

RICARDO CAMARGOS DE MEIRELES

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Geositta poecilopecta* (AVES:
SCLERURIDAE) NOS CAMPOS DO ALTO RIO GRANDE, MINAS
GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Biologia Animal, para a
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

M514b
2017 Meireles, Ricardo Camargos de, 1984-
Biologia reprodutiva de *Geositta poecilopectera* (Aves:
Scleruridae) nos campos do Alto Rio Grande, Minas Gerais,
Brasil / Ricardo Camargos de Meireles. – Viçosa, MG, 2017.
xi, 52f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Leonardo Esteves Lopes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Geositta poecilopectera*. 2. *Geositta poecilopectera* - Seleção.
3. Aves - Cerrados. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Biologia Animal. Programa de Pós-graduação
em Biologia Animal. II. Título.

CDD 22 ed. 598.8225

RICARDO CAMARGOS DE MEIRELES

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Geositta poecilopectera* (AVES: SCLERURIDAE)
NOS CAMPOS DO ALTO RIO GRANDE, MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 04 de abril de 2017



Guilherme Henrique Silva de Freitas



Lilian Mariana Costa



José Henrique Schoereder



Leonardo Esteves Lopes
(Orientador)

*Aos meu pais, Gilberto e Rachel
por todo amor e carinho...*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Gilberto e Rachel, os maiores incentivadores de minhas escolhas e por não medirem esforços para me ver realizando esse sonho. Saibam que são fundamentais em minha vida, formadores de uma base sólida de meu caráter. Aos meus irmãos Gabriela e Renato, cunhados Jonas e Haryella e sobrinhos Tayla e Henrique, simplesmente por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos que precisei e por tornarem meus dias mais felizes. Amo vocês!

À Bruna, muito obrigado pelo amor, carinho e, principalmente, compreensão nessa fase conturbada da minha vida e também por entender minhas ausências. Saiba que todo esse período de dificuldades foi muito mais fácil com seu amor.

Ao meu orientador, Leonardo Esteves Lopes, que mesmo sendo pego de surpresa, aceitou me orientar e dividir seus conhecimentos que foram muito importantes para minha formação. Muito obrigado pela confiança depositada e pela oportunidade. Tenho certeza que além de um colega, ganhei um amigo.

Ao professor Ricardo Solar, pela ajuda e por me aturar em meu desespero com as análises estatísticas. Obrigado por dividir seu conhecimento. Depois de nossas conversas o "R" nem parece mais tão difícil assim.

Ao professor do Departamento de Solos da UFV, Raphael Fernandes, que mesmo não entendendo nada de "passarinho" comprou a ideia do projeto, aceitando me ajudar com as análises de solo. Sem nossas conversas, muito do que se vê neste trabalho não seria possível realizar.

Ao professor Bruno Nery, o meu mais sincero obrigado. A sua disponibilidade e doação em poder ir a campo comigo foram muito especiais. Agradeço também ao amigo Davi Gjorup, outra pessoa de imenso coração. Mesmo apertado com os prazos do doutorado se disponibilizou a ir a campo comigo. Suas contribuições foram de enorme valor ao meu projeto. Aprendi muito com vocês.

Não posso deixar de agradecer àqueles que me ajudaram quando o

projeto e decisão em trabalhar com solos ainda eram bem embrionários, professor Elpídio e Cleverson (Cerê). Apesar de não termos continuado juntos ao longo do projeto, as trocas de ideias contribuíram muito para a consolidação deste trabalho.

Aos técnicos do laboratório de Física dos Solos, Claudinho, Luís Fernando e Renato. Sem a ajuda de vocês seria impossível cumprir prazos. Meu muito obrigado, especialmente ao Claudinho, que me aturou durante todo o processo de análises de solo.

A todos os estudantes e profissionais do Laboratório de Física dos Solos que contribuíram mesmo que com uma pequena fração de conhecimento. Cada gesto e ajuda foram muito importantes para mim.

À Tamara Luciane, que dividiu todo o seu conhecimento acerca da espécie estudada. Sem seus estudos, a dificuldade em trabalhar com a espécie seria muito maior.

Ao grande amigo, parceiro de campo e de república, que fiz ao longo dessa jornada, João Paulo Teixeira (Tosko). Muito obrigado por dividir comigo todas as angústias, sofrimentos, alegrias, conhecimentos em campo. Obrigado por tornar a nossa passagem por São João del-Rei mais leve e muito obrigado pela sua amizade.

Aos estagiários, Villányi Peter, Wesley Davies, Michelle Baptista, Gustavo Gonzaga e Antonio Marcos. Sem a ajuda de vocês os campos seriam bem mais difíceis. Agradeço também ao amigo Vitor Torga, pelas prosas em campo, trocas de ideias, cervejas divididas e parceria.

Aos professores da Universidade Federal de São João del-Rei, André Flávio, Andrey Castro e Iara Lopes, por toda ajuda e conversas na UFSJ. Em especial, agradeço à professora Tatiana Cornelissen, que não mediu esforços em disponibilizar as instalações e aparelhos da UFSJ. Essa parceria foi fundamental para o andamento do projeto.

Ao professor Charles Duca, por desmistificar o programa Mark. Muito obrigado pelas conversas e ajuda na interpretação dos dados. Suas contribuições foram muito valiosas. Agradeço também ao Gabriel Larre, Eduardo Chiarani e Stephen Dinsmore, pelas trocas de e-mail e mensagens e também pela ajuda com o programa Mark.

Aos produtores rurais da área de estudo em São João del-Rei, que

permitiram que transitássemos por suas terras. Em especial ao Buta, pelas prosas, cafezinhos e queijos. As minhas convicções sempre estiveram certas de que são as pessoas mais simples as de maior coração. Muito obrigado a todos! Agradeço também às minhas vizinhas de São João del-Rei, Sandra e Dôra, muito obrigado por toda a ajuda e compreensão durante minhas mudanças e estadia na cidade.

Ao Ricardo Mendes por gentilmente ceder a foto da espécie para ilustrar o trabalho.

Às minhas primas, Luísa e Marina, obrigado por me acolherem em Viçosa nos meus primeiros dias na cidade e também por todo apoio que me deram.

A todos aqueles que, mesmo que indiretamente, contribuíram para que eu pudesse superar esta fase. Amigos de Viçosa, principalmente Gis e Joel e amigos da república Valhalla, amigos de Formiga, em especial ao Sassá pela ajuda com os mapas, amigos de São João del-Rei, Jairo, Kátia, Pedro, Natália e Murilo e amigos de república. Saibam que a amizade de vocês foi muito importante para tornar esse período mais fácil.

Aos novos colegas de trabalho, aos quais tenho o prazer de chamar de amigos, Fernandinho, Fred Alcântara, Douglas, Henrique, Fred Machado e Zé Campos. Espero poder dividir muitos bons momentos com vocês.

Ao Rômulo Ribon, Guilherme Freitas e Lilian Costa e ao pessoal do Laboratório de Ornitologia da UFV, pelas conversas despretensiosas e por todo conhecimento dividido.

Por fim, agradeço à CAPES bela bolsa que me foi concedida e ao CNPq pelo financiamento de todo o projeto de campo.

À Deus, por todas as pessoas que coloca em minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
Introdução geral	1
Referências	3
CAPÍTULO 1 - Atributos do solo determinam a seleção dos sítios de nidificação de <i>Geositta poecilopecta</i>	7
RESUMO	7
ABSTRACT	9
1. Introdução	10
1.1 Materiais e Métodos	11
Área de estudo	11
Coleta de dados	13
Descrição, amostragem e avaliação da resistência do solo à penetração	13
Relação solo x ninho	15
Análises estatísticas	16
1.2 Resultados	16
Influência da espessura dos horizontes e resistência do solo	18
1.3 Discussão	19
1.4 Conclusão	21
Referências	22
CAPÍTULO 2 - Caracterização dos ninhos e sucesso reprodutivo de <i>Geositta poecilopecta</i>	26
RESUMO	26
ABSTRACT	27
2. Introdução	28
2.1 Material e métodos	29
Área de estudo	29
Coleta de dados	29
Monitoramento dos ninhos	30
Análise dos dados	30

2.2 Resultados.....	31
<i>Características dos ninhos</i>	31
<i>Sucesso reprodutivo</i>	34
2.3 Discussão	38
2.4 Conclusão	41
Referências.....	42
Conclusão Geral	48
ANEXOS	50

RESUMO

MEIRELES, Ricardo Camargos de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2017. **Biologia reprodutiva de *Geositta poeciloptera* (Aves: Scleruridae) nos campos do Alto Rio Grande, Minas Gerais, Brasil.** Orientador: Leonardo Esteves Lopes.

O Cerrado é a segunda maior província biogeográfica do Brasil e encontra-se largamente recoberto por formações campestres e savânicas. Pressões antrópicas são as principais causas de sua degradação, contribuindo para a perda de espécies vegetais e animais, a maior parte das quais ainda mal estudadas do ponto de vista de sua história natural. *Geositta poeciloptera* é uma ave campestre e endêmica do cerrado que vem sofrendo diminuição em sua população ao longo dos anos. A espécie nidifica em cavidades escavadas nos barrancos. Com o objetivo de compreender como se dá a seleção dos seus locais de nidificação e também de avaliar seu sucesso reprodutivo, foi realizado um estudo na região de São João del-Rei (Campos do Alto Rio Grande) entre os anos de 2014 e 2016. Para isso foram coletadas amostras de solo próximos aos ninhos e também em locais que não continham ninhos. O horizonte C do solo foi o de maior preferência para a construção dos ninhos, o que se deve aos altos teores de silte e baixos teores de argila, facilitando o processo de escavação. A resistência do solo à penetrabilidade afetou as características físicas do ninho, sendo eles mais rasos onde os solos são mais resistentes. Também foram feitas medidas das características dos ninhos, sendo coletados dados de: (1) profundidade da cavidade do ninho; (2) altura e largura do orifício de entrada da cavidade (área do orifício); (3) distância da base do barranco até a entrada da cavidade do ninho; e (4) orientação da direção da cavidade do ninho. Foram então verificadas quais dessas variáveis interferem no sucesso reprodutivo da espécie, utilizando-se para isso o programa Mark com a abordagem de sobrevivência de ninhos. A taxa de sobrevivência diária (0.984) calculada se mostrou alta em relação à outras aves campestres e a predação foi a maior causa de perda de ninhos, os quais apresentam uma probabilidade de

sobreviverem individualmente por um ciclo completo de 0,59. A espécie possui grande especificidade na escolha dos locais de nidificação e o fato de construir ninhos em cavidade contribui significativamente para seu sucesso reprodutivo. Este estudo, além de representar a primeira investigação detalhada acerca da biologia reprodutiva de um membro da família Scleruridae, revela importantes características da história de vida de *G. poeciloptera*, as quais serão fundamentais para a elaboração de programas voltados para o manejo e conservação desta espécie ameaçada.

ABSTRACT

MEIRELES, Ricardo Camargos de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2017. **Breeding biology of Campo Miner *Geositta poecilopecta* in the Upper Rio Grande Grasslands, Minas Gerais, Brazil.** Adviser: Leonardo Esteves Lopes.

The Cerrado is the second largest biogeographic province in Brazil and is largely covered by grassland and savanna formations. Anthropogenic pressures are the main causes of their degradation, contributing to the loss of plant and animal species, most of which still poorly studied from the point of view of their natural history. The Campo Miner *Geositta poecilopecta* is a grassland bird endemic to the Cerrado, which has suffered marked population decline over the years. The species breeds in cavity-nests excavated in dirt banks. We aimed to understand how the species selects its nesting sites and to evaluate their reproductive success. The study was conducted in the municipality of São João del-Rei, located in the Upper Rio Grande Grasslands, from 2014 to 2016. We first measured the following nest attributes: (1) tunnel depth; (2) height and width of the entrance hole (area); (3) distance from the entrance hole to the base of the dirt bank; and (4) orientation of the entrance of the cavity hole. We then collected soil samples adjacent to the nests and in sites that did not contain nests, also measuring soil resistance to penetrability in each of these sites. The soil C horizon was the most preferred for nest excavation, what is due to its high silt and low clay contents, thus facilitating excavation. Soil resistance to penetrability affected the physical characteristics of the nest, being shallower where the soils are more resistant. We then verified which of these variables affected the reproductive success of the species using the Mark program with the nests survival approach. The daily survival rate (0.984) was high compared to that exhibited by other grassland birds, and predation was the major cause of nest loss. Individual nests had a probability of 0.59 of surviving for a complete cycle. The species has great specificity in the choice of nesting sites and its cavity-nest seems to significantly contribute to its reproductive

success. This study, besides representing the first detailed investigation about the reproductive biology of a member of the family Scleruridae, reveals important features of the life history of *G. poeciloptera*, which will be fundamental for the elaboration of management and conservation programs to this threatened species.

Introdução geral

Os campos naturais são importantes áreas para a conservação da biodiversidade, pois abrigam grande número de espécies animais e vegetais ameaçadas (White et al. 2000; Klink & Machado, 2005; Roesch et al. 2009). Os diferentes biomas campestres de todo o mundo vêm sofrendo pressões antrópicas como transformação de áreas nativas em pastagens, ocupação urbana, introdução de espécies vegetais exóticas e uso descontrolado do fogo (White et al. 2000; Machado et al. 2004; Gibson 2009; Bond & Parr, 2010; Lopes et al. 2010; Azpiroz et al. 2012), contribuindo para a descaracterização desses e, conseqüentemente, o desaparecimento de suas espécies associadas.

O Cerrado é a segunda maior província biogeográfica do Brasil (IBGE, 2016), atrás apenas da Floresta Amazônica, e encontra-se largamente recoberto por formações campestres e savânicas (Ribeiro & Walter, 2008). Devido à ação humana, o Cerrado vem sofrendo grandes alterações, tendo sua área sido dramaticamente reduzida ao longo dos anos, principalmente devido a atividades agrícolas e agropecuárias (Machado et al. 2004; Klink & Machado, 2005).

Dotado de uma enorme riqueza de flora e fauna, o Cerrado também se destaca pelo seu elevado grau de endemismo, principalmente das espécies vegetais (Ratter et al. 1997; Castro et al. 1999; Klink & Machado, 2005; Marini & Garcia, 2005). Estudos sobre sua biodiversidade o caracterizam como um dos *hotspots* mundiais, necessitando de esforços significativos e urgentes para a sua conservação (Myers et al. 2000).

O grupo das aves, altamente diversificado no Cerrado, mas com poucas espécies endêmicas (Silva & Bates, 2002), abriga diversas espécies campestres raras e sensíveis às alterações do ambiente, as quais constituem um dos grupos mais ameaçados da região Neotropical, possuindo alta prioridade de pesquisa e conservação (Stotz et al. 1996; Vickery et al. 1999; Lopes et al. 2010; Azpiroz et al. 2012).

Dentre as espécies ameaçadas endêmicas do Cerrado destaca-se *Geositta poeciloptera* (Wied, 1830), popularmente conhecida como andarilho (fig. 1), cuja distribuição se estende pelos estados da Bahia, Goiás,

Tocantins, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, atingindo o extremo leste da Bolívia e Paraguai (Remsen, 2003; Ridgely & Tudor, 2009; Lopes et al. 2010). Medindo aproximadamente 11 a 12 cm e pesando cerca de 19 g, a espécie possui hábitos campestres e terrícolas, sendo típica de campos sujos e limpos (Silva & Bates 2002; Sick, 1997; Silva, 2015). Encontrada em altitudes entre 500 e 1250 metros (Peixoto, 2014), a espécie tem preferência por locais com vegetação rala (Peixoto, 2014; Silva, 2015). Frequentemente são encontradas em áreas recém queimadas, já tendo sido sugerido que a espécie segue incêndios (Silva, 2005; Braz, 2008; Teixeira, 2016).

A ocupação do Cerrado pelo homem, e a consequente degradação do seu habitat, são os principais fatores que levaram ao declínio populacional da espécie (Birdlife International, 2012). Além disso, mudanças climáticas também possuem importante papel na diminuição de sua população (Marini et al. 2009). Atualmente seu status de conservação é classificado como Vulnerável a nível global (Birdlife International, 2012) e como Em Perigo a nível nacional (MMA, 2014).



Figura 1. *Geositta poeciloptera* saindo de um ninho monitorado na área de estudo - Campos do Alto Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. Foto: Ricardo Mendes.

Até recentemente, os poucos trabalhos realizados sobre a espécie eram baseados em observações ocasionais sobre sua história natural (Silva e Silva, 2005; Pacheco & Olmos, 2006), levantamentos de áreas de ocorrência (Vasconcelos et al. 2006; Lombardi et. al. 2012; Diniz et al. 2012), estudos generalizados de espécies campestres ameaçadas do Brasil (Lopes et al. 2010) e alguns livros e guias de campo com pequenos relatos (Sick, 1997; Sigrist, 2009; Sigrist 2013). Recentemente, uma população da espécie encontrada no sul de Minas Gerais passou a ser alvo de estudos sistematizados, os quais têm permitido uma maior compreensão acerca de diversos aspectos de sua história natural, incluindo biologia reprodutiva, uso de hábitat e comportamento (Peixoto 2014, Silva, 2015, Teixeira 2016).

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar a ecologia reprodutiva de *G. poecilopecta*. O primeiro capítulo investiga o efeito que as características do solo exercem na seleção dos sítios de nidificação pela espécie. O segundo capítulo apresenta uma caracterização dos ninhos da espécie, avaliando também o seu sucesso reprodutivo e os fatores que o influenciam. Pretende-se assim contribuir para um maior conhecimento da biologia da espécie, lançando bases sólidas para sua conservação e manejo.

Referências

- Azpiroz, A. B.; Isacch, J. P.; Dias, R. A.; Di Giacomo, A.; Fontana, C. S.; Palarea, C. M. 2012. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. **J Field Ornithol** 83: 217-246.
- Birdlife International. 2012. *Geositta poecilopecta*, Campo Miner. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22701974A38084668.en> acesso em 05 de maio de 2016.
- Bond, W. J.; Parr, C. L. 2010. Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. **Biol Conserv** 143: 2395-2404.
- Braz, V. S. **Ecologia e conservação de aves campestres do bioma cerrado**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 187 p.

- Castro, A. J. F.; Martins, F. R.; Tamashiro, J. Y.; Shepherd, G. J. 1999. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Ann Missouri Bot Gard** 86: 192-224.
- Diniz, M. G.; Mazzoni, L. G.; D'Angelo, S.; Vasconcelos, M. F. de.; Perillo, A.; Benedicto, G. A. 2012. Historical synthesis of the avifauna from the Rio São Francisco basin in Minas Gerais, Brazil. **Rev Brasil Ornitol** 20: 329-349.
- Gibson, D.J. 2009. **Grasses and grassland ecology**. Oxford University Press. Nova York, EUA. 316 p.
- IBGE. 2016. **Brasil em Síntese**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>> acesso em 03 de julho 2016.
- Klink, C. A.; Machado, R. B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conserv Biol** 19: 707-713
- Lombardi, V. T.; Santos, K. K.; D'Angelo Neto, S.; Mazzoni, L. G.; Rennó, B.; Faetti, R. G.; Epifânio, A. D.; Miguel, M. 2012. Registros notáveis de aves para o Sul do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Cotinga** 34: 32-45.
- Lopes, L. E.; Malacco, G. B.; Alteff, E. F.; Vasconcelos, M. F.; Hoffmann, D.; Silveira, L. F. 2010. Range extensions and conservation of some threatened or little known Brazilian grassland birds. **Bird ConservInt** 20: 84-94.
- Machado, R. B.; Ramos Neto, M. B.; Pereira, P.; Caldas, E.; Gonçalves D.; Santos, N.; Tabor, K.; Steininger, M. 2004. **Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro**. Conservação Internacional do Brasil, Brasília, Brasil.
- Marini, M. A.; Garcia, F. I. 2005. Bird conservation in Brazil. **Conserv Biol** 19: 665-671.
- Marini, M. A.; Barbet-Massin, M.; Lopes, L. E.; Jiguet, F. 2009. Predicted climate-driven bird distribution changes and forecasted conservation conflicts in a Neotropical savanna. **Conserv Biol** 23: 1558-1567.
- MMA. 2014. Portaria No. 444, de 17 de dezembro de 2014 - Lista Nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União-Seção 1**, 18 de dezembro de 2014: 121-126.

- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca G. A. B.; Kent, J. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- Pacheco, J. F.; Olmos, F. 2006. As aves do Tocantins 1: região sudeste. **Rev Brasil Ornitol** 14: 85-100.
- Peixoto, H. J. C. **Ecologia e conservação de aves campestres ameaçadas de extinção no sul de Minas Gerais, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 106 p.
- Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Ann Bot** 80: 223-230.
- Remsen, J. V., Jr. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). In: Del Hoyo, J.; Elliott, A.; Sargatal, J. (eds). **Handbook of the Birds of the World, Vol. 8, Broadbills to Tapaculos**. Barcelona, Spain: Lynx Edicions. p. 162-357.
- Ribeiro, J.F.; Walter, B.M.T. (2008) As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Eds) **Cerrado ecologia e flora, vol. 1**. Embrapa Cerrados, Brasília, Brazil, pp. 151-212.
- Ridgely, R. S.; Tudor, G. 2009. **Field guide to the songbirds of South America: The Passerines**. University of Texas Press. Austin, EUA. 769 p.
- Roesch, L. F. W.; Vieira, F. C. B.; Pereira, V. A.; Schünemann, A. L.; Teixeira, I. F.; Senna, A. J. T.; Stefenon, V. M. 2009. The Brazilian Pampa: A fragile biome. **Diversity** 1: 182-198.
- Sick, H. 1997. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Editora Nova Fronteira. 2ª ed. Rio de Janeiro, Brasil. 862 p.
- Sigrist, T. 2009. **Iconografia das Aves do Brasil: Bioma Cerrado**. Editora Avis Brasilis. São Paulo, Brasil. 600 p.
- Sigrist, T. 2013. **Guia de Campo Avis Brasilis: Avifauna Brasileira**. Editora Avis Brasilis. 3ª ed. São Paulo, Brasil. 594 p.
- Silva e Silva, R. 2005. Biologia reprodutiva de *Geositta poecilopectera* (Passeriformes: Furnariidae) em Minas Gerais. In: Aleixo, A. (Ed) **XIII Congresso Brasileiro de Ornitologia - Resumos**. Museu Paraense

- Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil. pp. 28.
- Silva, J. M. C.; Bates, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience** 52: 225- 233.
- Silva, T. L. S. **História natural de *Geositta poeciloptera* (Aves, Scleruridae) na região dos campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, Brasil.** 2015. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) - Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal, Florestal, Brasil. 56 p.
- Stotz, D. F.; Fitzpatrick, J. W.; Parker III, T. A.; Moskovits, D. K. 1996. **Neotropical birds: ecology and conservation.** University of Chicago Press, Chicago, EUA. 502 p.
- Teixeira, J. P. G. **Do macro ao micro: o papel do fogo e da testosterona na ecologia de *Geositta poeciloptera*, ave ameaçada do cerrado brasileiro.** 2016. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 57 p.
- Vasconcelos, M. F. de.; D'Angelo, S.; Kirwan, G. M.; Bornschein, M. R.; Diniz, M. G.; Silva, J. F. 2006. Important ornithological records from Minas Gerais state, Brazil. **Bull Br Ornithol Club** 126: 212-238.
- Vickery, P. D.; Tubaro, P. L.; Silva, J. M. C.; Peterjohn, B. G.; Herkert, J. R.; Cavalcanti, R. B. 1999. Conservation of grassland birds in the western hemisphere. **Stud Avian Biol** 19: 2-26.
- White, R.P; Murray, S; Rohweder, M. 2000. **Pilot analysis of global ecosystems:** grassland ecosystems. World Resources Institute, Washington, DC, USA.

CAPÍTULO 1 - Atributos do solo determinam a seleção dos sítios de nidificação de *Geositta poecilopectera*

RESUMO

O tipo de substrato é um fator decisivo para construção de ninhos por aves escavadoras. Entretanto, pouco se sabe sobre quais fatores determinam a escolha do sítio, especialmente nos trópicos. Objetivando compreender melhor os determinantes desta escolha, estudamos a influência de atributos do solo na seleção dos sítios de nidificação por *Geositta poecilopectera*, uma ave campestre que constrói seus ninhos em cavidades feitas no solo. O estudo foi realizado nos Campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, nos anos de 2015 e 2016. Os ninhos foram medidos quanto à sua profundidade, penetrabilidade do solo e classificação quanto ao tipo de horizonte do solo nos quais estavam alocados, além da coleta de material para determinação granulométrica. Selecionamos 25 barrancos que continham cavidades e 25 barrancos de condições aparentemente similares, mas sem cavidades. Em barrancos com ninhos, as amostras dos solos foram retiradas próximas aos ninhos e em barrancos sem ninhos em pontos aleatórios. Encontramos 43 ninhos da espécie, 86% localizados nos horizontes C, BC e Cr, e somente 14% em horizonte B. As análises granulométricas mostraram que os horizontes C, BC e Cr apresentam grandes semelhanças, com altos teores de silte e baixos teores de argila, características associadas a um baixo grau de desenvolvimento estrutural do solo, sendo mais facilmente escavável. Quanto à resistência do solo à penetração, esta não parece ser um critério de seleção do sítio de nidificação, contudo solos mais resistentes possuem ninhos mais rasos. Dentre os barrancos analisados, 44% dos barrancos sem cavidades apresentaram horizonte B maior do que o horizonte C, sendo sua textura mais argilosa, o que difere da quase totalidade dos barrancos com cavidades, que possuem horizonte C mais espessos e de textura mais siltosa, indicando grande especificidade da espécie em relação à seleção do sítio de nidificação.

Palavras-chave: aves campestres, Neotrópicos, seleção de sítios de nidificação, requisitos de solo, aves escavadoras de ninhos.

CHAPTER 1 - Soil attributes drive nest-site selection by the Campo Miner
Geositta poecilopecta

ABSTRACT

The type of substrate is a decisive factor for nest-site selection and nest architecture by excavating birds. However, little is known about which factors drive nest-site selection for these species, especially in the tropics. To better understand the determinants of this choice, we studied the influence of soil attributes on nest-site selection by the Campo Miner *Geositta poecilopecta*, an open grassland bird that builds its nests within soil cavities. The study was carried out in the Upper Rio Grande Grasslands, southeastern Brazil, in 2015 and 2016. For all nests found we measured the depth of the nest cavity and soil resistance to penetration, also identifying the soil horizon in which the nest was allocated. We randomly selected 25 dirt banks that contained nest cavities and 25 dirt banks of apparently similar conditions, but without nest cavities. In dirt banks with nests, we collected soil samples for granulometric analysis around each nest cavity, and in dirt banks without nests we collected these samples at random points. We found 43 nests of the species, 86% located in the C, BC, and Cr horizons, and only 14% in the B horizons. The granulometric analyzes showed that the horizons C, BC, and Cr showed great similarity in granulometric composition, with high silt and low clay contents. These characteristics are associated to a low degree of structural development of the soil, which is more ease to excavate. Soil resistance to penetration does not seem to be an important criterion for selecting the nesting site, but it influences nest architecture, with more resistant soils having shallower nest cavities. Among the dirt banks analyzed, 44% of those without cavities presented a B horizon broader than the C horizon, and their texture was more clayey. On the other hand, almost all the dirt banks containing nest cavities had a broader C horizon and a siltier texture, indicating that soil attributes drive nest-site selection by the *G. poecilopecta*.

Key-words: grassland birds, Neotropics, nest-site selection, soil requirements, burrowing birds.

1. Introdução

A seleção de sítios de nidificação pelas aves envolve uma série de fatores ambientais bióticos e abióticos (e.g. Nilsson, 1984; Martin & Roper, 1988; Kerpez & Smith, 1990; Li & Martin, 1991; Martin, 2001). Dentre os fatores abióticos, o tipo de substrato escolhido para a construção dos ninhos é particularmente importante para as espécies que nidificam em cavidades. Entretanto, as variáveis do substrato que determinam a escolha dos sítios de nidificação ainda são pouco estudadas, ainda que as primeiras observações sobre o tema tenham sido publicadas décadas atrás (Beyer, 1938; Petersen, 1955; Sandmann-Funk, 1972). Na última década, alguns estudos avaliaram a influência do tipo de substrato sobre a seleção dos sítios de nidificação por aves escavadoras, porém, tais estudos estão concentrados em regiões de clima temperado (e.g. Heneberg & Simesek, 2004; Yuan et al., 2006a; Yuan et al., 2006b; Heneberg, 2001; 2003; 2004; 2009). Já em regiões tropicais, pouco se sabe sobre o assunto (e.g. Kafutshi & Komanda, 2011).

Substratos mais difíceis de serem escavados proporcionam maior gasto de energia e tempo para a construção dos ninhos, o que pode reduzir o sucesso reprodutivo das espécies (Heneberg, 2003; 2004). Já solos muito soltos podem causar o colapso dos ninhos, o que faz com que as aves optem por um balanço entre estabilidade do ninho e facilidade de escavação (Heneberg, 2009). Alguns pica-paus, por exemplo, selecionam locais para a construção dos ninhos em função da dureza do substrato, preferindo locais onde a madeira está mais macia ou morta (Skutch, 1948; Schepps et al. 1999). Por outro lado, para aves que constroem seus ninhos em cavidades escavadas no solo, a razão granulométrica do solo – característica relacionada com a facilidade de escavação – é um fator importante, podendo até mesmo determinar a distribuição geográfica da espécie (Heneberg, 2004; Heneberg & Simesek, 2004).

Dentre as diversas espécies de aves tropicais escavadoras de solo, merece destaque a avaliação dos critérios de seleção de sítio de nidificação pelo andarilho *Geositta poecilopecta* (Wied, 1830), um passeriforme terrícola e campestre, que constrói seus ninhos no interior de cavidades escavadas em voçorocas, barrancos, cupinzeiros e tocas de tatu (Sick, 1997; Silva e

Silva, 2005; Silva, 2015). A espécie é endêmica do bioma brasileiro Cerrado (Remsen 2003; Ridgely & Tudor, 2009; Lopes et al. 2010), um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (Myers et al. 2000). Atualmente, a espécie enfrenta grande risco de redução de suas populações por causa da perda de hábitat e das mudanças climáticas globais (Marini et al. 2009), sendo considerada Vulnerável em nível global e Em Perigo em nível nacional (Birdlife International, 2012; MMA, 2014 respectivamente).

Este estudo pretende avaliar quais características do solo contribuem para a seleção do sítio de nidificação por *G. poeciloptera*, buscando responder quais atributos do solo determina a estrutura física do ninho e a escolha do local mais adequado para a nidificação. Com isso pretendemos responder três perguntas: 1) A profundidade da cavidade é influenciada pela resistência do solo à penetração?; 2) o posicionamento do ninho no barranco é escolhido em função da resistência do solo e/ou da razão entre o tamanho dos horizontes?; e 3) características dos solos (proporção de horizontes e resistência do solo) nos barrancos definem a ausência ou presença de ninhos? Desta maneira, a investigação de quais atributos do solo determinam a preferência da espécie pelo local escolhido para a nidificação, pode levar ao melhor entendimento de sua distribuição espacial e assim amparar esforços futuros para conservação e manejo da espécie que encontra-se em risco de extinção.

1.1 Materiais e Métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido nos Campos do Alto Rio Grande, microrregião de São João del-Rei (fig. 1), sul do estado de Minas Gerais, Brasil. A paisagem apresenta relevo que varia de forte ondulado a montanhoso, com encostas de declividade variando entre 20 e 75% (EMBRAPA, 2013). A geologia regional é formada por uma sequência de rochas metassedimentares do Grupo São João del-Rei, de idade Mesoproterozóica, sendo a unidade litoestratigráfica predominante a Formação Prados, constituída por Filitos, Siltitos e Calco-Xistos (CODEMIG, 2003). A característica dessas rochas é

apresentar camadas justapostas que causam uma resistência diferencial ao intemperismo químico. Essa resistência diferencial associada a intensos processos de erosão, principalmente em sulcos, conferem à paisagem a presença frequente de encostas ravinadas, onde predominam solos rasos. Tais encostas são facilmente identificadas e distinguidas do padrão de encostas circundantes, onde predominam solos mais desenvolvidos e profundos, com permeabilidade mais pronunciada, facilitando assim, a infiltração de águas pluviais em detrimento do escoamento superficial que predomina e esculpe as encostas onde ocorrem os solos rasos (com. pess. Bruno Nery).

Os solos predominantes na área são os Neossolos Regolíticos, caracterizados por apresentarem sequência de horizontes A, C ou Cr, podendo também apresentar horizontes BC ou B, quando este for menor que 10 cm (EMBRAPA, 2013). Esses solos apresentam considerável presença de minerais primários alteráveis e uma granulometria com predomínio de frações grosseiras como silte e areia (EMBRAPA, 2013). De maneira bem menos expressiva, também são observados na área solos um pouco mais desenvolvidos como os Cambissolos Háplicos e, por vezes, até solos bem desenvolvidos como os Latossolos (com. pess. Bruno Nery).

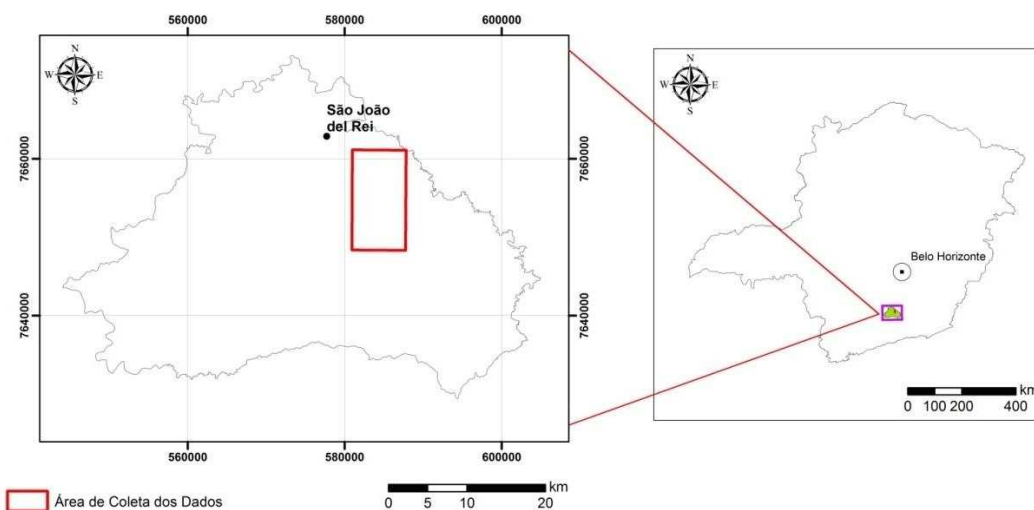


Figura 1. Localização da área de estudo, município de São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

A vegetação predominante acima de 800 m de altitude é a campestre autóctone (Azevedo, 1962), com formas variadas de acordo com a posição na encosta. Embora esteja inserida dentro do domínio da Mata Atlântica (IBGE, 2004), a região seria mais adequadamente considerada um ecótono, pois encontra-se em local de transição com o Cerrado, dada a grande similaridade de sua flora e fauna campestre (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho, 1999; Pacheco et al. 2008). Ao longo dos vales, onde predominam solos mais profundos e maior umidade, ocorrem trechos de floresta estacional semidecidual (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho, 1999).

O clima da região é Cwb, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como temperado úmido, com inverno seco e verão ameno, temperatura média durante o inverno de 14,3°C e durante o verão de 17°C (Sá Júnior et al. 2012). A estação seca ocorre entre maio e agosto e a precipitação anual é de aproximadamente 1.500 mm, 60% concentrada entre novembro e fevereiro (Sá Júnior et al. 2012).

Coleta de dados

Os dados foram coletados nos anos de 2015 e 2016, entre os meses de agosto a dezembro de cada ano, o que corresponde ao período reprodutivo de *G. poecilopecta* na área de estudo (Silva, 2015). A procura por ninhos foi efetuada por meio de busca ativa no ambiente, observação dos adultos construindo o ninho ou transportando alimento para os filhotes, além de buscas ao longo das estradas, pois a espécie frequentemente faz ninhos ao longo dos barrancos que as margeiam (Peixoto, 2014; Silva, 2015). Todos os ninhos localizados foram georeferenciados com um equipamento de GPS para futuras inspeções.

Descrição, amostragem e avaliação da resistência do solo à penetração

Após a localização dos ninhos, a profundidade da cavidade foi mensurada com o auxílio de uma trena. As amostras de solo foram coletadas ao lado de cada ninho. Previamente os barrancos foram limpos e,

na sequência, os horizontes do solo (A, B, BC, C ou Cr) foram identificados, descritos a partir do exame morfológico dos perfis (fig. 2) e tiveram sua espessura medida com uma trena. A descrição dos horizontes do perfil do solo seguiu procedimentos convencionais (Santos et al. 2015), sendo registradas informações acerca da consistência e estrutura do solo.

Os horizontes do solo apresentam características que os diferenciam. O horizonte A do solo é definido por ser o horizonte mais superficial, com maior incremento de material orgânico; o horizonte B é subsuperficial, comumente apresenta maiores teores de argila, assim como um melhor desenvolvimento estrutural (formação de agregados); o horizonte C por sua vez, é identificado pela sua heterogeneidade morfológica, pela presença de aspectos diretamente relacionados ao material de origem do solo, sendo caracterizado pelo predomínio de material mineral inconsolidado. Por estes aspectos se difere expressivamente dos horizontes mais pedogenizados (A e B); o horizonte BC é transicional entre o B e C, possuindo características de ambos; assim como o horizonte Cr que, além de possuir características do horizonte C, apresenta evidências estruturais da rocha de origem (IBGE, 2015).

Após a identificação dos horizontes, uma pequena porção (150 g) do material do solo (amostra deformada) foi coletada a uma distância de 15 cm de cada ninho e enviada para laboratório para análises granulométricas (Anexos), segundo o protocolo de Ruiz (2005). Esta análise identifica a proporção das partículas do solo em função do seu tamanho (granulometria), a partir de técnicas de peneiramento e sedimentação, tornando possível a classificação de forma simplificada quanto à sua textura em três grupos: arenosa, quando predominam partículas de areia (2000-50 μm); siltosa, quando predomina partículas de silte (50 - 2 μm), e argilosa, com predomínio da fração argila (< 2 μm) (Gee & Or, 2002). O resultado final da análise textural informa a distribuição percentual das frações de argila, silte e areia que podem ser dispostas no triângulo textural (Santos et al., 2015), que permite a classificação textural do solo.

A resistência do solo à penetração, expressa em índice de cone (MPa), descreve a resistência mecânica que o solo oferece à penetração de uma haste metálica, sendo relacionado com o grau de compactação do solo. A

avaliação dos valores de resistência do solo à penetração foi obtida a partir de quatro medidas (adaptado de Heneberg, 2009) efetuadas com um penetrômetro de campo (Wykeham Farrance™) nas proximidades de cada ninho (5 cm acima, abaixo e nos dois lados) ou em pontos aleatórios no grupo de barrancos sem ninhos descritos abaixo (Anexos).

Todas as medições, coletas de amostras e avaliações no perfil do solo foram efetuadas em ninhos inativos, com o objetivo de não interferir na reprodução da espécie.

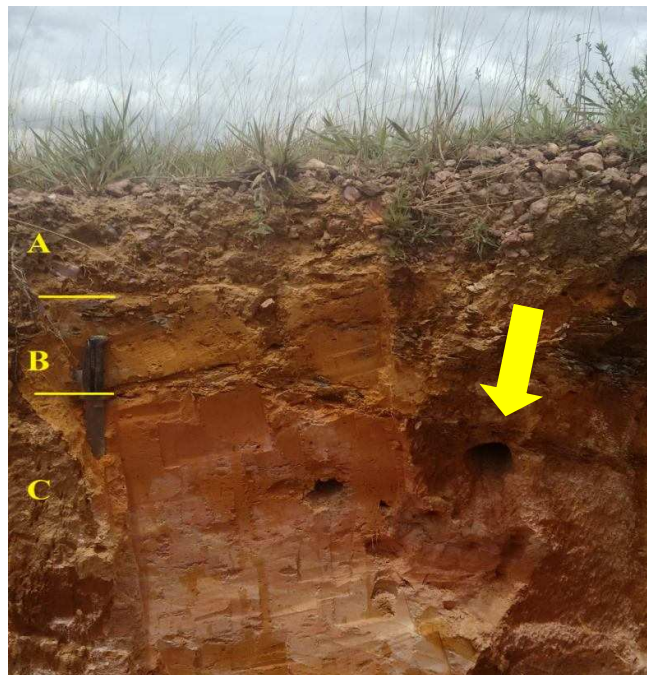


Figura 2. Identificação dos horizontes de solo (A, B e C) contendo ninho de *Geositta poecilopecta* nos Campos do Alto Rio Grande. A seta amarela indica a localização do ninho no horizonte C. A faca ao lado esquerdo da imagem possui 25 cm. **Foto:** Ricardo Meireles.

Relação solo x ninho

Para avaliação da influência dos atributos do solo na seleção dos sítios de nidificação pela espécie, foram sorteados 25 barrancos que continham cavidades com ninhos e 25 barrancos que não possuíam nenhum tipo de cavidade. Definidos os barrancos, media-se todo o seu comprimento e

sorteava-se uma metragem e uma altura, sendo a interseção entre essas duas medidas o ponto para coleta de uma amostra aleatória de solo, a qual foi submetida às mesmas análises descritas acima. Tomamos sempre cuidado para que todos os barrancos apresentassem características visuais similares aos barrancos onde foram encontrados ninhos, como a ausência de vegetação densa e arbórea sobre o barranco, altura mínima do barranco igual ou superior a de onde ninhos foram encontrados (≥ 51 cm), localização (ambiente de campo limpo) e presença de *G. poecilopecta*, a qual foi verificada com o auxílio de *playback* contendo a vocalização da espécie.

Análises estatísticas

Com os dados obtidos foi realizada uma regressão linear simples com distribuição normal para avaliar a relação entre a resistência do solo à penetração e a profundidade da cavidade do ninho. Também foram feitas duas regressões logísticas com distribuição de erros binomial, uma objetivando entender se a presença do ninho em um dado barranco é escolhido em virtude da resistência do solo à penetração e/ou da razão entre espessura dos horizontes (escala local), e outra buscando verificar se a presença do ninho se dá em função de diferenças nas características dos solos (proporção de horizontes e resistência à penetração) entre barrancos com e sem a presença de ninhos (escala regional) (Zar, 1996). O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5%. Para todos os modelos, a adequação da distribuição e o ajuste do modelo foram verificados com análises residuais (Crawley, 2012).

1.2 Resultados

A busca ativa no ambiente permitiu localizar um total de 45 ninhos ativos (25 no ano de 2015 e 20 no ano de 2016), porém apenas 43 ninhos foram utilizados neste estudo, uma vez que dois ninhos foram relacionados com cavidades supostamente escavadas pelo pica-pau-do-campo *Colaptes campestris* (Picidae). A maioria dos ninhos foram encontrados no horizonte

C (72%, n= 31) dos solos, seguido do horizonte B (14%, n= 6), horizonte BC (11,6%, n= 5) e horizonte Cr (2,3%, n= 1). As análises granulométricas mostram que os horizontes BC e Cr, que são horizontes transicionais, apresentam grandes semelhanças com o horizonte C, todos possuindo altos teores de silte e baixos teores de argila. Por outro lado, o horizonte B possui altos teores de argila e baixos teores de silte (fig. 3). Com relação à resistência do solo, a profundidade do ninho apresentou relação negativa com o aumento da resistência do solo à penetração ($F_{1,43}= 11,42$, $p < 0,01$, $R^2 = 0,21$) (fig. 4). Isso indica que solos mais resistentes abrigam ninhos mais rasos, e solos com menor resistência mecânica à penetração interferem menos na profundidade da cavidade.

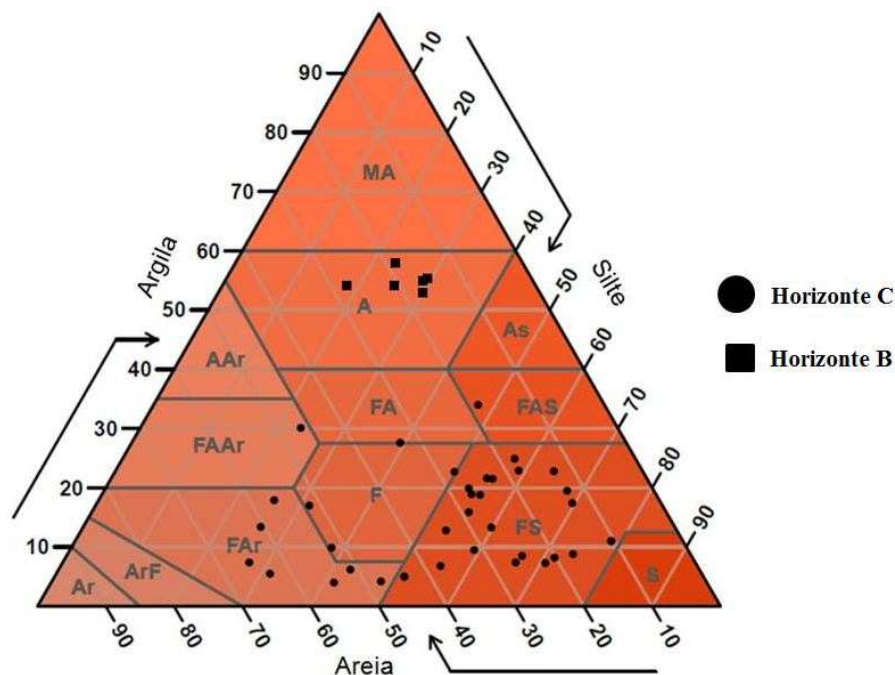


Figura 3. Distribuição textural das amostras de solo para os 43 ninhos de *G. poecilopectera* encontrados nos Campos do Alto Rio Grande. Classes texturais identificadas no triângulo textural: **MA:** Muito argilosa; **A:** Argila; **As:** Argilo siltosa; **AAr:** Argilo arenosa; **FA:** Franco Argilosa; **FAS:** Franco argilo siltosa; **FAAr:** Franco argilo arenosa; **F:** Franca; **FS:** Franco siltosa; **S:** Silte; **FAr:** Franco arenosa; **ArF:** Areia franca; **Ar:** Areia. Por possuírem características texturais semelhantes, os horizontes BC, C e Cr foram identificados apenas como horizonte C.

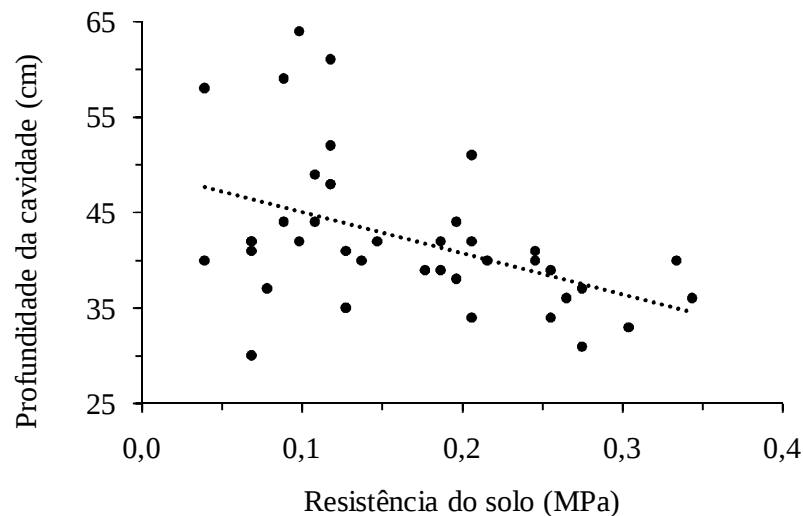


Figura 4. Relação entre a resistência do solo à penetração e a profundidade da cavidade dos ninhos de *G. poeciloptera* nos Campos do Alto Rio Grande, Minas Gerais ($F_{1,43} = 11,42$, $p < 0,01$, $R^2 = 0,21$).

Influência da espessura dos horizontes e resistência do solo

A proporção de horizonte C no barranco teve relação positiva e significativa com a presença de ninhos (proporção do horizonte C: $\chi^2 = 6,11$, Graus de liberdade (Df) = 48, $p = 0,013$) (fig. 5). Entretanto, não observamos relação significativa da presença de ninhos com a resistência do solo (resistência: $\chi^2 = 1,74$, Df = 67, $p = 0,19$). Também não observamos relação significativa da resistência do solo com a proporção de horizonte C ($\chi^2 = 0,035$, Df = 68, $p = 0,85$). Ou seja, barrancos com maior proporção de horizonte C tem maior probabilidade de ter ninhos, contudo isto é independente da resistência desses solos. Dessa maneira, muitos barrancos sem cavidades apresentaram horizonte B maior do que horizonte C ($n = 11$) e, conseqüentemente, solos com uma textura mais argilosa. De maneira contrastante, a quase totalidade dos barrancos com cavidades possui horizontes C maiores que horizontes B ($n = 22$) e, conseqüentemente, solos com textura mais siltosa.

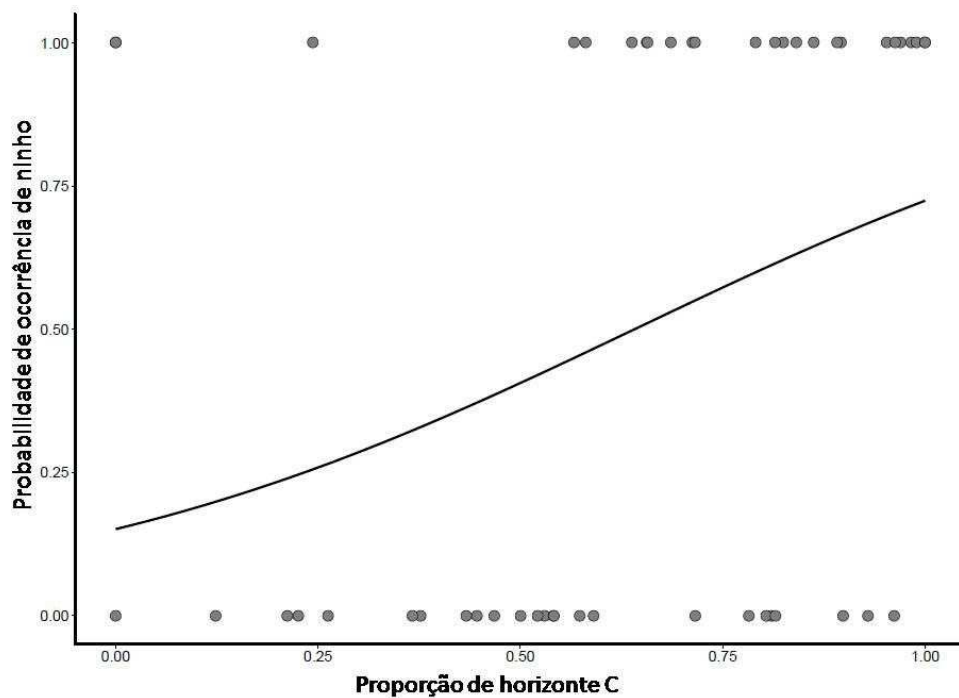


Figura 5. Probabilidade de ocorrência de ninho de *G. poecilopectera* de acordo com a proporção do horizonte C nos Campos do Alto Rio Grande. 0: barrancos sem ninho; 1: barrancos com ninho ($p = 0,013$).

1.3 Discussão

Neste trabalho tentamos elucidar as características do solo que podem determinar a construção e as características de ninhos por *G. poecilopectera*. A resistência do solo à penetração afeta significativamente as características físicas dos ninhos construídos por *G. poecilopectera*, de forma que a espécie constrói ninhos mais rasos em locais com maior resistência do solo. Contudo, esta característica do solo parece não interferir na seleção dos sítios de nidificação, uma vez que se mostrou similar entre barrancos que não possuem cavidades e barrancos que possuem cavidades. A resistência do solo à penetração é considerada um fator de grande importância não só para *G. poecilopectera*, mas também para outras espécies de aves, tais como os abelharucos *Merops philippinus* e *M. apiaster*, o martim-pescador *Alcedo atthis* e a andorinha *Riparia riparia*, que selecionam locais com maior ou

menor resistência do solo, variando de espécie para espécie (Yuan et al., 2006a; Heneberg, 2009).

A granulometria também mostrou ser um importante fator para a seleção dos sítios de nidificação, concordando com resultados já obtidos para *Alcedo atthis* (Heneberg, 2004) e *Riparia riparia* (Heneberg, 2003). Esses resultados também corroboram estudos anteriores conduzidos com andorinhas, que demonstram preferência destas por locais com menor presença de argila, o que permitiria uma maior facilidade de escavação (Petersen, 1955; Sandmann-Funk, 1972). Kafutshi & Komanda (2011) relatam que a textura é um parâmetro intimamente ligado à seleção de sítios de nidificação do martim-pescador *Alcedo cristata*, que seleciona locais com maior concentração de silte. Outros estudos envolvendo uma espécie de Meropidae e outra de andorinha apontam também uma preferência por solos arenosos e areno argilosos (Heneberg, 2001; Heneberg & Simesek, 2004, Yuan et al., 2006a, 2006b), pois tais solos apresentam menor umidade e maior aeração, permitindo manter níveis toleráveis de O₂ e CO₂ (Yuan et al., 2006a, Yuan et al., 2006b), o que demonstra que a escolha do sítio de nidificação pelas aves pode envolver uma série de fatores além da simples facilidade de escavação.

Estudos prévios sobre a influência das características do solo sobre a seleção do sítio de nidificação inexistem para os Scleruridae. Uma breve descrição das características do solo nos barrancos com ninhos de *Geositta peruviana* sugeriu que a espécie nidifica em barrancos arenosos e soltos (Willians, 1981). Porém, o baixo tamanho amostral associado à ausência de metodologias específicas de análise do solo não permitiriam afirmar que as características do solo determinam o sítio de nidificação da espécie.

No presente estudo, a alocação preferencial dos ninhos de *G. poeciloptera* no horizonte C pode ser atribuída, ao menos em parte, à sua maior facilidade de escavação, que é causada por três características deste horizonte: 1) baixos teores de argila e elevados teores de silte; 2) consistência do solo macia quando seco e solta quando úmido; e 3) ausência de estrutura do solo. Solos com estrutura contam com agregados, que são unidades maiores formadas a partir de partículas minerais e/ou orgânicas de tamanhos distintos, o que lhes confere maior estabilidade e

coerência (Resende et al. 2014). Em solos com baixos teores de argila, o desenvolvimento da estrutura é prejudicado, porque essa é a fração de maior reatividade no solo, propiciando união entre partículas distintas através de interações químicas (Ker et al. 2015). Elevados teores de silte também não contribuem com a estrutura, por serem estes pouco dotados de cargas elétricas, além de apresentarem baixa superfície específica, tornando-os muito menos reativos do que as partículas de argila. E, finalmente, a consistência solta e macia são reflexos dessa baixa interação física e química entre as partículas sólidas do solo, denotando uma atuação incipiente das forças de coesão entre as mesmas. Consequentemente este material se desfaz com muita facilidade quando manuseado.

1.4 Conclusão

Os solos da área de estudo apresentam pequena profundidade dos horizontes superficiais, e frequente exposição do horizonte subsuperficial C em barrancos criados por processos erosivos que ocorrem devido à geologia da região e a baixa permeabilidade desses solos.

Uma vez exposto, o horizonte C torna-se local preferencial para a nidificação de *G. poeciloptera*, por conta da ausência de estrutura e da baixa atuação de forças de coesão entre partículas sólidas. Tal constatação é muito importante para o entendimento da distribuição e abundância da espécie que, embora globalmente rara, pode ser surpreendentemente comum em algumas localidades pontuais. Isso se deve provavelmente ao fato de a exposição natural do horizonte C não ser frequente em outros ambientes não antropizados da região tropical, onde são comuns solos bem desenvolvidos, profundos e permeáveis.

Os processos erosivos naturais formam na região estudada uma paisagem repleta de ravinas, onde o horizonte C se torna disponível para a construção dos ninhos. Entretanto, mais recentemente, cortes na paisagem para a abertura de estradas têm aumentado pontos com exposição do horizonte C, o que explica o fato de neste estudo terem sido encontrados ninhos quase que exclusivamente ao longo das estradas. Deste modo, a realização de cortes controlados na paisagem com consequente exposição

do horizonte C pode ser uma possível estratégia de manejo para a espécie. Essa exposição deve ser cuidadosamente planejada, uma vez que este horizonte é muito suscetível a processos erosivos.

O nosso estudo é o primeiro a demonstrar que atributos do solo determinam a distribuição e abundância de ninhos de *Geositta poecilopecta*, além de sugerir que esses atributos também podem determinar a distribuição e abundância de aves tropicais principalmente as que nidificam em cavidades no solo.

Referências

- Azevedo, L. G. 1962. Tipos de vegetação do Sul de Minas e Campos da Mantiqueira (Brasil). **An Acad Bras Ciênc** 34: 225–234.
- Beyer, L.K.1938.Nest life of the Bank Swallow. **Wilson Bull** 50: 122-137.
- Birdlife International. 2012. *Geositta poecilopecta*, Campo Miner. Disponível em<<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22701974A38084668.en>> acesso em 05 de maio de 2016.
- CODEMIG. 2003. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais - (1:1.000.000)**. Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Crawley, M. J. 2012.**The R book**, 2nd edn. Wiley, London, UK.
- EMBRAPA. 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 3ª ed.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro, 353 p.
- Gee, G. W.; Or, D. 2002. Particle-size analysis. In: Dane, J. H.;Topp, C. G. (eds). **Methods of Soil Analysis: Part 4 Physical Methods**, Vol. 5. Soil Science Society of America, Madison, 866 p.
- Heneberg, P. 2001. Size of sand grains as a significant factor affecting the nesting of bank swallows (*Riparia riparia*). **Biol, Bratislava** 56: 205-210.
- Heneberg, P. 2003. Soil particle composition affects the physical characteristics of Sand Martin *Riparia riparia* holes. **Ibis** 145: 392-399.
- Heneberg. P. 2004. Soil particle composition of Eurasian Kingfishers (*Alcedo atthis*) nest sites. **Acta Zool Hung** 50: 185–193.

- Heneberg, P.; Simecek, K. 2004. Nesting of European Bee-eaters (*Merops apiaster*) in Central Europe depends on the soil characteristics of nest sites. **Biol, Bratislava** 59: 205-211.
- Heneberg, P. 2009. Soil penetrability as a key factor affecting the nesting of burrowing birds. **Ecol Res** 24: 453-459.
- IBGE. 2004. **Mapa de Vegetação do Brasil, Escala 1:5.000.000**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.
- IBGE. 2015. **Manual Técnico de Pedologia**. 3^a ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.
- Kafutshi, R. K.; Komanda, J. A. 2011. The impact of soil texture on the selection of nesting sites by the Malachite Kingfisher (Alcedinidae: *Alcedo cristata* Pallas, 1764). **Ostrich** 82: 243-246.
- Ker, J. C.; Curi, N.; Schaefer, C. E. G. R.; Vidal-Torrado, P. 2015. **Pedologia: fundamentos**, 1^a ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 343 p.
- Kerpez, T. A.; Smith, N. S. 1990. Nest-site selection and nest-cavity characteristics of Gila Woodpeckers and Northern Flickers. **Condor** 92: 193-198.
- Klink, C.A.; Machado, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conserv Biol** 19:707–713.
- Li, P.; Martin, T. E. 1991. Nest-site selection and nesting success of cavity-nesting birds in high elevation forest drainages. **Auk** 108: 405-418.
- Lopes, L. E.; Malacco, G. B.; Alteff, E. F.; Vasconcelos, M. F.; Hoffmann, D.; Silveira, L. F. 2010. Range extensions and conservation of some threatened or little known Brazilian grassland birds. **Bird Conserv Intern** 20: 84–94.
- Marini, M. A.; Barbet-Massin, M.; Lopes, L. E.; Jiguet, F. 2009. Predicted climate-driven bird distribution changes and forecasted conservation conflicts in a Neotropical savanna. **Conserv Biol** 23: 1558-1567.
- Martin, T. E. 2001. Abiotic vs. biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts? **Ecology** 82: 175-188.
- Martin, T. E.; Roper, J. J. 1988. Nest predation and nest-site selection of a western population of the Hermit Thrush. **Condor** 90:51-57.
- MMA. 2014. **Portaria No. 444, de 17 de dezembro de 2014 - Lista**

- Nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção.** Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União-Seção 1,18 de dezembro de 2014: 121-126.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca G. A. B.; Kent, J. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- Nilsson, S. G. 1984. The evolution of nest-site selection among hole-nesting birds: the importance of nest predation and competition. **Ornis Scand** 15:167-175.
- Oliveira-Filho, A. T.; Fluminhan-Filho, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne** 5: 51–64.
- Pacheco, J. F.; Parrini, R.; Lopes, L. E.; Vasconcelos, M. F. 2008. A avifauna do Parque Estadual do Ibitipoca e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil, com uma revisão crítica dos registros prévios e comentários sobre biogeografia e conservação. **Cotinga** 30: 16-32.
- Peixoto, H. J. C. **Ecologia e conservação de aves campestres ameaçadas de extinção no sul de Minas Gerais, Brasil.** 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 106 p.
- Petersen A. J. 1955. The breeding cycle in the Bank Swallow. **Wilson Bull** 67:235-286.
- Remsen, J. V., Jr. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). In: Del Hoyo, J.; Elliott, A.; Sargatal, J. (eds). **Handbook of the Birds of the World**, Vol. 8, Broadbills to Tapaculos. Barcelona, Spain: Lynx Edicions, p. 162-357.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B.; Corrêa, G. F. 2014 **Pedologia: base para distinção de ambientes.** Editora UFLA. 6. ed. 322 p., Lavras, MG, Brasil.
- Ridgely, R. S.; Tudor, G. 2009. **Field guide to the songbirds of South America: The Passerines.** University of Texas Press, Austin, 769 p.
- Ruiz, H. A. 2005. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte+ argila). **Rev Bras Ciênc Solo** 29: 297-300.
- Sá Júnior, A.; Carvalho, L. G.; Silva, F. F.; Alves, M. C. 2012. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais,

- Brazil. **Theor Appl Climatol** 108: 1-7.
- Sandmann-Funke, S. 1972. Untersuchungen zur Anlage von Uferschwalbenkolonien in Abhängigkeit von Bodentypen. **Abh Landesmus Naturk Münster Westfalen** 34:88-94.
- Santos, R.D.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; Anjos, L.H.C.; Shimizu, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 102 p.
- Schepps J.; Lohr S.; Martin T. E. 1999. Does tree hardness influence nest-tree selection by primary cavity nesters? **Auk** 116: 658–665
- Sick, H. 1997. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 910 p.
- Silva e Silva, R. 2005. Biologia reprodutiva de *Geositta poecilopectera* (Passeriformes: Furnariidae) em Minas Gerais. In: Aleixo, A. (Ed) **XIII Congresso Brasileiro de Ornitologia - Resumos**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém, p. 28.
- Silva, T. L. S. **História natural de *Geositta poecilopectera* (Aves, Scleruridae) na região dos campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) - Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal, Florestal, 56 p.
- Skutch, A. F. 1948. Life history of the Olivaceous Piculet and related forms. **Ibis** 90: 433-449.
- Williams, M. D. 1981. The nest and eggs of the Coastal Miner *Geositta peruviana*, a Peruvian endemic. **Ibis** 123: 366-367.
- Yuan, H-W.; Burt, D.B.; Wang L-P.; Chang W-L.; Wang, M-K.; Chiou, Ch-R.; Ding, T-S. 2006a. Colony site choice of Blue-tailed Bee-eaters: influences of soil, vegetation, and water quality. **J Nat Hist** 40:485-493.
- Yuan, H-W.; Wang M-K.; Chang W-L.; Wang, L-P.; Chen, Y-M.; Chiou, Ch-R. 2006b. Soil composition affects the nesting behavior of Blue-tailed Bee-eaters (*Merops philippinus*) on Kinmen Island. **Ecol Res** 21: 510-512.
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**, 3^a ed. Prentice-Hall International, Londres, 662 p.

CAPÍTULO 2 - Caracterização dos ninhos e sucesso reprodutivo de *Geositta poeciloptera*

RESUMO

As características dos ninhos das aves podem fornecer pistas importantes quanto aos fatores que influenciam no seu sucesso reprodutivo. *Geositta poeciloptera* é uma ave Neotropical campestre ameaçada de extinção que faz seus ninhos em cavidades no solo, mas que possui sua biologia reprodutiva ainda pouco conhecida. Este estudo objetiva descrever os sítios de nidificação da espécie e verificar quais fatores influenciam em seu sucesso reprodutivo. Foram coletados dados de (1) profundidade da cavidade do ninho; (2) altura e largura do orifício de entrada da cavidade (o que permitiu o cálculo da área do orifício de entrada da cavidade); (3) distância da base do barranco até a entrada da cavidade do ninho; e (4) orientação da direção da cavidade do ninho. O estudo foi conduzido nos Campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, durante os anos de 2014 a 2015. Foi utilizado o programa Mark para as análises de sucesso reprodutivo. Um total de 81 ninhos ativos foram encontrados. As características dos ninhos (cm) para cada variável (média±desvio padrão) foram, respectivamente: (1) 41,7±8,2; (2) 8,3±2,1 x 8,5±1,7; e (3) 73,1±34,1. A direção dos ninhos se mostrou aleatória com ninhos voltados para todas as direções. A taxa de sobrevivência diária (TSD) foi de 0,984 e a probabilidade dos ninhos sobreviverem individualmente por um ciclo completo foi de 0,59. A predação foi a maior causa de perda de ninhos e a área da cavidade foi o principal fator de influência na TSD da espécie. O estudo mostrou que as características dos sítios de nidificação influenciam decisivamente no sucesso reprodutivo de *G. poeciloptera*, interferindo positiva ou negativamente na sobrevivência dos ninhos. Este trabalho é o primeiro acerca da biologia reprodutiva de uma espécie da família Scleruridae, fornecendo informações importantes sobre as aves campestres Neotropicais, especialmente as escavadoras de solo.

Palavras-chave: aves campestres, Neotrópicos, sobrevivência de ninhos.

CHAPTER 2 - Characterization of nests and reproductive success of Campo Miner *Geositta poecilopecta*

ABSTRACT

Characteristics of bird nests can provide important clues about the factors that influence their reproductive success. Campo Miner *Geositta poecilopecta* is a threatened Neotropical grassland bird that breeds in cavities excavated in dirt banks, but its reproductive biology is still poorly known. This study aims to describe the nesting sites of the specie and to verify which factors influence their reproductive success. The study was conducted in the Upper Rio Grande Grasslands, southern Minas Gerais, in 2015 and 2016. We measured the following nest attributes: (1) tunnel depth; (2) height and width of the entrance hole; (3) distance from the entrance hole to the base of the dirt bank; and (4) orientation of the entrance of the cavity hole. We then verified which of these variables affected the reproductive success of the species using the Mark program with the nests survival approach. We found 81 active nests, which presented, respectively, the following measurements (cm) for each variable (mean $\pm$ standard deviation): (1) 41.7 ± 8.2 ; (2) $8.3 \pm 2.1 \times 8.5 \pm 1.7$; and (3) 73.1 ± 34.1 . The direction of the nests was random, with nests facing all directions. The daily survival rate (DSR) was 0.984 and individual nests had a probability of 0.59 of surviving for a complete cycle. Predation was the major cause of nest loss and the area of the entrance hole was the main variable influencing the DSR of the species. The study showed that the characteristics of the nesting site influence decisively the reproductive success of *G. poecilopecta*, interfering positively or negatively in the survival of the nests. This is the first thorough study about the breeding biology of a Scleruridae species, and provides the bases for future studies and, especially, for the development of conservation and management strategies for the species and other tropical grassland birds, especially the soil excavators.

Keywords: grassland birds, Neotropics, nests survival.

2. Introdução

As características dos ninhos são de fundamental importância para o sucesso reprodutivo das aves, fornecendo abrigo e protegendo os filhotes, evitando a predação (Collias & Collias, 1984; Hansell, 2000). A predação representa a maior causa de fracasso reprodutivo, sendo particularmente influenciada pelas características dos sítios de nidificação e tipo do ninho, incluindo, por exemplo, a densidade da vegetação, altura ao qual se encontram os ninhos e tamanho dos ninhos (Ricklefs, 1969; Nilsson, 1984; Møller, 1989; Li & Martin, 1991; Martin 1993; Hansell, 2000).

O conhecimento sobre a reprodução das aves é ainda muito escasso, sobretudo na região Neotropical (Marini, et al. 2010), mas esse panorama vem mudando rapidamente com vários estudos em diferentes fitofisionomias, incluindo no Cerrado brasileiro (e.g. Lopes & Marini 2005; Marini et al. 2012; Gressler & Marini, 2015). Entretanto, a biologia das aves que escavam cavidades para sua nidificação é bem menos conhecida, especialmente no tocante às características que levam à seleção dos sítios de nidificação e sucesso reprodutivo, pois seus ninhos são inconspícuos e difíceis de serem inspecionados. Tal constatação é preocupante, pois muitas aves que escavam cavidades são espécies-chave na comunidade, contribuindo para a nidificação de várias outras espécies que se reproduzem exclusivamente em cavidades escavadas pré-existentes (Brush, 1983; Aitken & Martin, 2007).

O andarilho *Geositta poecilopectra* é um passeriforme campestre de hábitos terrícolas, raro e de distribuição local, sendo endêmica do Cerrado (Remsen, 2003; Ridgely & Tudor, 2009; Lopes et al. 2010;). Conhecida por construir seus ninhos em cavidades no solo (Silva, 2015), a espécie aparenta ser muito exigente na seleção dos sítios de nidificação, principalmente no que diz respeito às características de solo (ver capítulo 1). Categorizada como Vulnerável em nível global e Em Perigo em nível nacional devido principalmente à perda do seu habitat (Birdlife international, 2012; MMA, 2014), a espécie também corre grande risco de extinção devido às mudanças climáticas (Marini et al. 2009).

Este estudo objetiva caracterizar os sítios de nidificação e avaliar o sucesso reprodutivo da espécie, identificando as possíveis variáveis ambientais envolvidas na sobrevivência dos seus ninhos. Pretende-se assim contribuir com esforços para conservação e manejo de *G. poeciloptera*, bem como lançar as bases para o estudo da ecologia das 17 espécies de Scleruridae (Dickinson & Christidis, 2014), família esta que não possui nenhum de seus membros estudados em detalhes (Remsen, 2003).

2.1 Material e métodos

Área de estudo

Ver capítulo 1.

Coleta de dados

O estudo foi conduzido entre os meses de agosto a dezembro das estações reprodutivas de 2014, 2015 e 2016, com alguns poucos ninhos (n= 2) com seu ciclo se estendendo até janeiro do ano seguinte na estação de 2014. A procura por ninhos se deu através de buscas sistemáticas pela área, observação dos adultos construindo seus ninhos ou alimentando seus filhotes, e busca ao longo das estradas, pois a espécie frequentemente faz ninhos ao longo dos barrancos que as margeiam (Peixoto, 2014, Silva, 2015). As coordenadas geográficas de cada ninho foram registradas com um aparelho GPS para futuras vistorias.

Com o auxílio de fita métrica e trena, todas as cavidades de nidificação encontradas foram medidas quanto a: (1) profundidade da cavidade; (2) altura e largura do orifício de entrada da cavidade (o que permitiu calcular a área de abertura do orifício); e (3) distância da base do barranco até a entrada da cavidade. A área do orifício de entrada da cavidade foi estimada a partir da fórmula $A = \pi \times r_1 \times r_2$, onde r_1 e r_2 são os raios da altura e largura da cavidade respectivamente. Para os ninhos de 2015 e 2016, também foram coletados com o auxílio de uma bússola, dados da direção de

orientação da entrada da cavidade do ninho.

Monitoramento dos ninhos

O monitoramento dos ninhos foi feito com o auxílio de uma câmera de inspeção (boroscópio) em intervalos de dois a quatro dias (Anexos), sendo intensificadas as visitas aos ninhos em períodos de eclosão dos ovos ou saída dos filhotes dos ninhos, para garantir, respectivamente, maior precisão nas estimativas dos períodos de incubação e fase de ninhegos (Marini et al. 2010). O acompanhamento dos ninhos se deu a partir de seu encontro até sua inatividade. A cada inspeção, dados como conteúdo (número de ovos e/ou ninhegos) e situação dos ninhos (sem alterações/predado/abandonado/bem sucedido) eram anotados (Marini et al. 2010).

Foi considerado bem-sucedido o ninho onde ao menos um filhote o deixou, predado aquele em que seu conteúdo desapareceu, independente da observação de danos ao ninho, e abandonado aquele onde os adultos não foram vistos por mais de cinco dias consecutivos (Mayfield, 1961; 1975). Ovos de ninhos abandonados foram coletados e depositados na Coleção Ornitológica Marcelo Bagno da Universidade de Brasília (COMB).

Para verificar os fatores que influenciam no sucesso reprodutivo da espécie, todas as medidas dos ninhos relatadas acima foram inclusas nas análises, exceto a direção dos ninhos, pois além desta não ter sido aferida para o ano de 2014, testes subsequentes indicaram aleatoriedade na escolha da direção. Apesar desta ser uma espécie exigente quanto ao substrato utilizado para a escavação do seu ninho (ver capítulo 1), esta variável não foi utilizada nas análises devido ao fato de que poucos ninhos ($n=8$) se localizavam em horizontes com textura diferente ao do horizonte C. A idade do ninho também foi estimada a partir de cálculos retroativos de acordo com a data de encontro dos ninhos.

Análise dos dados

Para testar se as escolhas da direção de construção dos ninhos são aleatórias ou não, foi realizado uma análise de estatística circular usando o teste de Rayleigh (Batschelet, 1981), utilizando o programa R Development Core Team (2011).

Para estimar o sucesso reprodutivo, foi calculado o sucesso aparente apenas para fins comparativos com a literatura antiga. Foi utilizado também o programa Mark (White & Burnham, 1999) adotando a abordagem de sobrevivência de ninhos (Rotella et al., 2004) utilizando o Critério de Informação de Akaike corrigido para amostras pequenas (AICc). Calculou-se de forma contínua os dias do período reprodutivo de acordo com a data de encontro do primeiro ninho ativo até o dia em que o último ninho se tornou inativo (Dinsmore & Dinsmore, 2007). A taxa de sobrevivência diária (TSD) dos ninhos foi calculada e a partir dela a probabilidade de sobrevivência de cada ninho foi estimada como sendo TSD^t , onde "t" é a duração do ciclo do ninho desde a postura até a saída dos filhotes do ninho (Rotella et. al. 2016).

Para rodar os modelos no programa Mark, foram realizadas duas etapas: (1) foram criados os 3 modelos básicos (constante, linear e quadrático), sendo que o modelo constante (nulo), assume que a probabilidade de sobrevivência dos ninhos é a mesma durante toda estação reprodutiva, similar ao método de Mayfield (1961; 1975), já os modelos lineares e quadráticos incluem variações temporais (Dinsmore et al. 2002); (2) tendo como base o modelo de melhor ajuste ($< \Delta AICc$) foram então inclusas as covariáveis medidas gerando diversos modelos com todas as combinações possíveis.

2.2 Resultados

Características dos ninhos

Um total de 81 ninhos ativos foi encontrado, sendo 36 no ano de 2014, 25 no ano de 2015 e 20 no ano de 2016. Só foi possível realizar as medidas para 70 ninhos, pois alguns deles (n= 11) se encontravam em locais de difícil

acesso tornando inviável extrair suas medidas e seu monitoramento. Dois destes ninhos não foram incluídos na caracterização, pois suas características morfológicas sugerem que eles foram escavados pelo pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*), muito comum na área de estudo. As variáveis medidas para cada ninho estão apresentadas na tabela 1 e a posição que cada ninho ocupa proporcionalmente no barranco está representado na figura 1.

Tabela 1. Medidas das 68 cavidades com ninhos de *G. poeciloptera* encontradas nos Campos do Alto Rio Grande, município de São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil.

Variável (cm)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Profundidade	41,7	8,2	29,5	64,0
Altura do orifício de entrada da cavidade do ninho	8,3	2,1	4,5	14,0
Largura do orifício de entrada da cavidade do ninho	8,5	1,7	6	13,0
Área do orifício de entrada da cavidade do ninho*	57,2	22,6	22,9	122,4
Distância da entrada do ninho até a base do barranco	73,1	34,1	25	198,0

* A área do orifício de entrada da cavidade é dada em cm²

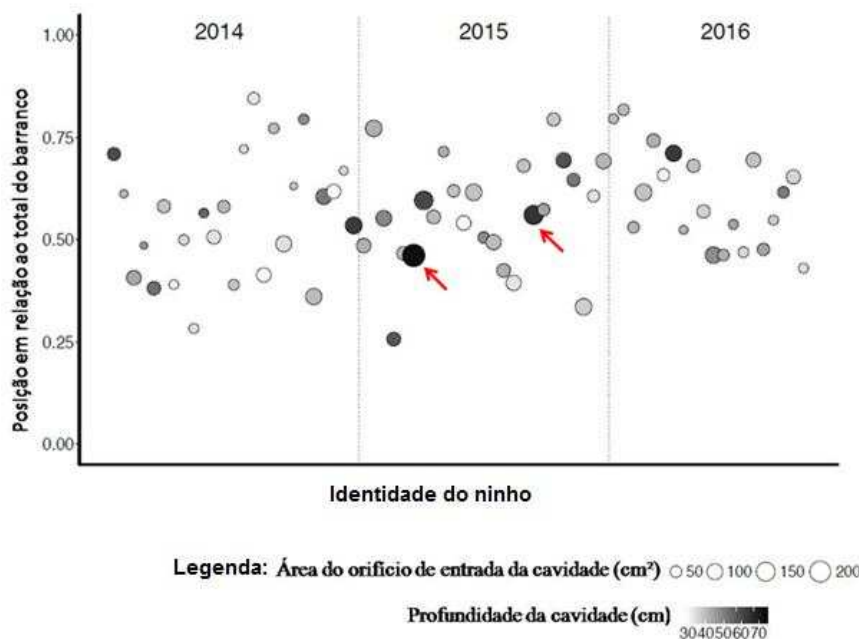


Figura 1. Posição que cada uma das cavidades com ninho de *G. poecilopecta* ocupa em relação à altura total do barranco, tendo como base 68 ninhos construídos e 2 cavidades ocupadas (setas vermelhas) nos Campos dos Alto Rio Grande, Minas Gerais.

A orientação dos ninhos aferida nos anos de 2015 e 2016 ($n = 45$) se mostrou aleatória, não havendo preferência significativa por uma direção específica ($r = 0,056$, $p = 0,86$) (fig. 2).

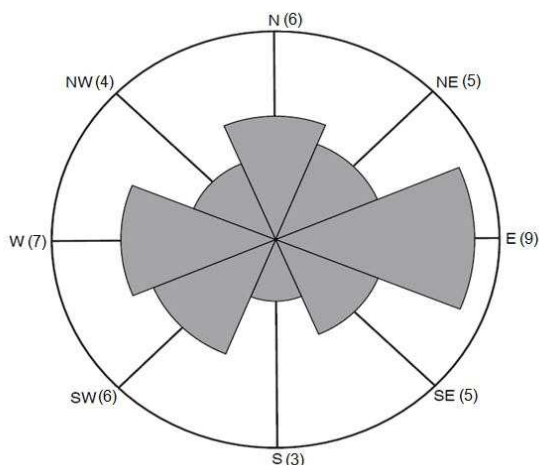


Figura 2. Orientação da direção da entrada da cavidade dos 45 ninhos de *G. poecilopectera* e valores encontrados para cada direção nos anos de 2015 e 2016 nos Campos do Alto Rio Grande, Minas Gerais.

Sucesso reprodutivo

O primeiro ninho ativo foi encontrado no dia 18 de agosto e o último ninho se tornou inativo em 12 de janeiro, totalizando 148 dias de período reprodutivo quando consideradas em conjunto as três estações. O período de incubação e ninhego se estendeu por 32 dias em média, sendo $17,5 \pm 1,9$ dias (variando de 15–20 dias, $n = 37$) o período de incubação e $15,5 \pm 1,5$ dias (variando de 15–19 dias, $n = 43$) o período de ninhego. O tamanho mais comum da ninhada foi de três ovos ($n = 66$), porém foram encontrados alguns ninhos contendo um ($n = 1$), dois ($n = 12$) e quatro ovos ($n = 2$).

A maior concentração de ninhos ativos se deu a partir do décimo dia de setembro e se estendeu até o início de outubro para todos os anos, declinando gradativamente a partir de então (fig. 3).

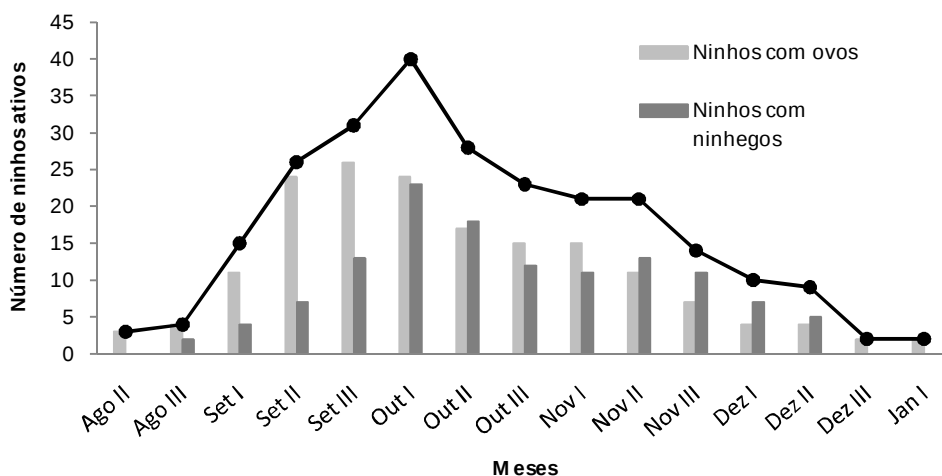


Figura 3. Número de ninhos ativos encontrados de *G. poecilopectera* durante as estações de 2014, 2015 e 2016 nos Campos do Alto Rio Grande. Cada mês foi dividido em três períodos de dez dias.

O sucesso aparente para as três estações foi de 63%, já para cada ano isolado foi de 60% em 2014, 56% em 2015 e 80% em 2016. A predação foi a principal causa de fracasso dos ninhos, com 21,4% ($n= 15$) dos ninhos predados, seguidos pelo abandono de ninho com 11,4% ($n= 8$). O comprimento médio dos ovos coletados dos ninhos abandonados foi de $20,5 \pm 0,7$ mm (variando entre 19,5–22,0 mm, $n= 10$) e largura média de $16,8 \pm 0,5$ mm (15,9–17,5 mm, $n= 10$). As causas do abandono de ninho parecem estar diretamente ligadas ao não desenvolvimento do embrião, uma vez que todos os ovos coletados nos ninhos abandonados durante as três estações estavam desidratados e com embrião não desenvolvido (obs. pess.). Outros fatores responsáveis pela perda dos ninhos foram a usurpação da cavidade por outras espécies de aves (2,8% dos ninhos, $n= 2$) e a morte do ninhego por motivo desconhecido (1,4%, $n= 1$). A usurpação de ninhos por outras espécies de aves (*Alopochelidon fucata* e *Stelgidopteryx ruficollis*), apesar de ter sido baixa para ninhos ativos, ocorreu em um grande número de ninhos em fase final de construção ($n= 13$) durante as três estações reprodutivas.

De acordo com as análises no programa Mark, a taxa de sobrevivência diária calculada para cada ano individualmente foi de 0,982 em 2014; 0,974

em 2015; e 0,992 em 2016 e a probabilidade dos ninhos sobreviverem individualmente por um ciclo completo (32 dias) para cada ano foi de 0,55; 0,43; e 0,77 respectivamente. Quando consideradas em conjunto as três estações reprodutivas, a taxa de sobrevivência diária foi de 0,984 e a probabilidade de sobrevivência individual de cada ninho foi de 0,59.

O modelo com tendência temporal linear foi o mais parcimonioso em relação aos outros dois modelos (nulo e quadrático) com 42% de poder explicativo segundo o peso de Akaike, indicando que a taxa de sobrevivência diária diminui ao longo da estação reprodutiva. Os modelos nulo e quadrático também se mostraram bem suportados com, respectivamente $\Delta AICc = 0,1723$ e $\Delta AICc = 1,5430$ e com poder explicativo de 38,5% e 19% (Tabela 2).

Dentre os modelos de TSD onde foram testadas as covariáveis, o mais parcimonioso inclui as covariáveis de altura da base do barranco até a entrada da cavidade do ninho e área de entrada da cavidade do ninho, apresentando 37% de poder explicativo. O segundo melhor modelo inclui também a idade do ninho, entretanto, esta covariável possui baixo poder explicativo, pois seu intervalo de confiança (95%) inclui o zero ($\beta_{idade} = 0,007$, Erro Padrão (EP) = 0,007, 95% Intervalo de Confiança (IC): -0,007; 0,022), tendo 21% de poder explicativo. O restante dos modelos não foram bem suportados, apresentando $\Delta AICc > 2$ (Tabela 2).

A área do orifício de entrada da cavidade influenciou negativamente a TDS ($\beta_{\text{ÁreaCav}} = -0,025$, EP = 0,007; 95% IC: -0,039; -0,011), indicando que quanto maior a área de abertura da cavidade, menor a possibilidade de sobrevivência diária do ninho (fig. 4). Já a altura da base do barranco até a entrada da cavidade do ninho, teve uma influência positiva na TSD ($\beta_{\text{AltBase}} = 0,014$, EP = 0,006; 95% IC: 0,769; 0,028), sendo assim, quanto mais alto o ninho se encontra, maior a possibilidade de sobrevivência diária.

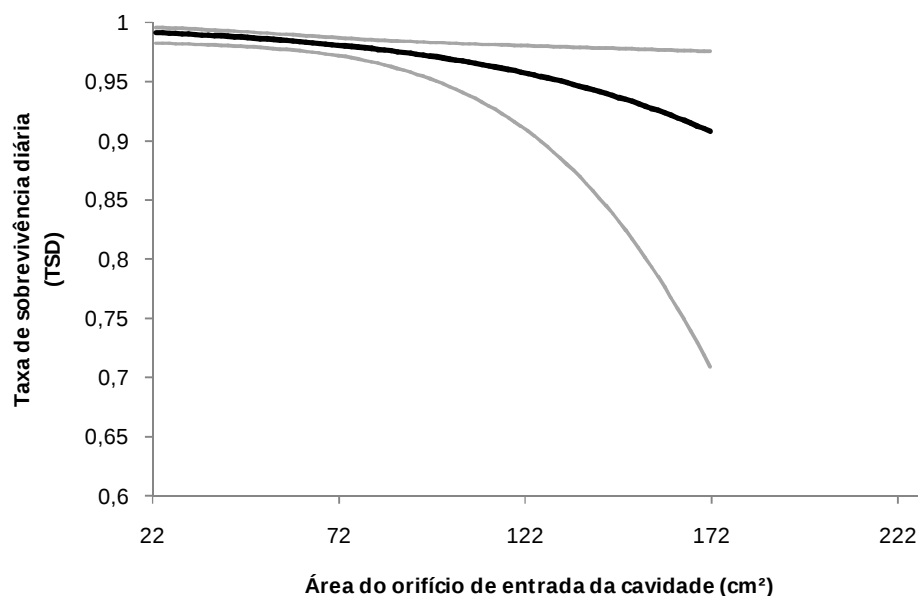


Figura 4. Taxa de sobrevivência diária (TSD) de ninhos de *G. poecilopecta* de acordo com a área do orifício de entrada da cavidade. Valores estimados a partir de 70 ninhos estudados no município de São João del-Rei, Minas Gerais. As linhas em cinza representam os intervalos de confiança.

Tabela 2. Resultados das três etapas dos modelos gerados pelo programa Mark que mostram a taxa de sobrevivência diária dos 70 ninhos de *G. poecilopecta* nos Campos do Alto Rio Grande.

Modelo	AICc	$\Delta AICc$	w_i	K	Desvio
Primeira etapa					
$S_{(T)}$	215,4140	0,0000	0,42021	2	211,4062
$S_{(.)}$	215,5863	0,1723	0,38552	1	213,5837
$S_{(TT)}$	216,9570	1,5430	0,19427	3	210,9415
Segunda etapa					
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{ÁreaCav})}$	205,5398	0,0000	0,37314	4	197,5138
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{ÁreaCav} + \text{Idade})}$	206,6759	1,1361	0,21143	5	196,6369
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{ÁreaCav} + \text{ProfCav})}$	207,5513	2,0115	0,13648	5	197,5123
$S_{(T + \text{ÁreaCav})}$	208,3989	2,8591	0,08934	3	202,3833
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{ÁreaCav} + \text{ProfCav} + \text{Idade})}$	208,6905	3,1507	0,07722	6	196,6358
$S_{(T + \text{ÁreaCav} + \text{Idade})}$	210,2016	4,6618	0,03627	4	202,1756

Modelo	AICc	$\Delta AICc$	w_i	K	Desvio
$S_{(T + \text{ÁreaCav} + \text{ProfCav})}$	210,3323	4,7925	0,03398	4	202,3063
$S_{(T + \text{ÁreaCav} + \text{ProfCav} + \text{Idade})}$	212,1076	6,5678	0,01399	5	202,0686
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{Idade})}$	213,8435	8,3037	0,00587	4	205,8175
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{ProfCav})}$	214,0575	8,5177	0,00528	4	206,0315
$S_{(T + \text{AltBase})}$	214,2845	8,7447	0,00471	3	208,2689
$S_{(T + \text{AltBase} + \text{ProfCav} + \text{Idade})}$	214,4521	8,9123	0,00433	5	204,4131
$S_{(T)}$	215,4140	9,8742	0,00268	2	211,4062
$S_{(T + \text{Idade})}$	215,6057	10,0659	0,00243	3	209,5901
$S_{(T + \text{ProfCav})}$	216,3229	10,7831	0,00170	3	210,3073
$S_{(T + \text{ProfCav} + \text{Idade})}$	217,0951	11,5553	0,00116	4	209,0691

AICc = Critério de informação de Akaike; w_i = Peso de Akaike; K = número de parâmetros dos modelos; (.) = Modelo nulo; $(_T)$ = Tendência temporal linear; $(_{TT})$ = Tendência temporal quadrática; AltBase = Altura da base do barranco até a entrada da cavidade; ÁreaCav = Área do orifício de entrada da cavidade; ProfCav = Profundidade da cavidade; Idade = Idade do ninho.

2.3 Discussão

O período reprodutivo de *G. poeciloptera* encontrado neste estudo coincide em grande parte com o período observado no oeste de Minas Gerais, onde a atividade reprodutiva se estendeu de julho a dezembro (Silva e Silva, 2005). Este período coincide também com o de grande parte de seus congêneres, que também se reproduzem durante a primavera austral, com alguns se estendendo até o início do próximo ano (Fjeldså & Krabbe, 1990; Remsen, 2003).

A maioria dos ninhos encontrados foram escavados em barrancos em beiras de estrada, com alguns em voçorocas, tocas de animais, ou mesmo em um pequeno buraco de mineração. Silva e Silva (2005) encontrou ninhos em locais similares, tendo também observado ninhos em cupinzeiros, embora seja provável que os ninhos em cupinzeiros tenham sido escavados por outra espécie de ave.

O presente estudo é o primeiro a avaliar em detalhes as características

de um grande número de ninhos de um representante de Scleruridae, família esta muito mal estudada e cujos ninhos eram conhecidos apenas a partir de breves relatos das características dos barrancos e dos materiais utilizados para forrar a cavidade (Goeldi, 1896; Skutch, 1969; Narosky et al., 1983; Salvador et al., 1984; Fraga & Narosky, 1985; De la Peña, 1987; Denton & Blue-Smith, 2000; Remsen, 2003; Salvador & Salvador, 2012). Até onde se sabe, todas as espécies de *Geositta* e *Sclerurus*, únicos dois gêneros de Scleruridae, constroem seus ninhos no interior de cavidades escavadas no solo (Skutch, 1969; Narosky et al., 1983; Fraga & Narosky, 1985; De la Peña, 1987; Collias, 1997; Remsen 2003), apresentando ninhos com dimensões semelhantes às medidas nos ninhos de *G. poeciloptera*, o que demonstra que a família apresenta características similares para a construção dos ninhos.

A direção de orientação da entrada da cavidade do ninho parece não ser um fator determinante na seleção dos sítios de nidificação. Diversas outras espécies de aves, tanto de zonas temperadas como de zonas tropicais, também não exibem preferência com relação à orientação da cavidade, e a seleção do sítio de nidificação parece depender de outros fatores, tais como a cobertura de vegetação e altura do sítio (e.g. Stauffer & Best, 1982; Kerpez & Smith, 1990; Souza & Santos, 2007). Por outro lado, algumas aves de zonas temperadas do hemisfério norte constroem cavidade voltadas para sul, leste e sudeste, direções estas que recebem maior incidência de sol durante o dia, possivelmente diminuindo gastos de energia durante a incubação (Dennis, 1969; Reller, 1972; Ardia et al, 2006; Aitken & Martin, 2007). Para algumas aves do hemisfério sul, a escolha da orientação dos ninhos se inverte, como para *Myiopsitta monachus* (caturrita), que prefere suas cavidades voltadas para norte e noroeste, evitando os ventos frios do sul (Burger & Gochfeld, 2005).

A maioria dos estudos sobre sucesso reprodutivo em aves também aponta a predação como principal fator de influência, tanto para ninhos abertos como para ninhos em cavidade (Ricklefs, 1969; Li & Martin, 1991; Martin, 1993; Miller, 2002, Seixas & Mourão, 2002; Chiarani & Fontana, 2015; Cockle et al., 2015). Durante o presente estudo e o de Silva (2015) foram observados potenciais predadores rondando os ninhos, tais como

micos (*Callithrix penicillata*), quatis (*Nasua nasua*), gatos domésticos e teiús (*Salvator merianae*). Em nenhuma ocasião foi possível determinar o responsável por um evento de predação, nem mesmo pela análise de evidências indiretas (Anexos). Embora o tamanho da abertura da cavidade possa impedir que tais predadores acessem o conteúdo no fundo dos ninhos, o fato dos ninhegos crescidos esperarem os adultos na entrada da cavidade pode facilitar a predação (Silva, 2015). Serpentes podem facilmente acessar o interior da cavidade, como confirmado pela observação de uma falsa coral (*Oxyrhopus rhombifer*) dentro de uma cavidade ainda em construção (Anexos). Porém, uma vez que inexistem registros de ovos ou aves em sua dieta (Gaiarsa et al. 2013), supõe-se que a cavidade estivesse sendo utilizada apenas como toca pela serpente, pois o animal permaneceu no local por cinco dias.

A usurpação de ninhos por outras espécies é uma causa bem conhecida de insucesso reprodutivo entre aves escavadoras (Lindell, 1996; Hansell, 2000), fato evidenciado pelo alto número de ninhos em construção (n= 13) que foram invadidos por espécies competidoras. Andorinhas são usurpadoras comuns de ninhos de Passeriformes que nidificam em cavidades (Sick, 1997; Botero-Delgadillo et al., 2015), já tendo sido relatada a usurpação de ninhos de curriqueiro (*G. cunicularia*) pela andorinha-pequena-de-casa (*Pygochelidon cyanoleuca*) na Argentina (Pereira, 1937). A usurpação de cavidades pode ser a única possibilidade de obtenção de abrigo e local de nidificação por espécies que não são capazes de escavar suas próprias cavidades.

Apesar de não existirem estudos abordando o sucesso reprodutivo de outras espécies de Scleruridae, o sucesso reprodutivo de *G. poeciloptera* calculado no programa Mark se mostrou elevado se comparado ao de outros Passeriformes Neotropicais campestres, tais como *Emberizoides ypiranganus* (35%, Chiarani & Fontana, 2015), *Sicalis citrina* (23%, Gressler & Marini, 2015) e *Sporophila beltoni* (20%, Repenning & Fontana, 2016). O sucesso aparente também se mostra elevado em relação aos valores normalmente observados para Passeriformes campestres (Martin, 1995).

O tipo de ninho de *Geositta* é provavelmente o principal responsável pelo sucesso reprodutivo relativamente alto da espécie, pois ninhos em

cavidades são melhor protegidos contra a predação (Lack, 1948). Martin (1995), por exemplo, demonstrou que o sucesso reprodutivo de aves florestais escavadoras é muito maior (81%) do que o de outras espécies que fazem outros tipos de ninhos em diferentes locais ($> 50\%$). O fato de *G. poecilopecta* geralmente construir uma nova cavidade a cada tentativa reprodutiva também pode ser um fator importante para o seu elevado sucesso reprodutivo, pois a reutilização de cavidades pode fornecer pistas para predadores de ninhos e usurpadores de cavidade (Miller, 2002).

A área de abertura da cavidade revelou ser um importante fator na sobrevivência de ninhos de *G. poecilopecta*, sendo que quanto menor a área, maior a possibilidade de sucesso, o que vai de acordo com estudos onde esta medida foi aferida. Isto é notavelmente visível, uma vez que a espécie utilizou de duas cavidades não construídas por ela, que apresentavam áreas de entrada muito maiores (197 e 131 cm²) e que tiveram seus ovos predados. Robertson & Rendell (1990) mostram que, ao se comparar ninhos artificiais com ninhos naturais, a abertura menor das caixas resultou em maior sucesso dos ninhos, sendo que a abertura maior dos ninhos naturais permitiu maior acesso de usurpadores de ninho. Cockle et al. (2015) mostram que ninhos de aves de pequeno porte (≤ 130 g) têm maior possibilidade de sobrevivência em cavidades com diâmetro de abertura menor.

A altura da base do barranco até a entrada da cavidade vai de acordo com o esperado, uma vez que ninhos mais altos tiveram maior possibilidade de sobrevivência, assim como demonstrado por diversos estudos (e.g. Nilsson, 1984; Rendell e Robertson, 1989; Robertson & Rendell, 1990; Li & Martin, 1991; Cockle et al. 2015), pois dificultam o acesso de predadores à cavidade.

2.4 Conclusão

O tipo de ninho em cavidades no solo construído pela espécie influencia decisivamente no seu elevado sucesso reprodutivo, pois as características de construção da cavidade dificultam o acesso ao conteúdo do ninho por

predadores. O sucesso reprodutivo da espécie se mostrou elevado se comparado ao de outros Passeriformes campestres Neotropicais, não devendo, portanto, ser considerado como um critério adicional de ameaça à espécie, que segue ameaçada principalmente pela perda de habitat (IUCN 2016).

Caso um baixo sucesso reprodutivo seja identificado em alguma localidade de ocorrência da espécie, a escavação de cavidade artificiais deve ser avaliada para suprir locais de nidificação para andorinhas usurpadoras de ninho, diminuindo os riscos de perda. Tal medida não deve ser considerada para *G. poeciloptera*, pois a espécie tem preferência pela escavação dos próprios ninhos.

Referências

- Aitken, K. E. H.; Martin, K. 2007. The importance of excavators in hole-nesting communities: availability and use of natural tree holes in old mixed forests of western Canada. **J Ornithol** 148: 425-434.
- Ardia, D. R.; Pérez, J. H.; Clotfelter, E. D. 2006. Nest box orientation affects internal temperature and nest site selection by Tree Swallows. **J Field Ornithol** 77:339- 344
- Batschelet, E. 1981. **Circular statistics in biology**. Academic Press, Nova York, 371 p.
- Birdlife International. 2012. *Geositta poeciloptera*, Campo Miner. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22701974A38084668.en>> acesso em 05 de maio de 2016.
- Botero-Delgadillo, E.; Poblete, Y.; Vásquez, R. A. 2015. Nestling mortality as a consequence of interspecific competition between secondary cavity nesters in the sub-Antarctic forests of Chile. **Wilson J Ornithol** 127: 131-134.
- Brush, T. 1983. Cavity use by secondary cavity-nesting birds and response to manipulations. **Condor** 85: 461-466.
- Burger, J.; Gochfeld, M. 2005. Nesting behavior and nest site selection in Monk Parakeets (*Myiopsitta monachus*) in the Pantanal of Brazil. **Acta**

Ethol 8: 23-34

Collias, N. E. 1997. On the origin and evolution of nest building by passerine birds. **Condor** 99: 253-270.

Collias, N. E.; Collias, E. C. 1984. **Nest building and bird behavior**. Princeton Legacy Library, Nova Jersey, 358 p.

Chiarani, E.; Fontana, C. S. 2015. Breeding biology of the Lesser Grass-finch (*Emberizoides ypiranganus*) in southern Brazilian upland grasslands. **Wilson J Ornithol** 127: 441-456.

Cockle, K. L.; Bodrati, A.; Lammertink, M.; Martin, K. 2015. Cavity characteristics, but not habitat, influence nest survival of cavity-nesting birds along a gradient of human impact in the subtropical Atlantic Forest. **Biol Conserv** 184 193-200.

De la Peña, M. R. 1987. **Nidos y huevos de las aves argentinas**. Publicado pelo autor, Santa Fe, 273 p.

Dennis, J. V. 1969. The Yellow-shafted Flicker (*Colaptes auratus*) on Nantucket Island, Massachusetts. **Bird-Banding** 40: 290-308

Denton, M. D; Blue-Smith, J. R. 2000. Nest and breeding behavior of the Black-tailed Leaf-tosser *Sclerurus caudacutus* (Furnariidae). **Ornitol Neotrop** 11: 173-175.

Dickinson, E.C.; Christidis, L. 2014 **The Howard and Moore complete checklist of the birds of the World**, 4^a ed., vol. 2, Passerines. Aves Press, Eastbourne, lli + 752 pp.

Dinsmore, S. J.; Dinsmore J. J. 2007. Modeling avian nest survival in program MARK. **Stud Avian Biol** 34:73-83.

Dinsmore, S. J; White, G. C; Knopf, F. L. 2002. Advanced techniques for modeling avian nest survival. **Ecology** 83:3476-3488.

Fjeldså, J.; N. Krabbe. 1990. **Birds of the High Andes**. Zoological Museum, University of Copenhagen. Copenhagen, 876 p.

Fraga, R.; Narosky, S. 1985. **Nidificación de las aves Argentinas (Formicariidae a Cinclidae)**. Asociación Ornitológica del Plata. Buenos Aires, 99 p.

- Gaiarsa, M. P.; Alencar, L. R. V.; Martins, M. 2013. Natural History of Pseudoboine Snakes. **Pap Avulsos Zool** 53: 261-283.
- Gressler, D. T.; Marini, M. Â. 2015. Striped-tailed Yellow-finch nesting success in abandoned mining pits from central Brazilian cerrado. **Braz J Biol** 75: 191-197.
- Goeldi, E. A. 1896. On the nesting of *Nyctibius jamaicensis* and *Sclerurus umbretta*. **Ibis** 7: 299-309
- Hansell, M. 2000. **Bird nests and construction behavior**. Cambridge University Press, Cambridge, 296 p.
- Kerpez, T. A.; Smith, N. S. 1990. Nest-site selection and nest-cavity characteristics of Gila Woodpeckers and Northern Flickers. **Condor** 92: 193-198.
- Lack, D., 1948. The significance of clutch size. Part III. – some interspecific comparisons. **Ibis** 90: 25-45.
- Li, P.; Martin, T. E. 1991. Nest-site selection and nesting success of cavity-nesting birds in high elevation forest drainages. **Auk** 108: 405-418.
- Lindell, C. 1996. Patterns of nest usurpation: when should species converge on nest niches? **Condor** 98: 464-473
- Lopes, L. E.; Marini, M. Â. 2005. Biologia reprodutiva de *Suiriri affinis* e *S. islerorum* (Aves: Tyrannidae) no Cerrado brasileiro. **Pap Avulsos Zool** 45: 127-41.
- Lopes, L. E.; Malacco, G. B.; Alteff, E. F.; Vasconcelos, M. F.; Hoffmann, D.; Silveira, L. F. 2010. Range extensions and conservation of some threatened or little known Brazilian grassland birds. **Bird Conserv Int** 20: 84-94.
- Marini, M. A; Barbet-Massin, M; Lopes, L. E.; Jiguet, F. 2009. Predicted climate- driven bird distribution changes and forecasted conservation conflicts in a Neotropical savanna. **Conserv Biol** 23: 1558-1567.
- Marini, M. Â.; Duca, C.; Manica, L. T. 2010. Técnicas de pesquisa em biologia reprodutiva de aves. In: Von Matter, S.; Straube, F. C.; Accordi, I.; Piacentini, V.; Cândido-Jr., J. F. (eds). **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. Technical Books Editora, Rio de Janeiro, p 295-312.
- Marini, M. Â.; Rodrigues, S. S.; Silveira, M. B.; Greeney, H. F. 2012.

- Reproductive biology of *Synallaxis albens* (Aves: Furnariidae) in the cerrado of central Brazil. **Biota Neotrop** 12:266-269.
- Martin, T. E. 1993. Nest predation and nest sites. **Bioscience** 43: 523-532.
- Martin, T. E. 1995. Avian life history evolution in relation to nest site, nest predation and food. **Ecol Monogr** 65:101-127.
- MMA. 2014. Portaria No. 444, de 17 de dezembro de 2014 - Lista Nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União-Seção 1**, 18 de dezembro de 2014: 121-126.
- Mayfield, H. 1961. Nesting success calculated from exposure. **Wilson Bull** 73:255-261.
- Mayfield, H. 1975. Suggestions for calculating nest success. **Wilson Bull** 87:456-467.
- Miller, K. E. 2002. Nesting success of Great Crested Flycatcher in nest boxes and in tree cavities: are nest boxes safer from nest predation? **Wilson Bull** 114: 179-185.
- Møller, A. P. 1989. Clutch size, nest predation and distribution of avian unequal competitors in a patchy environment. **Ecology** 72: 1336-1349.
- Narosky, S.; Fraga, R.; De la Peña, M. 1983. **Nidificación de las aves Argentinas (Dendrocolaptidae y Furnariidae)**. Asociación Ornitológica del Plata. Buenos Aires, 98 p.
- Nilsson, S. G. 1984. The evolution of nest-site selection among hole-nesting birds: The importance of nest predation and competition. **Ornis Scand** 15: 167-175.
- Peixoto, H. J. C. **Ecologia e conservação de aves campestres ameaçadas de extinção no sul de Minas Gerais, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 106 p.
- Pereira, J. A. 1937. Miscelânea ornitológica. **Hornero** 6: 437-449.
- R Development Core Team (2011). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Reller, A. W. 1972. Aspects of behavioral ecology of Red-headed and Red-bellied Woodpeckers. **Amer Midl Naturalist** 88: 270-290.

- Rendell, W.B.; Robertson, R.J. 1989. Nest-site characteristics, reproductive success and cavity availability for Tree Swallows breeding in natural cavities. **Condor** 91: 875-885.
- Remsen, J. V., Jr. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). In: Del Hoyo, J.; Elliott, A.; Sargatal, J. (eds). **Handbook of the Birds of the World**, Vol. 8, Broadbills to Tapaculos. Lynx Edicions, Barcelona, p. 162-357.
- Repenning, M.; Fontana, C. S. 2016 Breeding biology of the Tropeiro Seedeater. **Auk** 133: 484-496.
- Ricklefs, R.E., 1969. An analysis of nesting mortality in birds. **Smith Contrib Zool** 9: 1-48.
- Ridgely, R. S.; Tudor, G. 2009. **Field guide to the songbirds of South America: The Passerines**. University of Texas Press, Austin, 769 p.
- Robertson, R. J.; Rendell, W. B. 1990. A comparison of the breeding ecology of a secondary cavity nesting bird, the Tree Swallow (*Tachycineta bicolor*), in nest boxes and natural cavities. **Can J Zool** 68: 1046-1052
- Rotella, J. 2016. Nest survival models. In: Cooch, E. G; Whithe, G. C. (eds). **Program Mark: a gentle introduction**. 14^a ed. Disponível em <<http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>>
- Rotella, J. J.; Dinsmore, S. J.; Shaffer, T. L. 2004. Modeling nest survival data: a comparison of recently developed methods that can be implemented in Mark and SAS. **Anim Biodiv Conserv** 27: 187-205.
- Salvador, S. A.; Narosky, S.; Fraga, R. M. 1984. Descripción del nido y los huevos de la caminera pico largo (*Geositta tenuirostris*) (Aves: Furnariidae). **Hist Nat** 3: 224.
- Salvador, S. A.; Salvador, L. A. 2012. Reproducción de aves en pampa de Achala, Córdoba, Argentina. **Hist Nat** 2: 119-145.
- Seixas, G. H. F.; Mourão, G. M. 2002. Nesting success and hatching survival of the Blue-fronted Amazon (*Amazona aestiva*) in the pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. **J Field Ornithol** 73:399-409.
- Sick, H. 1997. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862 p.
- Silva e Silva, R. 2005. Biologia reprodutiva de *Geositta poecilopectera* (Passeriformes: Furnariidae) em Minas Gerais. In: Aleixo, A. (Ed) **XIII Congresso Brasileiro de Ornitologia - Resumos**. Museu Paraense

- Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém, pp. 28.
- Silva, T. L. S. **História natural de *Geositta poeciloptera* (Aves, Scleruridae) na região dos campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, Brasil.** 2015. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) - Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal, Florestal, 56 p.
- Skutch, A. F. 1969. Life histories of Central American birds III: Families Cotingidae, Pipridae, Formicariidae, Furnariidae, Dendrocolaptidae, and Picidae. **Pac Coast Avif** 35: 1-580.
- Souza, F. L.; Santos, C. A. 2007. Climate and nest opening orientation in *Furnarius rufus* (Furnariidae). **Iheringia, Sér Zool** 97:293-295.
- Stauffer, D. F.; Best, L. B. 1982. Nest-site selection by cavity-nesting birds of riparian habitats in Iowa. **Wilson Bull** 94: 329-337.
- White, G. C.; K. P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. **Bird Study** 46 (Supplement):120–138.

Conclusão Geral

Os estudos de longo prazo conduzidos com *G. poecilopectera* na área de estudo (Peixoto 2014, Silva 2015, Teixeira 2016, o presente estudo) têm demonstrado que a espécie é extremamente exigente quanto às características do hábitat, o que pode explicar, ao menos em parte, a raridade e distribuição pontual da espécie. As exigências de *G. poecilopectera* vão muito além de meras características do macroclima ou do tipo fitofisionômico do Cerrado, englobando também detalhes tais como a estrutura da vegetação (Peixoto 2014, Silva 2015), tempo desde o último incêndio (Teixeira 2016) e tipo de solo (Capítulo 1). A espécie prefere locais onde os solos são rasos e pouco desenvolvidos, o que favorece processos erosivos que expõem o horizonte C, o qual apresenta pouca formação de estrutura. Estes são os sítios de nidificação selecionados para a espécie, pois facilitam a escavação de seus ninhos, reduzindo o tempo e o gasto energético necessários. A construção de cavidades com características adequadas de tamanho e posicionamento no barranco influencia decisivamente no sucesso do ninho de um casal, evitando sua predação.

Apesar de *G. poecilopectera* estar sofrendo com uma marcada perda do seu hábitat ao longo de toda a sua área de distribuição (IUCN, 2015), a espécie pode estar sendo beneficiada pela ação antrópica na área de estudo. Isso porque a elevada frequência de incêndios provocados por pecuaristas tem aumentado localmente a disponibilidade de hábitat para a espécie (Teixeira, 2016), que prefere locais com cobertura de gramíneas baixa e rala (Peixoto, 2014, Silva, 2015). A abertura de estradas elevou consideravelmente a disponibilidade de sítios de nidificação para a espécie (capítulo 1), que até então só se reproduzia em ravinas naturais e em tocas de outros animais.

O presente estudo, além de fornecer dados que complementam o conhecimento da história natural de toda uma família ainda pouco conhecida, permite que esforços futuros para a conservação e manejo da espécie sejam aplicados de forma mais efetiva. Aberturas de barrancos em locais que forneçam ambientes adequados para a construção dos ninhos, além da confecção de ninhos artificiais para as espécies usurpadoras de

ninho, podem ser estratégias que venham a contribuir para um maior sucesso reprodutivo da espécie.

ANEXOS



Figura 1. Análises laboratoriais de granulometria do solo coletado em todos os ninhos de *G. poecilopecta* e barrancos com e sem cavidades.
Fotos: Ricardo Meireles.



Figura 2. Penetrômetro de campo usado para medir a resistência do solo à penetração. Foto: Ricardo Meireles.



Figura 3. Verificando o conteúdo do ninho com a câmera de inspeção (Boroscópio). Foto: J.P. Teixeira.



Figura 4. Falsa-coral (*Oxyrhopus rhombifer*) encontrada dentro de uma cavidade em construção. Foto: R. Meireles.



Figura 5. Ninho de *G. poeciloptera* predado com marcas de unhas no exterior da cavidade. Foto: Michelle Baptista.



Figura 6. Ovos de *G. poecilopectera* no ninho. Foto: R. Meireles.



Figura 7. Ovos predados de *G. poecilopectera*. Foto: R. Meireles.