliveira et al. 2013).

Provavelmente uma menor sobrevivência com o avançar da estação, pode estar atribuído a hipótese da imagem de procura do predador, que prediz que a probabilidade de sobrevivência do ninho diminui com o avanço da estação reprodutiva, pois há uma busca maior do predador por recursos mais abundantes, induzindo uma alta frequência de predação dos ninhos (Ishii & Shimada 2010). Daros-Filho (2014), na mesma área de estudo, encontrou um aumento gradativo no número de ninhos naturais de novembro a fevereiro de 2014 culminando o pico deste aumento no mês de janeiro até a primeira semana de fevereiro, corroborando nosso resultado. Assim assume-se que a predação dos ninhos é denso dependente (Martin 1988, Marini & Waele 1997, Gunnarsson & Elmberg 2008).

Para a vegetação aberta nossa análise não mostrou um efeito linear na taxa de sobrevivência, mas houve um efeito quadrático, com a sobrevivência diminuindo do início para o meio da estação, no entanto a sobrevivência volta a subir no final da estação. Esse resultado se aproxima do resultado encontrado por Duca et al. (2019).

Nosso resultado pode estar atribuído a um aumento na quantidade de ninhos que pode ocorrer do início para o meio da estação, ocasionando o aumento na sobrevivência dos ninhos. Pois o aumento na densidade de ninhos do início até o meio da estação pode ocasionar o efeito de diluição do predador, ou seja, uma maior quantidade de recursos está disponível, porém a chance de um ninho ser predado diminui com o aumento da quantidade de ninhos. (Daros-Filho 2014) na mesma área de estudo encontrou um aumento gradativo no número de ninhos naturais de novembro a fevereiro de 2014 culminando o pico deste aumento no mês de janeiro até a primeira semana de fevereiro, corroborando nosso resultado.

Nossos resultados mostram que aves que nidificam no início da estação teriam maior probabilidade de sucesso nestes habitats, e se isto for realmente o caso, a nidificação no início da estação reprodutiva pode ser uma adaptação para evitar predadores (Stutchbury & Morton 2001, Duca & Marini 2005, Grant et al. 2005).

## 5. CONCLUSÃO

Concluimos que a riqueza, abundância e diversidade de predadores ou efeitos diretos da rodovia, podem variar dependendo do tipo de vegetação influenciando no sucesso e na taxa de predação de ninhos dentro do (PEPCV).

O efeito negativo da ES-060 (Rodosol) sobre a probabilidade de sucesso dos ninhos observado na Mata Periodicamente Inundável demonstra um efeito de borda sobre a intensidade de uso do habitat por predadores à procura de alimento, o que cria um gradiente de uso de espaço borda-interior que se estende pelo menos 150 m nesta vegetação, no entanto nenhum efeito foi observado na vegetação aberta.

Também concluimos que as características da vegetação de cada habitat podem influenciar no sucesso de ninhos, tanto em relação a distância de estradas quanto em relação ao tempo. Tanto a imagem de procura quanto o efeito de diluição do predador podem estar presentes na estação reprodutiva, porém variam em relação às fitofisionomias.

Concluimos ainda que as aves que nidificam no início da estação teriam maior probabilidade de sucesso e que a nidificação no início da estação reprodutiva pode ser uma adaptação para evitar predadores

Em relação aos mecanismos de efeito, corroboramos as hipóteses de que efeitos espaciais, temporais e impactos provenientes da rodovia (e.g. ruído, vibração, estímulos visuais) podem levar a flutuações no sucesso de ninhos, provavelmente devido a variações na atividade dos predadores de ninhos.

Continuação de estudos a longo prazo são importantes pois poderiam elucidar ainda mais os padrões observados neste estudo e dissociar possíveis associações entre efeitos da rodovia, temporais, espaciais sobre o sucesso e predação de ninhos em áreas protegidas que são influenciadas por rodovias, fornecendo melhor entendimento destas questões.

## 6. REFERÊNCIAS

Referências e Citações apresentada nas normas da Ecological Society of America.

- Alvarez, A. D., & M. Galetti. 2007. Predação de ninhos artificiais em uma ilha na Mata Atlântica: testando o local e o tipo de ovo. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 1011-1016.
- Andrews, A., 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Aust. Zool.* 26: 130–141.
- Arantes, C. A., & C. Melo. 2011. Reprodução e conservação de aves na vereda do clube caça e pesca Itororó em Uberlândia/MG. *Horizonte científico* 5.
- Askins, R. A. 1995. Hostile landscapes and the decline of migratory songbirds. *Science* 267: 1956-1957.
- Ayres, M., M.J. Ayres, D.L. Ayres, & A.S. Santos. *Bio stat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas biológicas e médicas*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; CNPq 2000: 272.
- Bates, D., M. Maechler, B. Bolker, & S.Walker. 2014. lme4: Linear Mixed-effects Models Using Eigen and S4. R package version 1.1-7. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.
- Biancucchi, L., & T.E. Martin. 2010. Can selection on nest size from nest predation explain the latitudinal gradient in clutch size? *J. Anim. Ecol* 79: 1086-1092.
- Bierregaard, R.O., & T.E. Lovejoy. 1986. Birds of Amazonian forest fragments: effects of insularization. *Proc. XIX Int. Ornithol. Congr* 19: 1564-1579.
- Bierregaard, R.O., & T.E. Lovejoy. 1989. Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. *Acta Amazonica* 19: 215-241.
- Bolker 2004. <https://rpubs.com/bbolker/logregexp>. acessado em 20/01/2019.
- Brunelli, W. A. 2015. Variação temporal e espacial na taxa de sobrevivência de ninhos artificiais em áreas de Restinga do Sul do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado, Universidade Vila Velha, Espírito Santo.
- Burnham, K.P., & D.R. Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. 2ª edição. New York, Springer- Verlag.

- Burke, D. M., K. Elliot, L. Moore, W. Dunford, E. Nol, J. Phillips, S. Holmes, & S. Holmes. 2004. Patterns of nest predation on artificial and natural nests in forests. *Conservation Biology* 18: 381-388.
- Carneiro, P. H. N. F. 2015. Avaliação do efeito de rodovias sobre a fauna em áreas de Restinga do Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Vila Velha, Espírito Santo.
- Coffin, A. W. 2007. From road kill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 15: 396-406.
- Cockle, K.L., A. Bodrati, M. Lammertink., & K. Martin. 2015. Cavity characteristics, but not habitat, influence nest survival of cavity-nesting birds along a gradient of human impact in the subtropical Atlantic Forest. *Front. Biological Conservation* 184: 193-200
- Cooch, E., & G. White 2012. Program Mark: A gentle introduction. 11th Edição.
- Daros Filho, H. J. 2014. História de vida e demografia de *Tyrannus Melancholicus* (Vieillot, 1819) (aves: Tyrannidae) em área de restinga no sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Vila Velha, Espírito Santo.
- DeGregorio, B.A., P.J. Weatherhead, & J.H. Sperry 2014. Power lines, roads, and avian nest survival: effects on predator identity and predation intensity. *Ecol. Evol.* 2045–7758.
- Díaz, L., & L.M. Carrascal. 2006. Influence of habitat structure and nest site features on predation pressure of artificial nests in Mediterranean oak forests. *Ardeola* 53: 69-81.
- Dinsmore, S. J., G. C. White, & F. L. Knoff. 2002. Advanced Techniques for Modeling avian Nest Survival. *Ecology* 83: 3476-3488.
- Dion, N., K. A. Hobson, & S. Larivière. 2000. Interactive effects of vegetation and predators on the success of natural and simulated nests of grassland songbirds. *Condor* 102: 629-634.
- Duca, C., J. Gonçalves, & M.Â. Marini. 2001. Predação de ninhos artificiais em fragmentos de matas de Minas Gerais. *Ararajuba* 9: 113-117.
- Duca, C., & M. Â. Marini. 2005. Temporal variation in the reproductive success of *Cacicus haemorrhous* (Linnaeus) (Aves, Icterinae) in an Atlantic Forest reserve in Southeast Brazil. *Revista Brasileira Zooogia*. 22: 484-489.

- Duca, C., W. A. Brunelli, & P. F. Doherty Jr. 2019. Predator search image and the dilution effect: when is the best time to nest? *The Auk* (in press).
- Eigenbrod, F., S. J. Henctar, & L. Fahrig. 2009. Quantifying the road-effect zone: there's hold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. *Ecology and Society* 14. 1- 24.
- Erritzoe, T., Mazgajski, T.D., Rejt, L., 2003. Bird casualties on European roads, a review. *Acta Ornithol.* 38: 77–93
- Faaborg, J., M. Brittingham, T. Donovan, & J. Blake. 1992. Habitat fragmentation in the temperate zone: a perspective for managers, Em: D. M. Finch e P. W. Stangel (eds.) *Proceeding status end Management of Neotropical Migratory birds*. Fort Collins: Rocky Florest Experimental Station, General Technical Report R. M. 29: 331-338.
- Faaborg, J., 2004. Truly artificial nest studies. *Conservation Biology* 18: 369-370.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, Palo Alto 34: 487-515.
- Fahrig, I., & T. Rytwinski. 2009. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review. *Ecology and Society* 14.
- França, L. F., C. M. da Silva, & L. V. de Paiva. 2016. Effects of intrinsic and time-specific factors on daily nest survival of birds in a semiarid area of South America (Caatinga). *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology* 24: 228-234.
- Francis, C. D., C. P. Ortega, R. I. Kennedy, & P. J. Nylander. 2012. Are nest predators absent from noisy areas or unable to locate nest? *Ornithological Monographs* 74: 101-110.
- Forman, T.T.R., & L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu. Rev. Ecol. Syst* 29:207-231.
- Forman, R. T., & R. D. Deblinger. 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation biology* 14: 36-46.
- Forman, R.T.T., D. Sperling, J.A. Bissonette, A.P. Clevenger, C.D. Cutshall, V.H. Dale, L. Fahrig, R. France, C.R. Goldman, K. Heanue, J.A. Jones, F.J.

- Swanson, T. Turrentine, & T.C. Winter. 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington.
- Gates, J.E., & L.W. Gysel. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology*, 59: 871-883.
- Goodwin SE., & WG. Shriver. 2011. Effects of traffic noise on occupancy patterns of forest birds. *Conserv Biol* 25:406–411
- Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. In: Laurance, W.F., R.O.JR. Bierregard (Eds.). 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press 241-255.
- Goosem, M. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforests. *Current Science* 93: 1587–1595.
- Grant, T. A., T. L. Shaffer, E. M. Madden, & P. J. Pietz. 2005. Time-specific variation in passerine nest survival: New insights into old questions. *The Auk*. 122: 661-672.
- Gunnarsson, G., & J. Elmberg. 2008. Density-dependent nest predation – an experiment with simulated Mallard nests in contrasting landscapes. *Ibis*. 150: 259–269.
- Haskell, D.G. 1995. Forest fragmentation and nest predation: Are experiments with Japanese quail eggs misleading? *The Auk* 112: 767-770.
- Haskell, D.G. 1995. A reevaluation of the effects of forest fragmentation on rates of Bird- nest predation. *Conservation Biology* 9: 1316-1318.
- Hazler, K.R. 2004. Mayfield logistic regression: a practical approach for analysis of nest survival. *Auk* 121: 707–716.
- Ishii, Y., & M. Shimada. 2010. The effect of learning and search images on predator–prey interactions. *Population Ecology*. 52: 27–35.
- Laurance, W.F., M. Goosem, & S. G. W. Laurance. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 659–669.
- Lahti, D. C. 2001. The "edge effect on nest predation" hypothesis after twenty years. *Biological Conservation*. 99: 365-374.
- Ludwig, M., H. Schlinkert, A. Holzschuh, C. Fischer, C. Scherber, A. Trnka, T. Tschardt, & P. Batáry. 2012. Landscape-moderated bird nest predation in hedges and forest edges. *Acta Oecol* 45: 50–56.

- Maier, T.J., & R.M. Degraaf. 2000. Predation on Japanese quail vs. house sparrow eggs in artificial nests: small eggs reveal small predators. *The Condor* 102: 325-332.
- Maier, T.J., & R.M. Degraaf. 2001. Differences in depredation by small predators limit the use of plasticine and zebra finch eggs in artificial-nest studies. *The Condor* 103: 180-183.
- Major, R.E., & C.E. Kendal. 1996. The contribution of artificial nest experiments to understanding avian reproductive success: a review of methods and conclusions. *Ibis* 138: 298-307.
- Marini, M.Â. 1994. An experimental analysis of nest predation in eastern deciduous forests. *Dissertação de Doutorado, University of Illinois at Urbana-Champaign*. Urbana, Illinois.
- Marini, M.Â., S.K. Robison, & E.J. Heske. 1995. Edge effects on nest predation in the Shawnee National Forest, Southern Illinois. *Biol. Conserv* 74:203-313.
- Marini, M. A., & M. E. Weale, 1997. Density- and frequency-dependent predation of artificial bird nests. *Biological Journal of the Linnean Society*. 62: 195–208.
- Marini, M.Â., & C. Melo. 1998. Predators of quail eggs, and the evidence of the remains: implications for nest predation studies. *Condor* 395-399.
- Martin, T. E. 1988. On the advantage of being different: Nest predation and the coexistence of bird species. *Ecology*. 85: 2196-2199.
- Martin, T. E. 1993. Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. *Am. Nat* 141:897-913.
- Martin, T. E. 1993. Nest predation and nest sites. New perspectives on old patterns. *Bio Science* 43: 523-532.
- Martin, T. E., J. Scott, & C. Menge. 2000. Nest predation increases with parental activity: Separating nest site and parental activity effects. *Proceedings of the Royal Society of London B*. 267: 2287-2293.
- Mezquida, E. T., & L. Marone. 2002. Microhabitat structure and avian nest predation risk in an open Argentinean woodland: an experimental study. *Acta Oecologica*. 23: 313–320.

- Miller, J.R., & N.T. Hobbs. 2000. Recreational trails, human activity, and nest predation in lowland riparian areas. *Landscape Urban Plann.* 50: 227–236.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- Morrison, J. L., M. McMillian, J. B. Cohen, & D. H. Catlin. 2007. Environmental correlates of nesting success in Redshouldered Hawks. *Condor* 109: 648–657.
- Ninhos, P.O.R., E. Sua, I. S. O. R. De Predação, & L. C. Praes. 2013. Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo Da Vida Silvestre.
- Oliveira, C. W. S., G.P. Almeida, A.L. Alkimim, V.R. Lopes, L.V. Paiva, & L.F. França. 2008. Efeito do tamanho do ovo na taxa de predação de ninhos artificiais abertos. Livro de Resumos do 16º Congresso Brasileiro de Ornitologia, Palmas, TO.
- Oliveira, C. W. S., G. P. Almeida, L. V. Paiva, & L. F. França. 2013. Predation on artificial nests in open habitats of central Brazil: effects of time and egg size. *Biota Neotropica.* 13: 142-146.
- Oniki, Y. 1979. Is nesting success of birds low in the tropics? *Biotropica* 11: 60-69.
- Pádua, C. V., L. Jr. Cullen, & S.E.A. Pádua. 1995. Pole bridge to avoid primate kills. *Neotr. Prim* 3:13-15.
- Parris, K. M., A. Schneider. 2009. Impacts of Traffic Noise and Traffic Volume on Birds of Roadside Habitats. *Ecology and Society* 14.
- Paton, P.W.C. 1994. The effects of edge on avian nest success: How strong is the evidence. *Conserv.Biol* 8: 17-26.
- Peres, C. A. 2001. Synergistic Effects of Subsistence Hunting and Habitat Fragmentation on Amazonian Forest Vertebrates. *Conservation Biology* 15: 1490-1505.
- Pescador, M., & S.J. Peris. 2007. Influence of roads on bird nest predation: an experimental study in the Iberian Peninsula, *Landscape Urban Plan* 82: 66-71.
- Pinto-Coelho, R. M. 2000. Fundamentos em ecologia. Editora Artmed. Porto Alegre.

- Purcell, K. L., & J. Verner. 1999. Nest predators of open and cavity nesting birds in oak woodlands. *Wilson Bulletin* 111: 251-256.
- R Core Team, 2016. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>
- Reijnen, R., R. Foppen, C. TerBraak, & J. Thissen. 1995. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32:187–202.
- Reijnen R., R. Foppen, & H. Meeuwssen. 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biol Conserv* 75:255–260.
- Reijnen, R., R. Foppen, & G. Veenbaas. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity Conserv.* 6: 567–581.
- Reis, L., & T. Sisk. 2004. A predictive model of edge effects. *Ecology.* 85: 2917–2926.
- Reitsma, L. R., R.T. Holmes., & T. W. Sherry. 1990. Effects of removal of red squirrels, *Tamiasciurus hudsonicus*, and eastern chipmunks, *Tamas striatus*, on nest predation in northern hardwood forest: An artificial nest experiment, *Oikos* 57: 375-380.
- Ricklefs, R.E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions in Zoology* 9:1-48.
- Ricklefs R. E. 2003. Genetics, evolution, and ecological communities. *Ecology* 84: 588–591.
- Robinson, S.K., F.R. Thompson I II, T.M. Donovan, D.R. Whitehead, & J. Faaborg. 1995. Regional forest fragmentation and the nesting success of migratory birds. *Science* 267: 1987-1990.
- Robinson, W.D., T.R. Robinson, S.K. Robinson, & J.D. Brawn. 2000. Nesting success of understory forest birds in central Panamá. *Journal of Avian Biology* 31: 151-164.
- Rodosol. 2017. A RodoSol. Disponível em: [http://www.rodosol.com.br/secoes/rds\\_rodosol](http://www.rodosol.com.br/secoes/rds_rodosol). Acesso em: 04/05/2017.
- Rodosol. 2017. A RodoSol. Disponível em: [http://www.rodosol.com.br/secoes/rds\\_rodosol](http://www.rodosol.com.br/secoes/rds_rodosol). Acesso em: 01/09/2017.
- Roper, J.J. 1992. Nest Predation experiments with quail eggs: too much to swallow? *Oikos* 65: 528-530.

- Roper, J.J., K.A. Sullivan, & 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.
- Rosa, C. A., & A. Bager, A. 2012. Seasonality and habitat types affect roadkill of neotropical birds. *Journal of Environmental Management, London* 97: 1-5.
- Rytwinski, T., & L. Fahrig 2007. Effect of road density on abundance of white-footed mice. *Landscape Ecol* 22:501–1512.
- Rytwinski, T., & L. Fahrig 2013. Why are some animal populations unaffected or positively affected by roads? *Oecologia*.
- Schaffer, T.L. 2004. A unified approach to analyzing nest success. *Auk* 121, 526–540.
- Schepps, J., Lohr, S., Martin, T.E., 1999. Does tree hardness influence nest-tree selection by primary cavity nesters? *Auk* 116: 658–665.
- Schonewald-Cox, C., & M. Buechner. 1992. Park protection and public roads. In: Fielder, P.L & S.K. Jain. Eds. *Conservation Biology – The Theory and practice of nature conservation, preservation and management*, London: Chapman and Hall. 375-395.
- Scoss, L.M. 2002. Impacto De Estrada Sobre Mamíferos Terrestres: O Caso Do Parque Estadual Do Rio Doce, Minas. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa 1-76.
- Seibold, S., A. Hempel, S. Piehl, C. Bäessler, R. Brandl, S. Rösner, & J. Müller 2013. Forest vegetation structure has more influence on predation risk of artificial ground nests than human activities. *Basic Appl. Ecol.* 14: 687–693.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira: uma introdução*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Silva, G.R., P. Diniz, A. Banhos & C. Duca 2019. Positive roadside edge effects on artificial nest survival in a lowland Atlantic Forest. *Ecology and Evolution* (in press).
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Barbin, & N. A. Villa Nova. 1976. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo: Agronômica Ceres 419.
- Soderstrom, B., T. part, & J. ryden. 1998. Different nest predator faunas and nest predation risk ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and review. *Oecologia* 117: 108-118.

- Soderstrom, B., T. Part, & J. Ryden. 1999. Different nest predator faunas and nest predation risk ground and shrub nests at forest ecotones: an experiment and review. *Oecologia*. 117: 108-118.
- Skutch, A. F. 1966. A breeding bird census and nesting success in Central America. *Ibis* 108:1–16.
- Tabarelli, M., W. Mantovani, & C. Peres. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in montane Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 91: 119-127.
- Trombulak, C.S., & A.C. Frissel. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conserv. Biol* 14: 18-30.
- Van der Ree, R., D. Smith, & C. Grilo. 2015. The ecological effects of linear infrastructure and traffic: challenges and opportunities of rapid global growth. In: van der Ree, R., D. Smith, & C. Grilo. (Eds.), *Handbook of Road Ecology*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, UK, pp. 1e9.
- Wilcove, D.S., C.H. Mclellan, & A.P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation biology, the science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer. 237-256.
- Wilson, G.R. M.C. Brittingham, & L.J. Goodrich. 1998. How well do artificial nests estimate success of real nests? *Condor* 100: 357–364.
- Wong, T.C.M., N.S. Sodhi, & I.M. Turne. 1998. Artificial nest and seed predation experiments in the tropical lowland rainforest remnants of Singapore. *Biological Conservation* 85: 97-104.
- Zanette, L. 2002. What do artificial nests tell us about nest predation. *Biological Conservation* 103: 323-329.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

Os resultados descritos neste estudo contribuem para o entendimento dos padrões espaciais, temporais e intrínsecos sobre a sobrevivência de ninhos artificiais em duas diferentes fitofisionomias da restinga, que pode ser utilizado para compreender a dinâmica de predação em ninhos naturais.

O presente estudo demonstrou que controlar o tamanho dos ovos parece não ser suficiente para tornar os experimentos de predação com ninhos artificiais mais realistas. Nossos resultados para tipos de ninhos foram semelhantes aos encontrados em outros estudos com ninhos naturais e artificiais, assim esses experimentos se mostram um rápido instrumento para estimar taxas relativas de predação e averiguar a situação da comunidade de aves de uma área ou região.

Demonstrou também que rodovias influenciam e podem ser consideradas grandes ameaças para o sucesso reprodutivo de aves, pois seus impactos podem variar localmente dependendo do tipo de habitat. Assim tais empreendimentos devem ser evitados em áreas naturais onde se busca preservar e evitar impactos, pois os efeitos demonstrados neste estudo são grandes para o local mostrando que o (PEPCV) tem sacrificado algumas de suas habilidades de proteção.

## 8. ANEXO

```
Função de ligação do modelo de regressão logística no R. logexp<-  
function(exposure=1) {linkfun<- function(mu) qllogis(mu^(1/exposure)) ##  
FIXME: is there some trick we can play here to allow ## evaluation in the  
context of the 'data' argument? linkinv<- function(eta) plogis(eta)^exposure  
logit_mu_eta<- function(eta) {ifelse(abs(eta)>30,..Machine$double.eps,  
exp(eta)/(1+exp(eta))^2) ## OR .Call(stats:::C_logit_mu_eta, eta,  
PACKAGE="stats")} mu.eta<- function(eta) {exposure * plogis(eta)^(exposure-  
1) * logit_mu_eta(eta)} valideta<- function(eta) TRUE link<- paste("logexp(",  
deparse(substitute(exposure)), ")", sep="") structure(list(linkfun=linkfun,  
linkinv=linkinv, mu.eta=mu.eta, valideta=valideta, name=link), class="link-glm")}
```