

VITOR TORGA LOMBARDI

**VIVENDO NA LINHA DE FOGO: HISTÓRIA NATURAL  
DE *ANTHUS NATTERERI* (AVES: MOTACILLIDAE) NOS  
CAMPOS DO ALTO RIO GRANDE, SUL DE MINAS  
GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

FLORESTAL  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2017

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

T

L842v  
2017

Lombardi, Vitor Torga, 1987-  
Vivendo na linha de fogo: história natural de *Anthus nattereri* (Aves Motacillidae) nos Campos do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais, Brasil / Vitor Torga Lombardi. – Florestal, MG, 2017.

ix, 88f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Leonardo Esteves Lopes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Aves campestres. 2. Biologia reprodutiva. 3. Cerrado. 4. Território. 5. *Anthus nattereri*. I. Universidade Federal de Viçosa. Instituto Ciências Agrárias. Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. II. Título.

VITOR TORGA LOMBARDI

**VIVENDO NA LINHA DE FOGO: HISTÓRIA NATURAL  
DE *ANTHUS NATTERERI* (AVES: MOTACILLIDAE) NOS  
CAMPOS DO ALTO RIO GRANDE, SUL DE MINAS  
GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de junho de 2017.

  
Carlos Otávio Araújo Gussoni

  
Guilherme Henrique Silva de Freitas

  
Leonardo Esteves Lopes  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Ao final deste trabalho, apesar de seus méritos culminarem por escrito em uma única pessoa, é necessário deixar claro que sua concepção não seria possível sem a rede de seres de incomensurável bondade da qual fui cercado nessas quase duas décadas que passaram desde que resolvi me enveredar pelo caminho da Ciência e da História Natural e que me apoiaram e colaboraram de alguma forma para minha formação. A todos, manifesto aqui minha profunda gratidão.

Aos meus pais **Marília** e **Mário Sérgio**, e também minha irmã **Carolina**, eu agradeço por vocês serem meu alicerce, movendo céus e terra para me auxiliar em tudo que precisei em mais essa empreitada; fosse encarando o exército de aleluias invasoras que prenunciavam as chuvas no campo, fosse preparando aquele café fresquinho que sempre me esperava quando retornava do trabalho.

Ao amigo **Zé Ronaldo** (*in memoriam*), eu agradeço por direcionar o meu primeiro contato com os campos nativos ainda bem preservados de Carrancas e assim despertar em mim o senso de importância desse ecossistema ainda tão negligenciado pela população em geral. Uma pessoa simples, de grande força de vontade, entusiasta da conservação da Natureza e que foi um grande exemplo para todos que conviveram com ele. A fatalidade que deu cabo de sua vida traz à tona a urgência de se tratar com profunda seriedade o assunto do fogo como instrumento de manejo de áreas naturais e rurais que englobam ecossistemas evolutivamente adaptados a esse distúrbio.

Ao **Prof. Dr. Leonardo**, eu agradeço primeiramente pela confiança e oportunidade dada para que eu pudesse investigar os intrigantes e elusivos caminheiros; pela orientação no processo de construção dessa dissertação, além do apoio imprescindível diante das dificuldades que enfrentei.

Ao **Dr. Carlos Gussoni** e ao **Dr. Guilherme Freitas**, eu agradeço por se prontificarem em participar da banca, avaliando e auxiliando por demais no melhoramento desta dissertação. Também agradeço a **Dra. Lílian Costa**, que de igual modo ofereceu importantes contribuições ao trabalho.

Ao amigo **Sérgio Murilo**, eu agradeço pela dedicação em contribuir para o conhecimento da avifauna regional, sendo a primeira pessoa a detectar a ocorrência de várias espécies campestres ameaçadas em 2013 na região de Prados e São João del-Rei.

Aos produtores rurais da região do Carvoeiro em São João del-Rei, sou imensamente grato pela permissão que me foi concedida para trabalhar em suas

propriedades e pela disponibilidade de diálogo e ajuda sempre que precisei. Gostaria de mencionar aqui especialmente o **Sr. Bento** e o **Sr. Vital**, e suas famílias, pelos cafés com broa acompanhados de longas prosas sobre os bichos e a vida no campo, com todos os seus desafios.

Aos amigos e colegas que me auxiliaram sempre que possível na fase de coleta de dados em campo, com inúmeras ideias e discussões sobre os bichos, e, sobretudo, apoio, o meu muito obrigado: **Arthur, Bruno, Camila, Guity, João Paulo, Kassius, Reinaldo, Ricardo, Rodrigo, Tamara, Tatiane e Thiza**.

Aos novos amigos de Florestal, **Braúlio, Manu, Léo e Tarcísio**, eu agradeço muito por toda a ajuda e por fazerem da minha estadia na cidade mais agradável.

Ao **Tony Bichinsky** eu agradeço por gentilmente compartilhar informações ainda inéditas colhidas no Paraná a respeito de *Anthus nattereri*.

Aos colegas mestrandos da turma de 2015-2017 e aos professores do programa de mestrado MCENA, eu agradeço pelo aprendizado, apoio e pela sempre boa companhia durante o tempo que morei em Florestal. Também a equipe de coordenação do MCENA, em nome do **Prof. Dr. Eduardo Gusmão e Jéssica, Lucas e Edivânia**, eu agradeço por todo o suporte dado no decorrer do curso.

Ao **Si Fu Farnese** e a **Si Mo Tânia** e respectiva família *Kung Fu*, eu agradeço pelo acolhimento atencioso e especialmente pelos profundos ensinamentos sobre o Sistema *Ving Tsun*, que têm impactado profundamente minha percepção da realidade.

Aos cães companheiros **Tyson** (*in memoriam*), **Flor** e **Pandora**, eu agradeço por todo o afeto incondicional e partilha de momentos bons e ruins vivenciados nestes últimos tempos.

Aos amigos e colegas do grupo virtual “**Ornitofuleiragem**” eu agradeço pelos momentos de descontração, auxílios e partilha de conhecimento em tempo quase sempre real, só possíveis graças às maravilhas da era da informação e mentes brilhantes sempre dispostas a ajudar.

A **CAPES** eu agradeço pela concessão da bolsa de estudos, e ao **CNPQ**, agradeço pelo financiamento de parte do trabalho em campo.

Por fim, eu também gostaria de agradecer a todas as pessoas que lutam e contribuem por uma Ciência sem barreiras; seja através da disponibilização e difusão de informações e conhecimento, seja através da criação e curadoria de ferramentas de uso livre para exploração e/ou análise de dados.

"The solitude of nature brings a touch of melancholy or sadness to the mind. Alone with the trees and the wind and the birds, ants, and wild animals, you naturally begin to reflect more deeply. As your view of what is meaningful becomes vaster, your sense of melancholy deepens. You may notice something ironic: sitting quietly alone, you may feel less isolated from the world than you do when you're busily engaged in the hustle and bustle of your everyday lives."

**Dzigar Kongtrul Rinpoche**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>CAPÍTULO INTRODUTÓRIO - INTRODUÇÃO GERAL E ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>1</b>
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
ÁREA DE ESTUDO.....	6
REFERÊNCIAS .....	9
<b>CAPÍTULO 1 - NOTAS SOBRE A BIOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>ANTHUS NATTERERI</i> E <i>INSIGHTS</i> SOBRE A SUA CONSERVAÇÃO NOS CAMPOS DO ALTO RIO GRANDE</b> .....	<b>15</b>
INTRODUÇÃO .....	15
MÉTODOS .....	16
RESULTADOS.....	19
DISCUSSÃO .....	31
REFERÊNCIAS .....	36
<b>CAPÍTULO 2 – ESTRATÉGIA TERRITORIAL DE <i>ANTHUS NATTERERI</i> NOS CAMPOS DO ALTO RIO GRANDE, COM NOTAS SOBRE O USO DO HABITAT E A INFLUÊNCIA DAS QUEIMADAS SOBRE A ESPÉCIE</b> .....	<b>43</b>
INTRODUÇÃO .....	43
MÉTODOS .....	45
RESULTADOS.....	52
DISCUSSÃO .....	71
REFERÊNCIAS .....	78

## RESUMO

LOMBARDI, Vitor Torga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2017. **Vivendo na linha de fogo: História Natural de *Anthus nattereri* (Aves: Motacillidae) nos Campos do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais, Brasil.** Orientador: Leonardo Esteves Lopes.

O caminheiro-grande *Anthus nattereri* é uma ave de hábito terrestre e especialista obrigatória em campos nativos de grande interesse conservacionista e de alta prioridade de pesquisa, sendo considerada globalmente e regionalmente ameaçada de extinção. Sua história natural ainda é pouco conhecida bem como seus requerimentos de área e habitat. Nesse contexto, este estudo se propôs a investigar aspectos da biologia reprodutiva e a estratégia territorial utilizada por *A. nattereri*, relacionando-os ao uso do habitat. Também se investigou sobre os efeitos em potencial do regime de queimadas atualmente empregado como manejo nos campos nativos locais sobre sua reprodução e seus territórios. O trabalho de campo ocorreu principalmente entre janeiro e dezembro de 2016 no setor nordeste dos Campos do Alto Rio Grande, situado no município de São João del-Rei, região sul de MG. Um ninho recém-queimado de *A. nattereri* foi oportunamente encontrado em setembro de 2014 e um recém-predado e outros três ninhos ativos foram encontrados entre outubro e novembro de 2016. Os ninhos possuíam um formato de cesto baixo, sendo construídos inteiramente com gramíneas secas e diretamente sobre o solo, assemelhando-se ao padrão documentado para outras espécies do gênero *Anthus*. O padrão de coloração dos ovos também se enquadrou dentro da variação conhecida para espécies congêneres, assim como o tamanho da postura (de dois a três ovos) para espécies de aves tropicais. *Anthus nattereri* utilizou locais com maior cobertura vegetal de gramíneas para nidificar, inclusive manchas não queimadas que remanesceram em meio aos campos cuja vegetação foi predominantemente comprometida em relação ao último evento de fogo. Entre janeiro e abril, *A. nattereri* se mostrou silencioso e de comportamento crítico. De junho até dezembro, os machos da espécie demarcaram e anunciaram territórios através de exibições aéreas e vocalizações. *Anthus nattereri* ocupou exclusivamente campos limpos, utilizando um amplo espectro de estágios de sucessão pós-queimada dessa vegetação. A espécie parece evitar terrenos fortemente inclinados, aparentemente preferindo grandes manchas de campo limpo em áreas com declividade mais amena. Com base nas localizações obtidas e no Estimador de Densidade Kernel delimitou-se o

território de 21 machos. A área média  $\pm$  DP (mín-máx) estimada a partir da isopleta de 95% foi de  $2,04 \pm 1,12$  ha (0,46-5,26 ha), e a partir da isopleta de 80%, de  $1,18 \pm 0,61$  ha (0,28-2,77 ha), com marcada sobreposição entre territórios adjacentes. Mesmo com uma baixa frequência de interações entre vizinhos, indivíduos estranhos, potencialmente flutuantes, são tenazmente excluídos dos territórios. Fêmeas raramente foram detectadas, nunca associadas aos machos em atividade de *displays*. Os indivíduos tenderam a permanecer em seus territórios ao longo do ano, exceto quando influenciados por queimadas severas, que provocaram a desestabilização dos territórios. Alguns dos indivíduos afetados permaneceram próximos dos territórios onde foram primeiramente detectados, inclusive se reestabelecendo com o avanço da regeneração da vegetação. Outros indivíduos estabeleceram novos territórios em áreas íntegras não ocupadas e não muito distantes (*c.* de 500 m) dos territórios de origem queimados. Indivíduos que tiveram seus territórios parcialmente queimados não abandonaram as áreas atingidas. Embora *A. nattereri* seja relativamente abundante na área de estudo, a maior incidência temporal de queimadas coincide com seu período reprodutivo na região, o que pode afetar a população local da espécie através da queima de ninhos e pela potencial eliminação de locais adequados para nidificação. Deste modo, urge a realização de estudos direcionados e de longo prazo para se avaliar o impacto de diferentes regimes de queimadas sobre seu desempenho reprodutivo, e, conseqüentemente, a conservação de *A. nattereri*.

## ABSTRACT

LOMBARDI, Vitor Torga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2017. **Living in the line of fire: Natural History of *Anthus nattereri* (Aves: Motacillidae) in the Upper Rio Grande Grasslands, Southern Minas Gerais, Brazil.** Advisor: Leonardo Esteves Lopes.

The Ochre-breasted Pipit *Anthus nattereri* is a ground dwelling bird and an obligate grassland specialist of high conservation and research priorities, being considered globally and regionally Vulnerable to extinction. Its natural history is poorly known as well as habitat-area requirements. Here we studied the breeding biology, territorial strategy and habitat use by the Ochre-breasted Pipit. We also investigated the potential effects of the burning regime adopted by local cattle ranchers upon the territoriality and reproduction of the species. Field work was conducted mainly from January to December 2016 in the northeastern sector of the Upper Rio Grande Grasslands, municipality of São João del-Rei, southern state of Minas Gerais. One recently-burned nest was opportunistically found in September 2014 and one recently-preyed and three active nests were found on October and November 2016. Nests are a low cup constructed with dry grasses and placed directly on the ground, in a pattern similar to that observed in other *Anthus* species. The egg color pattern fits within the known variation for congeners, and the clutch size (two to three eggs) is the typical for tropical birds. *Anthus nattereri* nests in sites with high and dense grass cover, usually in patches that have remained unburned since the last widespread fire event. From January to April 2016, *A. nattereri* was silent and showed cryptic behavior. From June through December, males demarcated and announced territories through aerial displays and vocalizations. *Anthus nattereri* inhabits pure open grasslands (*campos limpos*), using a wide spectrum of grassland types along the different stages of the post-burning succession. The species seems to avoid heavily sloping terrain, favoring large patches of open grasslands. We used the Kernel Density Estimator to delimit the territory of 21 males based on the locations obtained. The mean  $\pm$  SD (min-max) area estimated from the 95% isopleth was  $2.04 \pm 1.12$  ha (0.46-5.26 ha), and from the 80% isopleth,  $1.18 \pm 0.61$  ha (0.28-2.77 ha), with marked overlap between adjacent territories. Even though agonistic interactions between neighbors were low, non-neighbor individuals, possibly floaters, were tenaciously excluded from the territories. Females were rarely detected and never associated with males in display activity. Individuals usually use year-round

territories, except when burnings occur, what may lead to territory destabilization. Some of the affected individuals remain nearby, even reestablishing until the vegetation of their territory of origin regenerated. Others individuals established new territories in unoccupied areas not burned, not too far (*c.* 500 m) from their burned territory. Individuals who had their territories partially burned did not abandon the affected areas. Although *A. nattereri* is relatively abundant in the study area, the major temporal incidence of fires coincides with its breeding season, what may somewhat impact the local population of the species by burning some nests and/or eliminating suitable nesting sites. Thus, it is urgent to carry out long-term and targeted studies to evaluate the impact of different burning regimes upon the reproductive performance, and, consequently, the conservation of the species.

## Capítulo Introdutório - Introdução Geral e Área de estudo

### INTRODUÇÃO GERAL

#### O gênero *Anthus*

Elemento ubíquo da avifauna de praticamente todos os ambientes naturalmente abertos da Terra, o gênero cosmopolita *Anthus* Bechstein, 1805 contém cerca de 40 espécies de Passeriformes insetívoros notoriamente adaptados a uma vida terrícola (Tyler 2004). Esse gênero apresenta alto grau de similaridade de plumagem entre suas espécies, as quais podem ser distinguidas em campo por uma sutil combinação de caracteres (Sclater 1878, Hellmayr 1921, Andors & Vuilleumier 1995, Alström & Mild 2003, Tyler 2004), o que requer cautela em vista da ocorrência de marcante variação intraespecífica, principalmente em decorrência de diferentes níveis de desgaste da plumagem provocados pelo efeito abrasivo da vegetação onde vivem (Andors & Vuilleumier 1995, Sick 1997). A sua coloração críptica lhes confere uma alta camuflagem em meio à vegetação e ao solo, sendo mais facilmente detectadas pelas vocalizações, geralmente emitidas durante exibições (*displays*) aéreas (Sick 1997, Tyler 2004). Dessa forma, o conhecimento do repertório vocal é indispensável para a correta identificação das espécies (Sick 1997, Alström & Mild 2003).

O cenário descrito acima reflete diretamente na subestimação da diversidade de espécies do gênero, cuja taxonomia foi historicamente baseada apenas em caracteres morfológicos (Voelker 1999a, Tyler 2004). Estudos moleculares recentes demonstraram a existência de espécies parafiléticas (Voelker 1999a), indicando que o atual arranjo taxonômico necessita de uma revisão detalhada e abrangente, incluindo imperativamente dados sobre vocalização e história natural das unidades evolutivamente significativas detectadas (Voelker 1999a, Alström & Mild 2003, Tyler 2004).

A elevada capacidade de dispersão das várias espécies de *Anthus* foi apontada como um importante mecanismo responsável pela distribuição e diversificação intercontinental dos representantes do gênero (Voelker 1999b). No entanto, a despeito de sua elevada vagilidade potencial, algumas espécies certamente exibem uma estrita especificidade de habitat e inflexibilidade de nicho (Tyler 2004, Wiens *et al.* 2010,

Azpiroz *et al.* 2012a, BirdLife International 2017). Assim, ao possuírem requerimentos ecológicos restritivos, a manutenção de tais espécies em longo prazo se torna inapropriada em paisagens e habitats drasticamente modificados em um curto período de tempo pelas ações humanas.

Nesse contexto, a linhagem genuinamente americana do gênero, que teria colonizado as Américas via Estreito de Bering há cerca de seis milhões de anos (Voelker 1999b), contempla espécies campestres especialistas obrigatórias (*sensu* Vickery *et al.* 1999) das quais duas, *Anthus spragueii* (Audubon, 1844) e *Anthus nattereri* Sclater, 1878, são atualmente consideradas de grande interesse conservacionista em vista da influência antrópica sobre os campos nativos dos quais são dependentes (Vickery *et al.* 1999, Stotz *et al.* 1996, BirdLife International 2017).

### **Os campos nativos**

Os campos nativos são considerados um dos mais importantes ecossistemas terrestres para a humanidade e o seu uso secular e contínuo, especialmente para pecuária e agricultura, tem ocasionado a perda e a degradação de paisagens com elevada biodiversidade e endemismo de plantas e animais (White *et al.* 2000, Gibson 2009, Bond & Parr 2010). As aves estritamente dependentes dessa formação vegetal têm sido negativamente afetadas pela ação antrópica em diversas regiões do planeta (Vickery *et al.* 1999, Askins *et al.* 2007, Azpiroz *et al.* 2012a), sendo que as aves campestres obrigatórias da região Neotropical confrontam uma situação crescente e preocupante de perda de habitat e declínios populacionais (Stotz *et al.* 1996, Azpiroz *et al.* 2012a).

Especificamente no Brasil, a alta taxa de conversão dos campos nativos em áreas agrícolas, pastagens plantadas e plantios de árvores exóticas, realizada sob a negligência das instituições governamentais do país e da população em geral, dotadas de cultura conservacionista fortemente centrada na proteção de florestas, tem sido o principal obstáculo para a efetiva conservação dos campos do Cerrado e dos Pampas, províncias biogeográficas que detém a porção majoritária dessa vegetação no Brasil (White *et al.* 2000, Straube *et al.* 2004, Overbeck *et al.* 2007, Pillar e Vélez 2010, Guarda & Guarda 2014, Françoso *et al.* 2015, Overbeck *et al.* 2015). As áreas campestres remanescentes, em sua maioria, possuem um grau de proteção muito baixo (Françoso *et al.* 2015, Overbeck *et al.* 2015).

A situação de ameaça pode se tornar ainda mais crítica quando se considera os encaves e áreas periféricas de campos e cerrados inseridas dentro de grandes províncias

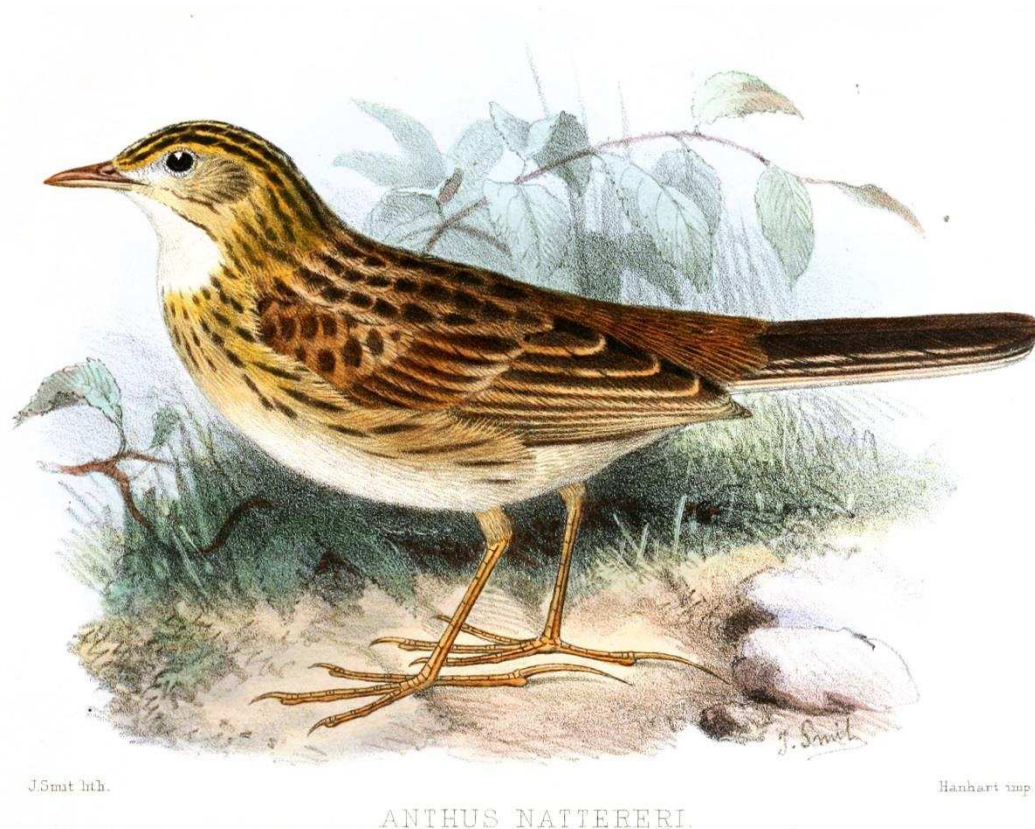
biogeográficas (e.g. Mata Atlântica), testemunhos e indicadores de relações históricas de contato entre comunidades distintas adjacentes (Straube & Di Giacomo 2007). Tais áreas marginais, apesar da sua extrema relevância biológica e biogeográfica, geralmente não são tratadas com a devida importância conservacionista (Luza *et al.* 2014, Overbeck *et al.* 2015).

Estudos recentes conduzidos em uma dessas áreas, os Campos do Alto Rio Grande (doravante CARG), um enclave de vegetação predominantemente campestre situado ao sul de Minas Gerais, originalmente circunvolto por formações florestais da Mata Atlântica (Azevedo 1962), revelaram a grande importância avifaunística dos campos nativos ali presentes, os quais, de maneira extensa e surpreendente, encontram-se bem conservados por conta da prática centenária de pecuária extensiva sobre pastagem nativa e a baixa densidade populacional humana (Oliveira *et al.* 1999, Lopes *et al.* 2010). Várias espécies de aves campestres obrigatórias de interesse conservacionista foram reportadas para a região (Lopes *et al.* 2010, Lombardi *et al.* 2012), incluindo *A. nattereri*, que será abordada neste estudo.

#### **Espécie alvo deste estudo: *Anthus nattereri***

Popularmente chamada de caminheiro-grande no Brasil (Sick 1997) ou *cachirla dorada* nos países Sul-Americanos de língua espanhola (Chebez *et al.* 2008), esse último nome ressalta adequadamente a coloração ocre amarelada e pardacenta que predomina em sua plumagem (Fig. 1) e é característica da espécie (Hellmayr 1921, Tyler 2004). Possui uma massa corporal de *c.* 19,5 g (Dunning 2007) e entre 13,5 e 15 cm de comprimento total (Tyler 2004), sendo uma das espécies do gênero menos conhecidas e mais ameaçadas do planeta (Sick 1997, Straube *et al.* 2004, Tyler 2004, Bencke *et al.* 2013, BirdLife International 2017). Parte majoritária da distribuição geográfica de *A. nattereri* está associada aos campos nativos da bacia Platina, ocorrendo em populações mais ou menos disjuntas num amplo espectro altitudinal da porção subtropical do Brasil (Campos Gerais do Paraná, Planalto Meridional e Pampas) e adjacências imediatas da Argentina (Corrientes) e Paraguai (Campos do Chaco Úmido e Campos do Sul), tendo como limite sul os Campos Nortenhos (Pampas) do Uruguai (Tyler 2004, Chebez *et al.* 2008, Azpiroz *et al.* 2012a, Bencke *et al.* 2013). Também avança ao sudeste do Brasil, originalmente através dos campos do centro-leste e sudeste do estado de São Paulo (Willis & Oniki 2003) e parece alcançar seu limite norte de distribuição geográfica penetrando marginalmente na bacia do Rio São Francisco,

ocorrendo nos campos da Serra da Canastra (Silveira 1998) e na porção sul da região do Quadrilátero Ferrífero (Mazzoni & Perillo 2011), regiões com relevo montanhoso do sudoeste e centro-sul do estado Minas Gerais, respectivamente, limítrofes à província biogeográfica do Cerrado.



**Figura 1.** Prancha de autoria de Joseph Smit retratando *Anthus nattereri* no contexto da obra publicada em 1878 onde Philip L. Sclater descreveu a espécie a partir de espécimes coletados ao sul do estado de São Paulo pelo naturalista Johann Natterer (Sclater 1878).

Informações a respeito da história natural e ecologia da espécie ainda são escassas e fragmentadas (*e.g.* Belton 1985, Chebez *et al.* 2008, Tyler 2004, Bencke *et al.* 2013), sendo enquadrada na categoria Vulnerável a extinção no âmbito global (BirdLife International 2017) e nacional (ICMBio 2014). No setor sul de sua distribuição geográfica, *A. nattereri* encontra-se classificado como Em Perigo na Argentina (López-Lánus *et al.* 2008) e no Paraguai (Especies En Peligro de Extincion en Paraguay, disponível em: <[http://www.seam.gov.py/sites/default/files/peligro\\_de\\_extincion.pdf](http://www.seam.gov.py/sites/default/files/peligro_de_extincion.pdf)>) e Vulnerável no Uruguai (Azpiroz *et al.* 2012b). No Brasil, ainda regionalmente é considerada como Vulnerável no estado do Rio Grande do Sul (veja Bencke *et al.* 2013), Em Perigo em Santa Catarina (CONSEMA 2011) e Deficiente em Dados no Paraná (Straube *et al.* 2004). Apesar disso, a perspectiva de conservação da espécie

apresenta elementos positivos, o que se deve em parte ao seu encontro recente em novas áreas de ocorrência e ao escopo geopolítico favorável, pois existe uma concentração de centros de pesquisa nessa parte de sua área de ocorrência, os quais têm direcionado esforços crescentes ao estudo da biologia de espécies campestres, bem como ao crescente reconhecimento da importância dos campos nativos pela sociedade. Tais esforços culminaram, por exemplo, com a criação da *Alianza del Pastizal* ([www.pastizalesdelconosur.org](http://www.pastizalesdelconosur.org)) e a publicação do Plano de Ação Nacional para Conservação dos Passeriformes Ameaçados dos Campos Sulinos e Espinilho (Azpiroz *et al.* 2012a, Serafini 2013).

Já no setor norte de sua distribuição, abrangendo o Sudeste do Brasil, a situação é mais alarmante (Parker & Willis 1997). A espécie provavelmente está extinta em grande parte dos locais, inclusive sua localidade-tipo (Rio Verde/ São Paulo – Sclater 1878), onde outrora ocorria ao longo das regiões centro-leste e sudeste de São Paulo, estado em que já foi considerada Criticamente Ameaçada de extinção (Silveira 2009). Embora existam suspeitas de que ainda sobreviva em duas unidades de conservação estaduais (Silveira 2009), em uma delas, a Estação Ecológica de Itirapina, *A. nattereri* já não é registrado há mais de uma década (Willis 2004, Motta-Júnior *et al.* 2008).

Em Minas Gerais a espécie foi avaliada como Em Perigo (COPAM 2010), sendo conhecida de poucas localidades do centro-sul e sul do estado e considerada rara mesmo no Parque Nacional da Serra da Canastra (Silveira 1998), uma unidade de conservação de grande relevância para as aves campestres (Bencke *et al.* 2006). Em duas localidades da região do município de Alfenas onde a espécie foi registrada na década de 1990, prospecções recentes falharam em reencontrar a espécie (Pacheco *et al.* 2014). De maneira promissora, inventários atuais descobriram outros estoques populacionais e estenderam a distribuição de *A. nattereri* ao sudeste de Minas Gerais, nos CARG (Lombardi *et al.* 2012) e ao sul do Quadrilátero Ferrífero, no município de Itabirito (Mazzoni & Perillo 2011). As populações dos CARG aparentam ser notavelmente numerosas (Peixoto 2014), sendo de fundamental importância para a conservação da espécie.

Baseado nesse contexto, este estudo se propôs a contribuir para o conhecimento de dois importantes atributos da história natural de *A. nattereri* nos CARG: 1) biologia reprodutiva e 2) estratégia territorial. Cada um desses temas será tratado separadamente nos capítulos subsequentes da dissertação.

## ÁREA DE ESTUDO

A região de estudo está localizada no sul do estado de Minas Gerais, no Planalto do Alto Rio Grande, onde participa de um complexo montanhoso que forma a vertente continental do sistema orográfico da Mantiqueira e cujo principal coletor é a calha do Rio Grande (Brasil 1983, Oliveira-Filho *et al.* 1994). O relevo local é caracterizado pela predominância de morros com vertentes convexas, por vezes com intensos ravinamentos e topos semi-aplainados, com canais fluviais se alojando nos setores côncavos entre as elevações (Brasil 1983). Nessa paisagem a geomorfologia e o relevo interagem com a dinâmica das águas que, aliada ao tipo de solo formado e à influência de distúrbios, regem a distribuição da vegetação local, visualmente marcada por um mosaico de fitofisionomias resultantes do cenário moderno de transição entre as províncias do Cerrado e da Mata Atlântica (Eiten 1982, Oliveira-Filho *et al.* 1994, VTL, obs. pess.).

Os campos nativos são a fitofisionomia predominante (variando entre o campo limpo e o campo sujo - *sensu* Oliveira-Filho & Ratter 2002), formando a matriz da paisagem na área de estudo, de onde provém o nome CARG. Tais campos geralmente estão associados ao relevo relativamente suave e especialmente aos solos rasos, jovens e/ou mais pobres em nutrientes, ocorrendo principalmente entre 900 e 1.600 m de altitude (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999, Oliveira-Filho & Ratter 2002). O fogo tem um papel importante na manutenção da heterogeneidade da vegetação campestre dos CARG (Teixeira *et al.* 2016) e sua incidência em áreas próximas uma das outras e em épocas distintas permite a coexistência local de diferentes estados de sucessão pós-queimada (VTL, obs. pess.). As discrepâncias estruturais da vegetação resultantes de sua regeneração diferencial, especialmente entre formas graminoides, conferem a paisagem uma característica de mosaico (Fig. 2).



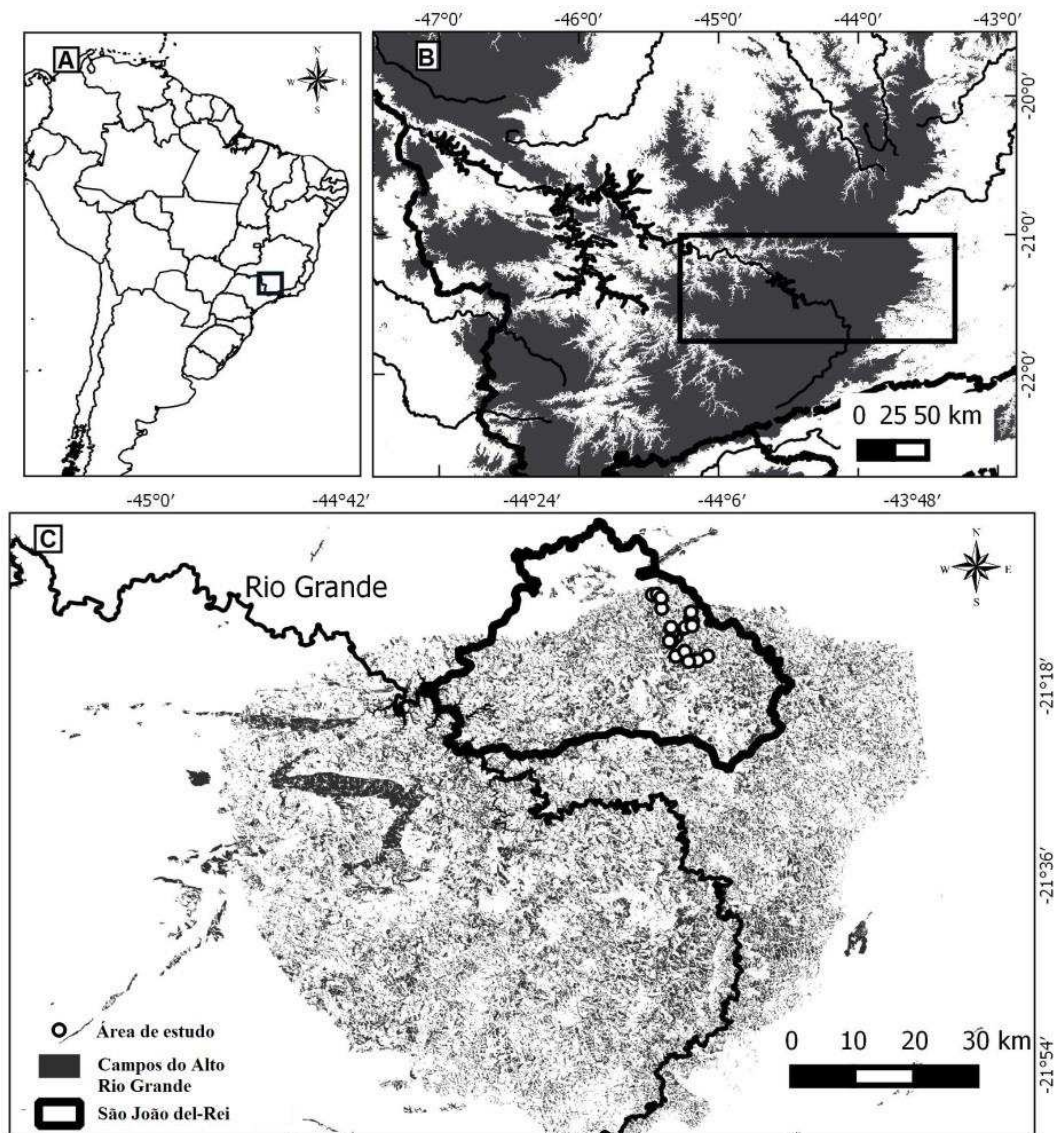
**Figura 2.** Paisagem típica de mosaico na região dos Campos do Alto Rio Grande do município de São João del-Rei, demonstrando a coexistência de campos com vegetação em diferentes estágios de sucessão ou regeneração pós-queimada: a) campo com mais de 1 ano e menos de 2 anos de regeneração; b) campo recém-queimado; c) campo com c. de 2 anos ou mais de regeneração; d) campo com poucas semanas de regeneração. Foto: VTL.

Em sua flora são encontrados elementos herbáceos, arbustivos e arbóreos peculiares ao Cerrado, embora suas relações fitogeográficas não estejam bem esclarecidas (Eiten 1982, Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999). São frequentes também matas ripárias encaixadas nas drenagens e formações arbóreas nos valos (escavações que fazem a divisa entre propriedades), formações arbustivas e, em menor proporção, manchas de campo cerrado, além de culturas variadas, pastagens plantadas da exótica *Urochloa decubens* (Stapf) R.D.Webster (braquiária) e plantações de eucalipto mais ou menos dispersas pela paisagem. A pecuária leiteira sobre pastagens nativas é a atividade econômica predominante na região (Oliveira *et al.* 1999).

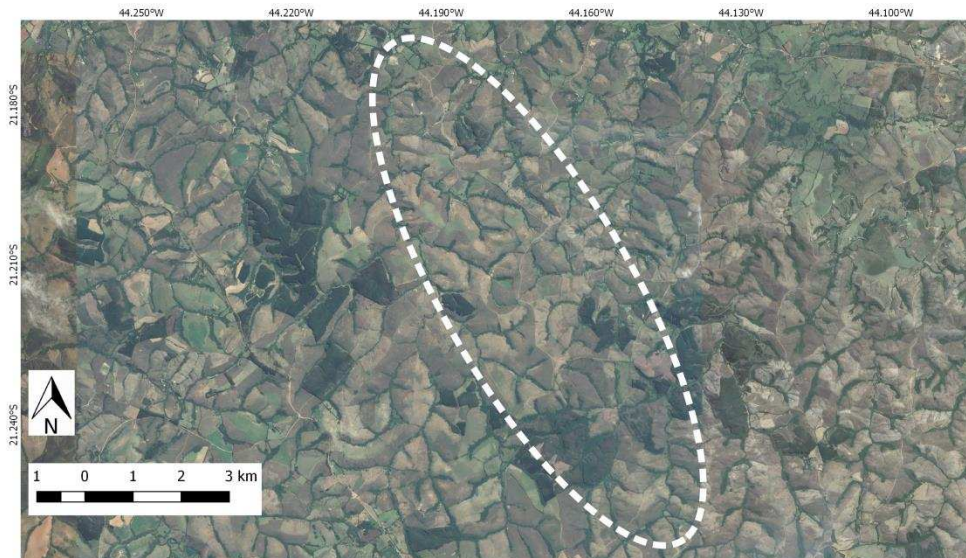
Este estudo focou uma área de ~1.000 ha em uma região conhecida por Carvoeiro situada ao nordeste do município de São João del-Rei (aproximadamente entre 21°09'23" - 21°16'60"S e 44°12'37" - 44°06'56"W, Figs. 3 e 4), entre janeiro e dezembro de 2016, onde se constatou previamente que *A. nattereri* é comum (VTL, obs. pess. 2014). A altitude nesse setor varia de c. 950 até perto de 1.150 m.

O clima regional é classificado como Cw de Köppen (*i.e.* mesotérmico com verão chuvoso e inverno seco). Cerca de 70% das chuvas ocorrem entre novembro e fevereiro.

O clima tipo Cwa (quente) prevalece nos baixios da região, enquanto que o tipo Cwb (temperado) é restrito às áreas mais elevadas (Pereira *et al.* 2007).



**Figura 3.** A. Localização da região de estudo na América do Sul. B. Detalhe da região de estudo, indicando o curso dos principais rios, incluindo o Rio Grande. As áreas em cinza estão acima de 900 m de altitude. C. Detalhe da área de estudo, localizada no município de São João del-Rei, indicando em cinza os remanescentes de vegetação campestre nativos dos Campos do Alto Rio Grande com base em Carvalho & Scolforo (2008).



**Figura 4.** Detalhe da paisagem da área de estudo, aproximadamente delimitada pela elipse branca, ilustrando sua configuração com predominância dos campos nativos, mais ou menos interrompidos especialmente por matas ripárias. Fonte: Google Earth.

## REFERÊNCIAS

- Alström, P. & Mild, K. 2003. *Pipits and Wagtails of Europe, Asia and North America: identification and systematics*. Christopher Helm/A&C Black, Princeton University Press, London.
- Andors, A. V & Vuilleumier, F. 1995. Breeding of *Anthus furcatus* (Aves: Motacillidae) in northern Patagonia, with a review of the breeding biology of the species. *Ornitología Neotropical*, 6: 37–52.
- Askins, R. A.; Chávez-Ramírez, F.; Dale, B. C.; Haas, C. A.; Herkert, J. R.; Knopf, F. & Vickery, P. D. 2007. Conservation of grassland birds in North America: understanding ecological processes in different regions. *Ornithological Monographs*, 64: 1–46.
- Azevedo, L. G. 1962. Tipos de vegetação do sul de Minas e campos da Mantiqueira (Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34: 225-234.
- Azpiroz, A. B.; Isacch, J. P.; Dias, R. A.; Di Giacomo, A. S.; Fontana, C. S. & Palarea, C. M. 2012a. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology*, 83: 217-246.
- Azpiroz, A. B.; Alfaro, M. & Jiménez, S. 2012b. *Lista Roja de las aves del Uruguay. Una evaluación del estado de conservación de la avifauna nacional con base en los*

- critérios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*.  
Dirección Nacional de Medio Ambiente, Montevideo.
- Belton, W. 1985. Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 2: Formicariidae through Corvidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 180:1-242.
- Bencke, G. A.; Maurício, G. N.; Develey, P. F. & Goerck, J. M. 2006. *Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte I — estados do domínio da Mata Atlântica*. SAVE Brasil, São Paulo.
- Bencke, G. A.; Dias, R. A.; Rupp, A. E.; Straube, F.C. & Maurício, G. N. 2013. *Anthus nattereri*. Pp. 77-80. In. Serafini, P. P. (org.) *Plano de Ação Nacional para a conservação dos passeriformes ameaçados dos Campos Sulinos e Espinilho (Série Espécies Ameaçadas, 31)*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasília.
- BirdLife International. 2017. *IUCN Red List for birds*. Disponível em: <<http://www.birdlife.org>>. Acesso em: 18/01/2017.
- Bond, W. J. & Parr, C. L. 2010. Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation*, 143: 2395-2404.
- Brasil. 1983. Levantamento de recursos naturais: folhas SF.23/24. Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. *Projeto RADAMBRASIL*, v.32. DNPM, Rio de Janeiro.
- Carvalho, L. M. T. & Scolforo, J. R. 2008. *Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento da flora nativa 2005-2007*. Editora UFLA, Lavras.
- Chebez, J. C.; Casañas, H.; Di Giacomo, A. S. & Azpiroz, A. B. 2008. Cachirra Dorada: *Anthus nattereri* Sclater, 1878. Pp. 360-362. In. Chebez, J. C. (ed.) *Los que se van: Fauna argentina amenazada, vol. 2*. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- CONSEMA. 2011. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. *Resolução CONSEMA nº 002, de 6 de dezembro de 2011. Reconhece a lista oficial de espécies da fauna ameaçada de extinção no estado de Santa Catarina e dá outras providências*. DOE-SC. 20/12/2011.
- COPAM. 2010. Conselho de Política Ambiental. *Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais*. Minas Gerais (Diário do Executivo), 04 Maio 2010.
- Dunning J. B. 2007. *CRC Handbook of Avian Body Mass, 2nd edition*. CRC Press, Cleveland.

- Eiten, G. 1982. Brazilian savannas. Pp. 25-47 In. Huntley, B. J. & Walker, B. H. (eds.). *Ecology of tropical savannas*. Springer-Verlag, Berlim.
- Françoso, R. D.; Brandão, R.; Nogueira, C. C.; Salmons, Y. B.; Machado, R. B. & Colli, G. R. 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Natureza & Conservação*, 13: 35-40.
- Gibson, J. D. 2009. *Grasses & grassland ecology*. Oxford University Press, New York.
- Guarda, V. D. & Guarda, R. D. 2014. Brazilian tropical grassland ecosystems: Distribution and research advances. *American Journal of Plant Sciences*, 5: 924-932.
- Hellmayr, C. E. 1921. Remarques sur les especes neotropicales du genre *Anthus*. *Hornero*, 2: 180-193.
- ICMBio. 2014. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Lista das espécies terrestres e mamíferos aquáticos ameaçados de extinção do Brasil*. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014.
- 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 Conservation International*, 19: 1-11.
- López-Lanús, B.; Grilli, P.; Coconier, E.; Di Giacomo, A. & Banchs, R. 2008. *Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación*. Informe de Aves Argentinas /AOP y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina.
- Luza, A. L.; Carlucci, M. B.; Hartz, S. M. & Duarte, L. D. S. 2014. Moving from forest vs. grassland perspectives to an integrated view towards the conservation of forest-grassland mosaics. *Natureza & Conservação*, 12: 166-169.
- Mazzoni, L.G & Perillo, A. 2011. Range extension of *Anthus nattereri* Sclater, 1878 (Aves: Motacillidae) in Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List*, 7: 589-591.
- Motta-Júnior, J. C.; Granzinolli, M. A. M. & Develey, P. F. 2008. Aves da Estação Ecológica de Itirapina, Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 8: 207-227.
- Oliveira, G. C.; Lopes, P. S. N.; Cunha-Neto, F. R.; Carvalho, J. G. & Gavilanes, M. L. 1999. Caracterização de plantas de *Eugenia klotzschiana* BERG (Pêra-do-cerrado)

- e do ambiente de sua ocorrência na região fisiográfica do Campo das Vertentes. *Revista da Universidade de Alfenas*, 5: 9–13.
- Oliveira-Filho, A. T.; Vilela, E. D. A.; Gavilanes, M. L. & Carvalho, D. D. 1994. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, 51: 355-389.
- Oliveira-Filho, A. T. & Fluminhan-Filho, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. *Cernea*, 5: 51-64.
- Oliveira-Filho, A. T. & Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. Pp. 91-120. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds.) *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York.
- Overbeck, G. E.; Müller, S. C.; Fidelis, A.; Pfadenhauer, F.; Pillar, V. D.; Blanco, C.C.; Boldrini, I. I.; Both, R. & Forneck, E. D. 2007. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9: 101–116.
- Overbeck, G. E.; Vélez-Martin, E.; Scarano, F. R.; Lewinsohn, T. M.; Fonseca, C. R.; Meyer, S. T.; Müller, S. C.; Ceotto, P.; Dadalt, L.; Durigan, G.; Ganade, G.; Gossner, M. M.; Guadagnin, D. L.; Lorenzen, K.; Jacobi, C. M.; Weisser, W. W. & Pillar, V. D. 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions* DOI: 10.1111/ddi.12380:1-6.
- Pacheco, J. F.; Parrini, R. & Tavares, D. C. 2014. Avifauna da RPPN Fazenda Lagoa e Entorno. Pp. 119-153. In: Laurindo, R. S.; Novaes, R. L. M. & Vieira, M.C.W. (eds.). *RPPN Fazenda Lagoa - Educação, pesquisa e conservação da natureza*. ISMECN, São Paulo.
- Parker, T. A., III & Willis, E. O. 1997. Notes on three tiny grassland flycatchers, with comments on the disappearance of South American fire-diversified savannas. *Ornithological Monographs* 48: 549-555.
- Peixoto, H. J. C. 2014. *Ecologia e conservação de aves campestres ameaçadas de extinção no sul de Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Pereira, J. A. A., Oliveira-Filho, A. T. & Lemos-Filho, J. P. 2007. Environmental heterogeneity and disturbance by humans control much of the tree species diversity of Atlantic montane forest fragments in SE Brazil. *Plant Conservation and Biodiversity*, 16: 1761-1784.

- Pillar, V. D. & Vélez, E. 2010. Extinção dos Campos Sulinos em unidades de conservação: um fenômeno natural ou um problema ético? *Natureza & Conservação*, 8: 84–88.
- Sclater, P. L. 1878. Preliminary remarks on the neotropical pipits. *Ibis*, 20: 356–367.
- Serafini, P. P. 2013. *Plano de Ação Nacional para a conservação dos passeriformes ameaçados dos Campos Sulinos e Espinilho (Série Espécies Ameaçadas, 31)*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasília.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Silveira, L. F. 1998. The birds of Serra da Canastra National Park and adjacent areas, Minas Gerais, Brazil. *Cotinga*, 10: 55–63.
- Silveira, L. F. 2009. *Anthus nattereri* Sclater 1878. P. 272. In: Bressan, P. M.; Kierulff, M. C. M. & Sugieda, A. M. (orgs.) *Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados*. Fundação Parque Zoológico de São Paulo e Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Stotz, D. F.; Fitzpatrick, J. W.; Parker, T. A., III; Moskovits, D. K. & Snow, D. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.
- Straube, F. C.; Urban-Filho, A. & Kajiwara, D. 2004. Aves. Pp. 145-496. In: Mikich, S. B. & Bérnils, R. S. (eds.) *Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná*. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba.
- Straube, F. C. & Di Giacomo, A. 2007. A avifauna das regiões subtropical e temperada do Neotrópico: desafios biogeográficos. *Ciência e Ambiente*, 35: 137–166.
- Teixeira, J. P. G. 2016. *Do macro ao micro: o papel do fogo e da testosterona na ecologia de Geositta poeciloptera, ave ameaçada do Cerrado brasileiro*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Tyler, S. J. 2004. Family Motacillidae (pipits and wagtails). Pp. 686–786. In: del Hoyo, J.; Elliott, A. & Christie, D. (eds.) *Handbook of the birds of the world, vol. 9. Cotingas to pipits and wagtails*. Lynx, Barcelona, Spain.
- Vickery, P. D.; Túbaro, P. L.; Silva, J. M. C.; Peterjohn, B. G.; Herkert, J. R. & Cavalcanti, R. B. 1999. Conservation of grassland birds in the Western Hemisphere. *Studies in Avian Biology*, 19: 2–26.
- Voelker, G. 1999a. Molecular evolutionary relationships in the avian genus *Anthus* (Pipits: Motacillidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 11: 84-94.

- Voelker, G. 1999b. Dispersal, vicariance, and clocks: historical biogeography and speciation in a cosmopolitan Passerine genus (*Anthus*: Motacillidae). *Evolution*, 5: 1536–1552.
- White, R.; Murray, S. & Rohweder, M. 2000. *Pilot analysis of global ecosystems: grassland ecosystems technical report*. World Resources Institute, Washington.
- Wiens, J. J.; Ackerly, D. D.; Allen, A. P.; Anacker, B. L.; Buckley, L. B.; Cornell, H. V.; Damschen, E. I.; Davies, T. J.; Grytnes, J. A.; Harrison, S. P.; Hawkins, B. A.; Holt, R. D.; McCain, C. M & Stephens, P. R. 2010. Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology. *Ecology Letters*, 13: 1310-1324.
- Willis, E. O. & Oniki, Y. 2003. *Aves do Estado de São Paulo*. Editora Divisa, Rio Claro.
- Willis, E. O. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina savanna, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64: 901-910.

## **Capítulo 1 - Notas sobre a biologia reprodutiva de *Anthus nattereri* e *insights* sobre a sua conservação nos Campos do Alto Rio Grande**

### **INTRODUÇÃO**

Como um animal sobrevive e se reproduz? Essa é uma das principais questões apontadas por Bartholomew (1986) tradicionalmente enfatizadas no contexto da História Natural. Em se tratando das aves, sua notória adaptação para se reproduzir em uma grande diversidade de habitats reflete diretamente na variada e complexa biologia reprodutiva do grupo (Mainwaring *et al.* 2014, Winkler 2016). Ainda assim, estudos têm ressaltado o fato de que ainda se conhece relativamente pouco sobre esse enfoque da vida desses animais (*e.g.* Martin 1996, Heming *et al.* 2013, Xiao *et al.* 2017). A lacuna de conhecimento sobre aspectos da reprodução impede avanços teóricos, afetando diversas áreas, como, por exemplo, a sistemática, o entendimento sobre as influências eco-geográficas e/ou evolucionárias nos atributos da história de vida das espécies, e a conservação e manejo de espécies ameaçadas (Martin 1996, Hansell 2000, Simon & Pacheco 2005, Stutchbury & Morton 2001, Sodhi *et al.* 2011, Xiao *et al.* 2017). Das aproximadamente 10.000 espécies de aves descritas, 30% possuem a biologia reprodutiva totalmente desconhecida e para *c.* de 40% estão disponíveis apenas informações incompletas (Xiao *et al.* 2017). Além disso, existe um viés geográfico em que a maior parte das espécies melhor conhecidas está concentrada nas zonas temperadas setentrionais do globo, justamente onde há menor diversidade avifaunística (Martin 1996, Stutchbury & Morton 2008, Heming *et al.* 2013, Xiao *et al.* 2017).

Esse cenário também se repete para o gênero cosmopolita *Anthus*, cuja biologia reprodutiva das espécies Neotropicais é muito pouco conhecida em relação às do Hemisfério Norte (Tyler 2004). Tal situação se torna alarmante em termos conservacionistas quando se considera a falta de informações, mesmo básicas, para *A. nattereri*, uma das espécies mais ameaçadas do gênero (vide Cap. Introdutório). Os poucos dados disponíveis sobre a espécie são de natureza incompleta e especialmente provenientes do setor sul de sua distribuição geográfica (Belton 1985, Tyler 2004).

Em vista da forte pressão antrópica sobre os campos nativos dos quais *A. nattereri* é estritamente dependente (Parker & Willis 1997, Vickery *et al.* 1999, Azpiroz *et al.* 2012, Bencke *et al.* 2013), o conhecimento de sua biologia reprodutiva se torna imperativo para um primeiro passo no desenvolvimento de estratégias e práticas de

manejo que promovam a alteração da paisagem campestre, com fins de mitigar ou reverter declínios populacionais em curso (Martin 1993a, Vickery & Herkert 2001, Jones 2004, Zalba *et al.* 2008, Azpiroz *et al.* 2012). Portanto, neste trabalho, objetiva-se descrever detalhadamente os ninhos e ovos de *A. nattereri*, apresentando-se dados inéditos para as populações dos CARG. Também são fornecidas caracterizações do habitat e dos atributos da vegetação relacionados aos sítios de nidificação utilizados pela espécie. Tais locais são importantes componentes do habitat das aves, uma vez que a predação é um fenômeno ubíquo e os sítios tendem a influenciar no risco do ninho de ser predado (Block & Brennan 1993, Martin 1993a, Lima 2009). Ademais, em função da importância do fogo na estruturação da vegetação dos campos nativos locais (Teixeira 2016) e do pouco conhecimento de seus efeitos sobre a avifauna especialista em campos da América do Sul (Di Giacomo *et al.* 2011), discutiu-se sobre a potencial influência do regime local de queimadas sobre a reprodução de *A. nattereri*.

## MÉTODOS

Os dados apresentados são provenientes de ninhos fortuitamente encontrados durante um estudo do comportamento territorial de *A. nattereri* conduzido nas estações reprodutivas de 2014 (piloto) e 2016 (estudo propriamente dito).

### Área de estudo

Vide Capítulo Introdutório.

### Descrição dos ninhos, ovos e ninhegos

Os ninhos encontrados ativos foram georreferenciados com um aparelho de posicionamento geográfico (*GPS*) e monitorados em intervalos de *c.* 4 dias com o propósito de acompanhar o desenvolvimento dos ninhegos e o destino dos ninhos (Marini *et al.* 2010). O tamanho da postura foi registrado e os ovos medidos com paquímetro (precisão = 0,1 mm), fotografados e rapidamente devolvidos ao ninho.

Os materiais utilizados na construção dos ninhos e seu arranjo arquitetural foram descritos conforme Hansell (2000) e sempre que possível, as seguintes dimensões foram medidas com auxílio de paquímetro (0,1 mm) e régua (1,0 mm): maior diâmetro externo e altura do ninho, diâmetro interno e profundidade da câmara oológica. Embora não seja o ideal (Marini *et al.* 2010), tais medições foram realizadas somente após os ninhos

terem se tornado inativos, objetivando-se com isso causar o mínimo de perturbação possível. Os ninhos inativos coletados serão depositados na Coleção Ornitológica Marcelo Bagno, Universidade de Brasília, Brasília (COMB).

Os ninhos foram classificados conforme as padronizações propostas por Hansell (2000) e Simon & Pacheco (2005). Os ovos foram descritos quanto à coloração e ao formato com base em De La Peña (2013). Devido à oportunidade de se acompanhar a ontogenia da plumagem em *A. nattereri*, que é desconhecida, evitou-se a manipulação dos ninhos, o que poderia impactar negativamente no seu desenvolvimento ou no sucesso dos ninhos (Tyler 2004). Portanto, a descrição dos ninhos foi feita somente com base em registros fotográficos de acordo com Sick (1997) e Jongsomjit *et al.* (2007).

### **Caracterização do habitat e dos sítios de nidificação de *A. nattereri***

O habitat em que os ninhos foram encontrados foi descrito em relação ao de tipo de campo (se limpo ou sujo, *sensu* Oliveira-Filho & Ratter 2002), tipo de forma de crescimento das gramíneas predominantes localmente (se entouceiradas e/ou eretas ou prostradas, conforme Cornelissen *et al* 2003), tipo de solo associado (se drenados ou mal drenados), altitude e declividade do terreno de acordo com as classes sugeridas pela Embrapa (1999), com base nos dados topográficos disponibilizados pelo projeto Topodata (disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>). Também se mediu através do Google Earth Pro v. 7.1.2.2041 (disponível em < <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>) a distância dos ninhos em relação à estrada de chão batido mais próxima, as quais cortam a área de estudo, sendo de pequena largura e com baixa incidência de tráfego de veículos.

A caracterização dos sítios de nidificação propriamente ditos foi baseada em fotografias digitais (câmera Canon PowerShot SX50 HS) para se estimar diferentes atributos de cobertura do solo e da estrutura vertical do estrato herbáceo (Borgmann & Colway 2015). Por meio da modificação de uma metodologia proposta por Chiarani (2014), para cada ninho (n=4) foi alocada uma parcela retangular (100 x 30 cm, conforme Zehm *et al.* 2003) diretamente sobre a vegetação e/ou solo em uma direção cardinal arbitrária, tendo o ninho como centro (denominadas parcelas-ninho). Adicionalmente, para cada parcela-ninho também foi designada uma parcela arbitrária (n=4, totalizando oito), onde foram amostradas as mesmas variáveis de interesse, visando uma comparação com locais disponíveis, mas não utilizados (Jones 2001). Com

esse objetivo, as parcelas arbitrárias foram dispostas sistematicamente em locais com diferentes idades de regeneração pós-queimada da vegetação campestre em relação aos sítios de nidificação desde que inseridos nos limites territoriais aproximados para os indivíduos de *A. nattereri* estabelecidos onde os ninhos foram localizados (dentro de um raio máximo de 60 m - VTL, obs. pess.). Para determinação aproximada das idades de regeneração pós-queimada da vegetação campestre vide próxima seção.

Os procedimentos seguiram as recomendações de Cagney *et al.* (2011) para as fotos verticais (cobertura do solo) e de Zehm *et al.* (2003) para as em vista lateral (estrutura vertical), mas, neste caso, considerando-se uma distância de 150 cm da câmera em relação ao fundo artificial, posicionado logo atrás ao longo do maior lado da parcela para se destacar o perfil da vegetação.

Os atributos de cobertura do solo investigados foram os percentuais de solo exposto (incluindo cascalho), cobertura por vegetação viva (considerando-se gramíneas, herbáceas não-graminoides e partes aéreas de árvores subterrâneas [*e.g. Anacardium humile* A.St.-Hil.] em conjunto) e cobertura por vegetação morta (tanto em posição vertical, quanto da serapilheira propriamente dita). Arbustos e subarbustos não estavam presentes nas parcelas amostradas, além de não ocorrer de forma expressiva nos campos onde *A. nattereri* ocorre (VTL, obs. pess.). A quantificação dessas variáveis foi realizada com o *software* SamplePoint 1.59 (Booth *et al.* 2006), utilizando-se 144 pontos/imagem.

Os atributos da estrutura vertical da vegetação investigados foram: densidade média (cobertura média percentual no plano vertical, *sensu* Barkman 1988), densidade entre 0 e 10 cm de altura, e altura máxima abaixo da qual está localizada 90% da densidade da vegetação (conforme Zehm *et al.* 2003). A quantificação dessas variáveis foi realizada com o *software* SideLook 1.1.01 (Zehm *et al.* 2003).

A amostragem dos atributos do microhabitat foi realizada dentro de um intervalo máximo de 17 dias após os ninhos terem se tornados inativos. Nesse tempo não houve mudanças visuais significativas relacionadas à estrutura e fenologia da vegetação, que poderiam comprometer a caracterização dos sítios de nidificação (Borgmann & Colway 2015). Para um dos ninhos que foi encontrado recentemente predado (ver **Resultados**) com distúrbios evidentes na vegetação associada ao sítio, a parcela-ninho foi alocada imediatamente ao lado onde a vegetação se encontrava com aspecto semelhante e íntegro.

Com o objetivo de descrever possíveis correlações das características mensuradas

com os sítios de nidificação ou com os locais não usados, foi empregada uma ordenação das parcelas via Análise em Componentes Principais (Legendre & Legendre 2003); realizada em ambiente R (disponível em <<https://www.r-project.org/>>), utilizando-se o pacote *vegan* 2.4-2 (Dixon 2003).

### Manejo do campo e incidência temporal do fogo na área de estudo

Com base em observações realizadas na área de estudo entre julho e dezembro de 2014 e entre janeiro e dezembro de 2016, nos resultados da análise do regime local de queimadas através de imagens de satélite realizada por Teixeira (2016) e em informações provenientes dos pecuaristas locais, obtidas por meio de conversas informais, em conjunção com dados históricos sobre queimadas para o município de São João del-Rei, fornecidos pelo Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Programa Queimadas (através da compilação das ocorrências de focos de incêndios registradas entre o período de 2013-2016, disponibilizadas em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas/>>), o manejo de queima empregado nos campos nativos e a incidência temporal de queimadas para o município foi descrito sucintamente. A partir desse panorama e as informações aqui obtidas sobre a nidificação de *A. nattereri*, foi possível discutir as implicações em potencial desse cenário para a reprodução da espécie na área de estudo.

## RESULTADOS

Cinco ninhos foram encontrados durante os períodos de estudo, um na estação reprodutiva de 2014 (ninho #1) e os demais na estação de 2016 (Tab. 1). Três dos ninhos (#2, #3 e #4) foram encontrados quando as supostas fêmeas (indivíduos não identificados) incubando foram acidentalmente expulsas dos ninhos (Fig. 1) por conta da proximidade do observador, voando repentinamente e pousando próximo, mas sem, no entanto, emitir vozes de alarme ou efetuar qualquer tipo de *display* antipredatório.

**Tabela 1.** Informações sobre os cinco ninhos de *Anthus nattereri* encontrados nos campos nativos de São João del-Rei, MG, em 2014 e 2016. Os dados morfométricos dos ninhos se encontram em centímetros.

Ninhos					
	#1	#2	#3	#4	#5
Latitude (S)	21°13'14,65"	21°13'42,65"	21°15'42,65"	21°15'43,35"	21°13'39,93"

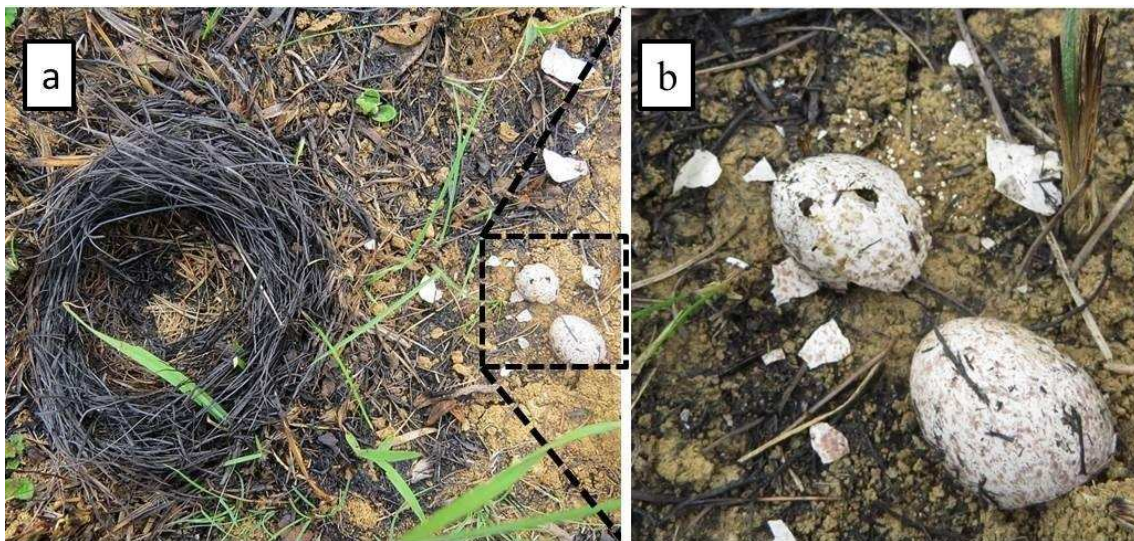
Ninhos					
	#1	#2	#3	#4	#5
<b>Longitude (W)</b>	44°10'38,91"	44°10'44,12"	44°09'06,18"	44°09'08,30"	44°11'02,61"
<b>Altitude (m)</b>	1.087	1.076	1.113	1.110	1.088
<b>Ø externo</b>	-	8,95	9,07	-	11,00
<b>Ø interno</b>	-	6,34	6,84	-	6,90
<b>Altura</b>	-	5,00	4,00	-	4,50
<b>Profundidade</b>	-	4,00	3,50	-	3,50
<b>Destino</b>	Queimado	Abandonado/ Coletado	?	Predado / Enterrado por térmitas	Predado / Coletado



**Figura 1.** Ninhos #2 e #3 de *Anthus nattereri* encontrados em outubro e novembro de 2016, respectivamente, nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG. A foto de baixo mostra a presumível fêmea incubando os ovos do ninho #3. Fotos: VTL.

Dois dos cinco ninhos encontrados foram atribuídos a *A. nattereri* por meio de evidências indiretas. Em 30 de setembro de 2014, o ninho #1 foi encontrado parcialmente queimado e com sua estrutura caída no solo, mas ainda relativamente preservada (o campo onde o ninho se encontrava havia sido incendiado *c.* de uma semana antes). Havia restos de cascas de ovos relativamente íntegras ao redor do ninho,

permitindo a documentação do seu padrão de coloração (Fig. 2). Assumiu-se que o ninho em questão pertence a *A. nattereri*, pois: i) na ocasião do registro foram observados machos de *A. nattereri* realizando *displays* aéreos neste mesmo local; ii) as características de morfologia e disposição do ninho no solo, bem como da coloração dos ovos, confere com o observado na área de estudo para a espécie; e iii) embora *A. nattereri* possa ocorrer localmente em sintopia com *A. hellmayri* Hartert, 1909 na região, esta foi uma situação infrequente no local de registro deste ninho, onde *A. hellmayri* raramente foi registrado, nunca defendendo territórios duradouros (VTL, obs. pess.).



**Figura 2.** Ninho #1 (a) e respectivas cascas de ovos associadas (b) encontrado em setembro de 2014 em um campo nativo recém-queimado do município de São João del-Rei, MG, atribuídos a *Anthus nattereri* devido às suas características compatíveis com o documentado para a espécie (vide texto). Fotos: VTL.

O ninho #5 foi encontrado em 16 de novembro de 2016 dentro dos limites do território de um macho monitorado. Esse ninho teve seu conteúdo predado possivelmente momentos antes, pois a vegetação que encobria o ninho havia sido afastada, ainda continha sacos fecais frescos na câmara oológica e havia uma grande quantidade de penas de contorno e rêmiges semi-extrovertidas, possivelmente dos ninhegos, em seu interior e nos arredores (Fig. 3). Neste caso, também condizem com o esperado para *A. nattereri* o padrão do ninho, inclusive dos materiais empregados em sua arquitetura e sua disposição diretamente no solo (vide adiante **Descrição dos ninhos**), e a cor ocre do vexilo externo das rêmiges (Hellmayr 1921). Novamente é possível descartar *A. hellmayri*, pois esta espécie nunca foi registrada no campo onde o ninho foi encontrado, mesmo após 11 meses de monitoramento contínuo durante o ano

de 2016 (VTL, obs. pess.).



**Figura 3.** Ninho #5 encontrado vazio em um campo nativo do município de São João del-Rei, MG, durante o mês de novembro de 2016, mas atribuído a *Anthus nattereri* por se encontrar em um território desta mesma espécie, pelo seu padrão de construção e coloração das (a) rêmiges encontradas em seu interior (indicadas pela seta branca) e destacadas na imagem da direita acima (b). Ninho #5 visto por outro ângulo mostrando também os sacos fecais encontrados em seu interior (indicado pela seta branca) (c). Fotos: VTL.

### Descrição dos ninhos

As medidas (Tab. 1), o formato e modo de sustentação (Figs. 1, 2, 3 e 4) aqui reportados para os cinco ninhos de *A. nattereri* indicam que podem ser classificados conforme Hansell (2000) como do tipo *cup on the ground* ou cesto construído diretamente sobre o solo, e como cesto baixo/base, de acordo com Simon & Pacheco (2005). Os ninhos são invariavelmente construídos sobre o solo desnudo e na base das touceiras de gramíneas nativas e outras herbáceas não gramínoides. A vegetação circundante geralmente é de altura suficiente para se curvar sobre o ninho, cobrindo-o totalmente por cima e formando uma espécie de redoma protetora, onde se observa uma única abertura por onde os adultos acessam o ninho (Fig. 1).

O cesto dos quatro ninhos íntegros encontrados foram constituídos por duas

camadas estruturais de materiais derivados majoritariamente de elementos vegetativos secos de gramíneas, sem nenhum revestimento externo ou interno (Fig. 4). A câmara oológica, que constitui a camada mais interna (Fig. 4c), é formada basicamente por folhas filiformes secas e (em menor proporção) ainda verdes, que são entrelaçadas de maneira mais consistente. Embora seja revestida lateralmente pela camada mais externa, é ela que está em contato direto com o solo na porção basal do ninho. A camada mais externa pode ser composta predominantemente por pequenas coroas de gramíneas entouceiradas (ninho #2) ou por hastes de pequena espessura com folhas laminares aderidas (ninho #5), que são entrelaçadas entre si. Quando esses dois materiais estão presentes nesta camada, nota-se que as coroas foram dispostas principalmente pela periferia dos ninhos (ninhos #3 e #4, Fig. 4a e b). Nessa região se encontram mal aderidas e amontoadas entre si, provavelmente auxiliando a sustentar o interior do ninho e a nivelar sua borda em relação aos arredores. As bases das plantas onde os ninhos são situados podem ser integradas à construção, estando em contato direto com a câmara oológica (ninhos #2 e #4). Nesse caso, a camada mais externa não estava presente nesta porção do ninho.



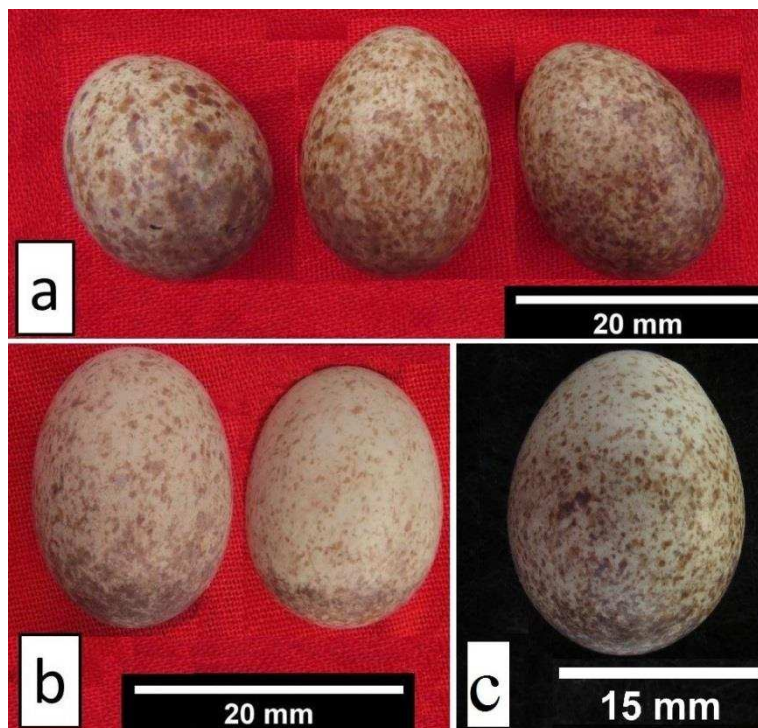
**Figura 4.** Ninho #4 com indicações das duas camadas estruturais que constituem os ninhos de *Anthus nattereri* encontrados nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, entre outubro e novembro de 2016: (a) camada mais externa composta por coroas de gramíneas entouceiradas e/ou por (b) hastes com folhas laminares entrelaçados, que envolvem a camada mais interna (c), que forma a câmara oológica e é composta por folhas filiformes secas e ainda verdes mais firmemente entrelaçadas. Fotos: VTL.

### **Tamanho da postura e destino dos ninhos**

A postura foi de três ovos em dois ninhos (#2 e #3) e dois ovos em outro (#4). Durante o monitoramento (Tab. 1), os ninhos #2 e #4 foram presumivelmente predados na fase de ovo, embora não tenham sido detectados sinais de predadores ou danos à estrutura dos ninhos. Entre o seu encontro (12/10/2016) e cinco dias depois, o conteúdo do ninho #2 desapareceu parcialmente, restando apenas um dos três ovos da ninhada, o qual foi posteriormente abandonado. Dos três ovos que compunham a postura do ninho #3, encontrado dia 31/10/2016 e vistoriado novamente dia 03/11/2016, aparentemente somente dois eclodiram, pois foram encontrados apenas dois ninhegos na visita subsequente (07/11/2016). Em nenhum momento durante o monitoramento desse ninho (dias 07, 10, 15 e 18/11/2016), em seu interior ou no seu perímetro, foi notada a presença de sacos fecais, indicando que são removidos pelos adultos. Não foi possível definir com exatidão se os ninhegos deixaram o ninho com sucesso ou foram predados após *c.* de 14 dias de desenvolvimento. Não havia sinais de predação e os ninhegos e adultos não foram localizados nos arredores. O ninho #4, encontrado dia 03/11/2016, aparentemente foi enterrado por térmitas após ter sido predado (entre os dias 10 e 15/11/2016), pois sua estrutura foi encontrada sob uma fina camada de solo úmido, onde não havia sinal da presença dos ovos ou ninhegos.

### **Descrição dos ovos**

Os ovos (n=6) em média  $\pm$  DP (mín-máx) mediram  $19,8 \pm 0,6$  (19,2-20,8) x  $15,06 \pm 0,45$  (14,6-15,9) mm e seus formatos variaram entre ovoide (n=5; postura do ninho #2 e dois dos três ovos do #3) e subelíptico (n=2; postura do ninho #3), sendo que um dos ovos do ninho #3 era mais arredondado que os demais (Fig. 5). A casca é lisa e grada de opaca a moderadamente brilhante. A coloração dos ovos também se mostrou variada entre a postura do ninho #2 e as posturas dos ninhos #3 e #4. A cor de fundo variou de um branco pardacento (ninhos #3 e #4, Fig. 5a e b) até branco acinzentado (ninho #2, Fig. 5c), sendo marcada com manchas e pintas de diferentes tonalidades de marrom. Essas marcações podem estar concentradas no polo rombo ou estarem espalhadas de maneira mais uniforme por toda a casca do ovo (Fig. 5).

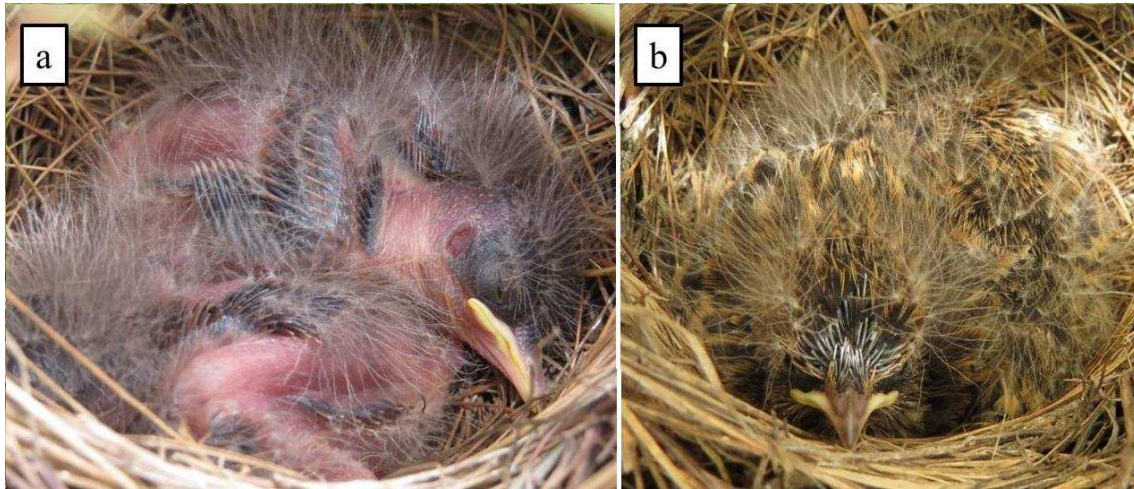


**Figura 5.** Diversificação da forma e cor dos ovos de *Anthus nattereri* encontrados nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, entre outubro e novembro de 2016: (a) postura do ninho #3, mostrando um ovo de formato mais arredondado posicionado a esquerda, (b) postura do ninho #4, (c) um dos ovos da postura do ninho #2. Fotos: VTL.

### Descrição dos ninhegos

Os ninhegos com *c.* de seis dias de vida (Fig. 6a) do ninho #3 possuíam olhos parcialmente abertos, eram de tamanhos similares e predominantemente nus, sendo que as zonas aptérias eram rosadas e as zonas de pterila, região perioftálmica e orbital eram cinzentas. Os ninhegos eram recobertos nas pterilas por neossoptilas de cor cinza clara e com exceção dos tratos capital e caudal, canhões cinza escuros com extremidades pardas emergiam por todo o corpo. A ranfoteca era de cor rosada, com tônia e ricto proeminente de cor amarela.

Já com *c.* de 11 dias (Fig. 6b), os mesmos possuíam os olhos totalmente abertos e estavam inteiramente recobertos na região dorsal por penas de contorno de centro preto e com borda ocre, com neossoptilas esparsas ainda presentes. Rêmiges e retrizes aparentemente ainda não estavam evidentes, e canhões ainda eram perceptíveis nos tratos capital e ventral. A ranfoteca possuía uma cor mais escura, de tom pardo, e a tônia e ricto ainda eram notoriamente amarelos. Em todas as visitas de monitoramento deste ninho os ninhegos se mostraram letárgicos, não se movimentando ou pedinchando com a aproximação do observador.



**Figura 6.** Ninhegos de *Anthus nattereri* com c. de seis dias de vida (a) e com c. de 11 dias (b) do ninho #3, encontrado nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, em outubro de 2016. Fotos: VTL.

### **Caracterização dos sítios de nidificação de *A. nattereri***

Em um contexto do habitat local, os sítios de nidificação estavam situados em manchas de campo limpo relativamente extensas (afastados das bordas das matas ripárias que ocupam as drenagens e dos ambientes intensivamente modificados), com visível predominância de gramíneas nativas de crescimento entouceirado e/ou ereto, associados a solos bem drenados e vertentes com declividade predominantemente suavemente ondulada (3 a 8% de inclinação) a ondulada (8 a 20%), em altitudes variando de 1.076 a 1.115 m (Tab. 1). A distância mínima dos ninhos em relação às estradas de chão batido em média  $\pm$  DP foi de  $52,6 \pm 35,20$  m, variando de 12 até 105 m.

Contemplando uma escala mais restrita, dois ninhos (#2 e #5) estavam situados em manchas remanescentes não queimadas que mantiveram a vegetação graminoide mais desenvolvida em contraponto com os arredores, majoritariamente consumido pelo fogo e, portanto, exibindo estágios de regeneração mais iniciais (Fig. 7). A distância dos ninhos em relação às bordas mais próximas dessas manchas foi de 1,1 (#5) e 2,2 (#2) m. O ninho #2 estava situado em uma porção mais periférica da mancha, a qual possuía maior dimensão que a mancha onde estava alocado o ninho #5, posicionado aproximadamente ao seu centro (Fig. 7). Os ninhos #3 e #4 estavam em um campo que possuía uma área maior de cobertura vegetal homogênea em termos de tempo de regeneração desde a última queimada ( $> 1$  ano e  $< 2$  anos). Este campo foi dividido em quadrantes (com c. de 6 ha cada) através da estrada e de aceiros e o manejo com fogo

tem sido aplicado de forma alternada em meses diferentes para cada um deles. A distância desses ninhos entre si foi de 64 m (diferentes indivíduos incubando) e em relação à borda do quadrante queimado mais próximo foi de 18 m para o #3 e 10 m para o #4.

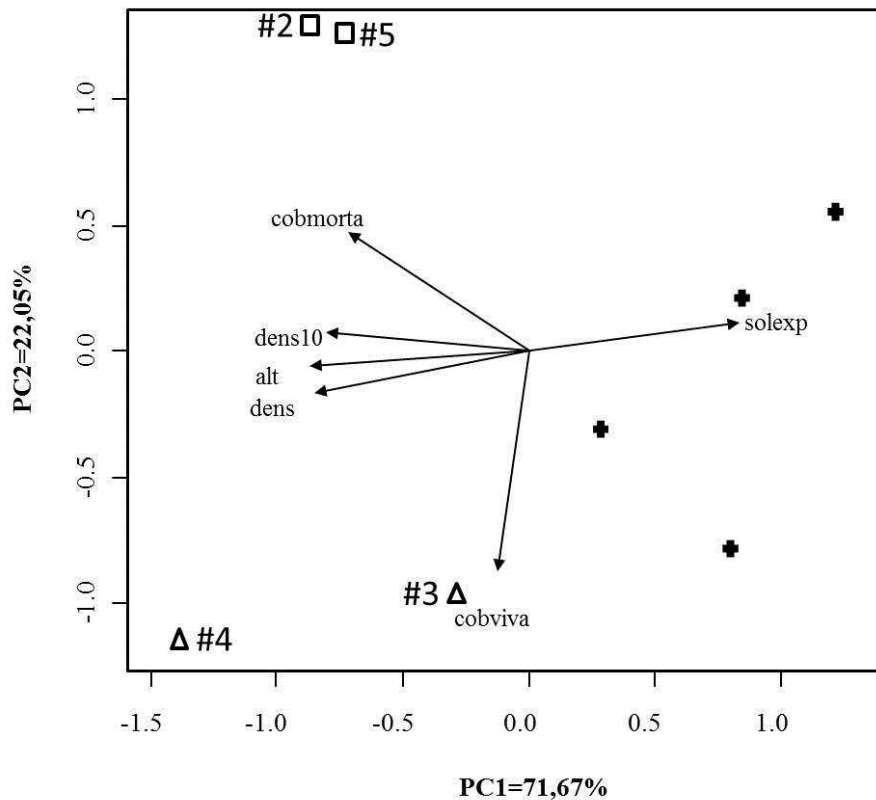


**Figura 7.** Localização do ninho #5 indicada pela seta branca atribuído a *Anthus nattereri* (vide texto) encontrado em novembro de 2016 em um campo nativo do município de São João del-Rei, MG. Estava situado em uma mancha remanescente desde a última queimada neste local com *c.* 2 m de extensão em seu menor eixo, delimitada aproximadamente pela linha preta. Foto: VTL.

Especificamente, os sítios de nidificação apresentaram valores médios maiores de cobertura do solo, densidade e altura da vegetação em contraposição aos locais não usados nos arredores, que apresentaram maior quantidade de solo exposto (Tab. 3). Este resultado foi ressaltado pela Análise em Componentes Principais, cujos descritores do habitat empregados nitidamente discriminaram os sítios de nidificação dos locais não usados logo no primeiro componente de ordenação, que conjuntamente com o segundo explicou 93% da variação dos dados (Fig. 8).

**Tabela 3.** Valores médios, desvio padrão (DP), mínimos e máximos (mín-máx) dos atributos de habitat mensurados nos sítios de nidificação de *Anthus nattereri* (parcelas-ninho, N=4) e locais não usados (parcelas arbitrárias, N=4) nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, entre outubro e dezembro de 2016. Legenda: CobViva = Cobertura por vegetação viva, CobMorta = Cobertura por vegetação morta.

Atributos/Parcelas	Média ( $\pm$ DP)		Mín-Máx	
	Ninho	Arbitrária	Ninho	Arbitrária
CobViva (%)	48,3(17,2)	47,6(9,06)	33,3-63,9	36,8-57,0
CobMorta (%)	43,9(15,6)	13,9(5)	28,5-59	8,4-20,1
Solo exposto (%)	5,4(4,6)	38,2(12,5)	0-11,1	26,4-54,9
Densidade 0-10cm (%)	73,5(5,2)	62,5(5,7)	67,3-79,7	57,2-70,5
Densidade média (%)	30,2(6,9)	12,01(3,3)	25,8-40,5	8,7-15,3
Altura (cm)	33,3(8,2)	14,7(3,6)	24,6-44,3	10,8-19,1



**Figura 8.** Diagrama de ordenação dos sítios de nidificação de *Anthus nattereri* e os locais não usados pela espécie nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, amostrados entre outubro e dezembro de 2016, com os dois primeiros componentes da Análise em Componentes Principais (ACP): quadrado = ninhos situados em manchas de vegetação campestre com mais de dois anos de regeneração pós-queimada, triângulo = ninhos situados em vegetação com > de 1 ano < 2 anos de regeneração, e cruz = locais não usados. Legenda dos atributos: cobviva = cobertura por vegetação viva, cobmorta = cobertura por vegetação morta, solexp = solo exposto, dens10 = densidade da vegetação entre 0 e 10 cm de altura, dens = densidade média da vegetação, alt = altura da vegetação.

As variáveis com maior contribuição para o primeiro componente da ordenação foram o percentual de solo exposto, que apresentou correlação positiva, seguido conjuntamente pela altura da vegetação, cobertura por vegetação morta, densidade média da vegetação e a densidade entre 0 e 10 cm de altura, todas com correlações negativas e contribuições similares (Tab. 4, Fig. 8). Os locais não usados amostrados possuíam c. de oito meses de regeneração pós-fogo, exibindo uma vegetação mais baixa e menos densa que os sítios de nidificação, o que por sua vez ocasiona uma maior exposição do solo ainda que apresentassem proporções semelhantes de cobertura por vegetação viva (Tab. 3, Fig. 8).

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação entre os atributos dos sítios de nidificação de *Anthus nattereri* e os locais não usados pela espécie nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, amostrados entre outubro e dezembro de 2016, e os dois primeiros componentes de ordenação da Análise em Componentes Principais.

<b>Atributos/Componentes</b>	<b>PC1</b>	<b>PC 2</b>
Cobertura vegetal viva	-0,0661	-0,8570
Cobertura vegetal morta	-0,3917	0,4657
Solo exposto	0,4574	0,1149
Altura	-0,4733	-0,0581
Densidade entre 0-10cm	-0,4385	0,0701
Densidade média	-0,4653	-0,1645

Cabe destacar também que o segundo componente segregou fortemente os sítios de nidificação em termos de predominância do tipo de cobertura (Fig. 8, Tab. 4). Isso se deve ao fato de que embora dois dos quatro ninhos (#2 e #5) estivessem situados em manchas distantes uma da outra (~500 m), ambas possuíam uma vegetação estruturalmente semelhante, com > 2 anos de sucessão pós-fogo. Sendo mais senescentes, acumulavam matéria vegetal morta em quantidade superior ao campo onde os outros dois ninhos (#3 e #4) foram encontrados, o qual possuía *c.* 1,5 anos de regeneração.

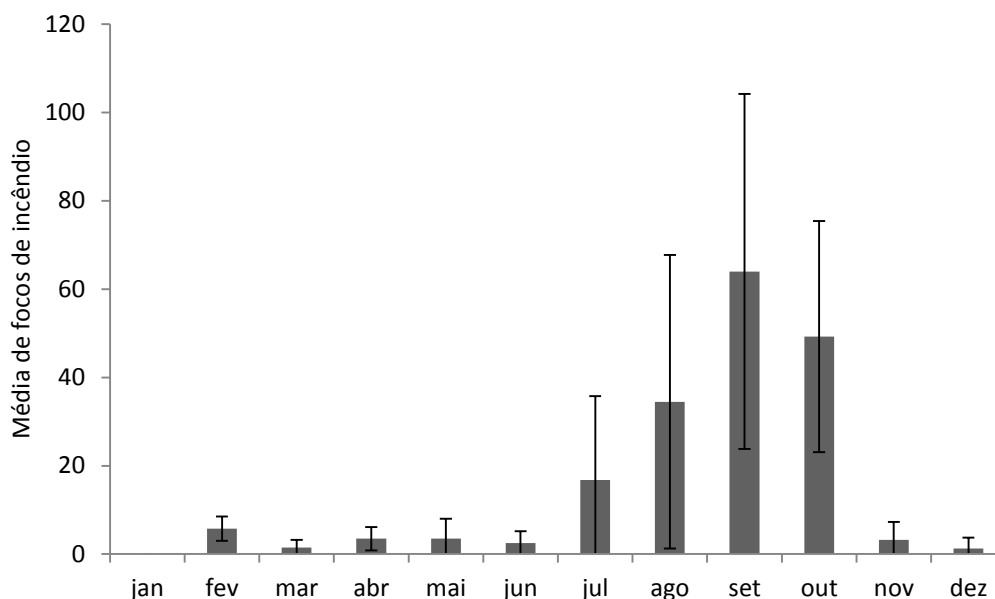
### **Manejo do campo e incidência temporal do fogo na área de estudo**

As densidades de gado estocadas nas pastagens locais são baixas (0,22 unidades animais/ha – INAES 2015), e possivelmente o pastejo possui um efeito mínimo e local na estruturação da vegetação quando comparado com o fogo, que pode ser considerado o principal agente direcionador da dinâmica sucessional deste setor dos CARG (Teixeira 2016).

De acordo com os pecuaristas da região, o manejo do campo nativo com fogo para renovação da pastagem por décadas vem sendo realizado ao menos a cada dois anos, geralmente alternando-se áreas queimadas com diferentes tamanhos dentro de uma mesma propriedade. Esse cenário foi amparado por Teixeira (2016), que documentou um intenso histórico de queimadas na região, sendo que ~10% de uma área de ~24.000 ha foram afetadas por queimadas anuais entre 1984 e 2015.

A maior parte das queimadas é realizada no final da estação seca e início das

chuvas (entre julho e outubro), conforme também indicam os registros do Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Programa Queimadas para o município de São João del-Rei para os últimos quatro anos (Fig. 9).



**Figura 9.** Média mensal ( $\pm$  desvio padrão, representados pelos *whiskers*) de focos de incêndio detectados entre o período de 2013 e 2016 para o município de São João del-Rei, MG, de acordo com o Banco de Dados de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Programa Queimadas (compilação das ocorrências de focos de incêndios disponibilizadas em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas/>>).

Os campos só são uniformemente queimados quando o fogo é minuciosamente controlado pelas pessoas que estão aplicando o manejo, quando então o campo é vistoriado na medida em que a linha de fogo avança e áreas porventura não queimadas são incendiadas. Caso contrário, dependendo da intensidade do fogo, porções de vegetação mais alta e densa com dimensões variadas permanecem intactas, criando uma heterogeneidade em curta escala e dando um aspecto de mosaico aos campos (Fig. 10a). Essas manchas podem ser queimadas posteriormente, conforme foi observado em outubro de 2016 em um dos locais da área de estudo, *c.* de oito meses depois do último manejo com fogo realizado neste campo (Fig. 10b).



**Figura 10.** Queimadas realizadas em campos nativos no município de São João del-Rei, MG: Manchas de vegetação não atingidas pelo fogo (setas) com dimensões variadas em meio a um campo que foi majoritariamente queimado (a). Manchas remanescentes queimadas em outubro de 2016 depois de *c.* de oito meses do último evento de manejo com fogo nesta área de campo (b). Fotos: VTL.

Também não é rara a ocorrência de incêndios acidentais ou mesmo criminosos, que podem atingir grandes extensões e dependendo da sua intensidade promover uma homogeneização da paisagem ao se propagar sem controle por várias áreas, interferindo e prejudicando o esquema de rotatividade dos proprietários cujos terrenos são atingidos.

## DISCUSSÃO

As datas de encontro dos ninhos aqui reportadas entre setembro e novembro e o padrão sazonal de territorialidade exibido pela espécie nos CARG, com anúncio e demarcação territorial a partir de junho, estendendo-se até o final de dezembro (Cap. 2), suportam que *A. nattereri* possui uma fenologia reprodutiva similar ao observado para outros Passeriformes da região central e centro-sul do Brasil (Sick 1997, Marini & Durães 2001, Marini *et al.* 2012). A emissão de vocalizações e anúncio simultâneo de territórios reprodutivos através de *displays* aéreos é típica para aves do gênero *Anthus* (Tyler 2004). Em tal contexto, adicionalmente às poucas evidências diretas de reprodução conhecidas para o sul do Brasil e Argentina, a época restrita que esse comportamento também é exibido pelas populações meridionais de *A. nattereri* indica que o período reprodutivo da espécie nesse setor está compreendido entre julho e fevereiro (Belton 1985, Tyler 2004, Chebez *et al.* 2008, Azpiroz & Blake 2009, Bencke *et al.* 2013), cronologicamente semelhante ao padrão encontrado para a avifauna dessa

região subtropical (Reppening & Fontana 2011, Maurício *et al.* 2013) e para as populações dos CARG.

Os ninhos de *A. nattereri* aqui referidos são semelhantes à única descrição conhecida de um ninho sem procedência ou contexto de sua inserção no habitat fornecida por Ihering (1900). Já Short (1971) cita o encontro de um ninho ao lado de uma touceira em um campo próximo ao rio Paraná no dia 22 de outubro de 1967, em Corrientes (Argentina), mas não fornece maiores detalhes sobre sua forma e estrutura. Ninhos do gênero *Anthus* são tipicamente cestos construídos com gramíneas secas alocados no solo, e embora pareça não haver variabilidade interespecífica nesse padrão de construção (Tyler 2004), a maioria das descrições existentes para as espécies Sul-Americanas são genéricas (*e.g.* Ihering 1900, Belton 1985, Andors & Vuilleumier 1995, Tyler 2004, Lombardi *et al.* 2010, Freitas & Francisco 2012, De La Peña 2013) e carecem de detalhamento suficiente para se definir inequivocamente, por exemplo, se os materiais mais delicados empregados na construção da câmara oológica são de fato revestimentos ou componentes estruturais, sendo os últimos essenciais para a manutenção da integridade e forma do ninho (Hansell 2000).

O tamanho da postura de *A. nattereri* de dois a três ovos condiz com o registrado para outras espécies Neotropicais do gênero (Tyler 2004, Freitas & Francisco 2012, De La Peña 2013, Maurício *et al.* 2013). Short (1971) menciona um conteúdo de quatro ovos para o ninho encontrado na Argentina. Posturas entre dois e quatro ovos estão de acordo com o documentado para espécies de aves do Hemisfério Sul (Martin *et al.* 2000). Os ovos de *A. nattereri* descritos por Ihering (1900), que não menciona quantos foram analisados, possuem coloração e dimensão que se enquadram na variação descrita neste estudo. O polimorfismo dos ovos também foi relatado para outras espécies do gênero de presumível parentesco filogenético mais próximo com *A. nattereri* (Voelker 1999), como *A. lutescens* (Freitas & Francisco 2012) e *A. spragueii* (Baicich & Harrison 1997).

Ninhos alocados diretamente ou próximo do solo em ambientes campestres, guilda onde *A. nattereri* se insere, tendem a possuir maior vulnerabilidade do que ninhos construídos em alturas maiores (Ricklefs 1969, Martin 1993b). Sob tais pressões seletivas, espera-se que as aves demonstrem forte predisposição para selecionar sítios de nidificação com características que minimizem a probabilidade de detecção dos ninhos pelos predadores (Block & Brennan 1993, Martin 1993a, Lima 2009, Mainwaring *et al.* 2014). Ademais, no processo de seleção do local do ninho a ave tende a considerar não

só sua conspicuidade em relação aos predadores, mas também a proteção contra intempéries, como o vento, o excesso de perda térmica noturna ou o excesso de ganho de calor diurno pela radiação solar (Walsberg 1985, Mainwaring *et al.* 2014). A especialização pode levar a estereotipia na escolha do substrato e local do ninho, sendo um fenômeno aparentemente conservativo em termos evolutivos (Martin 1993a). Dessa forma, distintos microhabitats podem ser requeridos para se cumprir objetivos diferentes da história de vida de uma espécie (Block & Brennan 1993, Beyer *et al.* 2010).

Nesse contexto, não obstante *A. nattereri* também estabeleça territórios e forrageie em campos nativos recém-queimados, com maior quantidade de solo exposto (Cap. 2), a caracterização dos sítios de nidificação apresentada aqui sugere que a espécie pode estar selecionando locais com vegetação mais alta e densa para abrigar o seu ninho. Por consequência, *A. nattereri* parece depender de porções de vegetação campestre em estágio mais avançado de regeneração para reproduzir. A preferência da espécie por áreas portando vegetação campestre mais desenvolvida parece predominar na região dos Campos de Cima da Serra, setor meridional de sua distribuição geográfica, onde a associação de *A. nattereri* com áreas recém-queimadas não tem sido observada (Bencke *et al.* 2013), aparentemente contrastando com a situação retratada no âmbito do Cerrado (Parker & Willis 1997, Cap. 2).

Apesar dos resultados aqui apresentados sobre os sítios reprodutivos de *A. nattereri* serem provenientes de poucas amostras e possuírem limitação temporal e geográfica, a exigência de manchas com maior fitomassa e pouca exposição do solo durante a reprodução é amparada em estudos mais robustos conduzidos em outros continentes para outras espécies campestres especialistas obrigatórias da família Motacillidae (ecologicamente similares), tais como *A. spragueii* da América do Norte (Sutter 1997, Dieni & Jones 2003, Fisher & Davis 2011), e *Hemimacronyx chloris* (Lichtenstein, 1842) da África meridional (Little *et al.* 2015), ambas também consideradas globalmente ameaçadas de extinção (BirdLife International 2017).

*Hemimacronyx chloris* é uma espécie de distribuição restrita (Tyler 2004) cujo sucesso reprodutivo foi incrementado em pastagens naturais sujeitas ao manejo bianual com fogo e com pressões baixas de pastejo em relação às áreas sujeitas a um regime mais intenso de distúrbios (Little *et al.* 2015). Deste modo, já que os campos são majoritariamente manejados de forma semelhante neste setor dos CARG, é possível que as populações locais de *A. nattereri* também estejam sendo favorecidas por tais práticas, uma vez que a espécie é relativamente abundante na área (Cap. 2).

Por outro lado, foi apresentada evidência de que existe localmente um efeito direto do fogo sobre a reprodução de *A. nattereri* devido à possibilidade de destruição dos ninhos durante as queimadas, cujo pico de ocorrência coincide com o início da sua temporada reprodutiva. Além disso, há de se considerar os efeitos indiretos das queimadas que envolvem mudanças drásticas provocadas na estrutura da vegetação, as quais podem favorecer algumas espécies em detrimento de outras (Di Giacomo *et al.* 2011, Frizzo *et al.* 2011, Maphisa *et al.* 2016). *Hemimacronyx chloris* pode não se reproduzir em áreas queimadas anualmente e/ou sobrepastejadas, ou na estação reprodutiva concomitante à queima em áreas bianualmente queimadas (Little *et al.* 2015). Di Giacomo *et al.* (2011) também demonstraram que *Alectrurus risora* (Vieillot, 1824), uma espécie de Tyrannidae campestre especialista obrigatória da América do Sul meridional, não nidifica em áreas recentemente queimadas sem vegetação adequada, se deslocando para outros locais intactos nas imediações. Nas temporadas reprodutivas seguintes com a regeneração da vegetação, indivíduos da espécie recolonizaram e reproduziram na área queimada onde estavam estabelecidos anteriormente (Di Giacomo *et al.* 2011).

Territórios de *A. nattereri* situados em campos com dois anos ou mais de sucessão pós-fogo que tiveram sua cobertura vegetal severamente comprometida pelas queimadas ocorridas entre agosto e setembro de 2016 foram desestabilizados (Cap. 2), como observado em áreas recém-queimadas nos Campos de Cima da Serra (Bencke *et al.* 2013). Não foi constatado sinais de reprodução nesses locais atingidos por queimadas de maior intensidade na temporada reprodutiva concomitante (VTL, obs. pess.). Assim, como o ocultamento dos ninhos pela vegetação pode ter um papel crucial na escolha de sua localização, e, por conseguinte, no desempenho reprodutivo de espécies de Passeriformes especialistas que nidificam em regiões campestres onde o fogo é o fator preponderante na estruturação da fitomassa herbácea (Little *et al.* 2015), a nidificação pode ter sido temporalmente ou totalmente suprimida localmente devido à falta da cobertura mínima exigida por *A. nattereri*, mesmo com o avanço da regeneração do campo ao longo da estação chuvosa.

Uma possível estratégia de manejo para *A. nattereri* na área de estudos é a manutenção de refúgios através da criação de mosaicos de manchas queimadas e não queimadas em pequena escala (Parr & Andersen 2006), o que poderia aumentar a disponibilidade de sítios de nidificação adequados e amenizar os impactos demográficos negativos decorrentes da eliminação instantânea da vegetação em grandes áreas

queimadas, facilitando a subsequente reorganização espacial da população através do aumento das taxas de recolonização e/ou permanência nas áreas afetadas, (Di Giacomo *et al.* 2011, Bencke *et al.* 2013). Indivíduos de *A. risora*, por exemplo, permaneceram nos campos queimados que mantiveram tais refúgios e inclusive reproduziram nas manchas não queimadas, sem que houvesse interferência significativa no sucesso reprodutivo dos indivíduos (Di Giacomo *et al.* 2011).

Por coexistir com o fogo em campos nativos evolutivamente influenciados por este distúrbio, como no âmbito do Cerrado, é esperado que *A. nattereri* exiba certa resiliência dentro da amplitude de variabilidade natural das queimadas, aptidão que é intrínseca aos organismos estritamente associados a este tipo de habitat (Cody 1985, Bond & Parr 2010, Durigan & Ratter 2016). Porém, uma vez que esse regime de fogo é alterado pelas atividades humanas, seja por modificação de seus aspectos principais (intensidade, severidade, frequência e sazonalidade) ou por total supressão, é fundamental investigar a resposta das populações-alvo e a magnitude dos efeitos diretos e indiretos dessas alterações (Sodhi *et al.* 2011, Maphisa *et al.* 2016).

A alta frequência de queimadas pode não prover habitats ótimos ou mesmo minimamente viáveis para a nidificação de espécies campestres especialistas, devido à falta de cobertura necessária para proteção do ninho (Little *et al.* 2015). Portanto, campos anualmente queimados, conforme relatado para as áreas de ocorrência de *A. nattereri* nos Campos de Cima da Serra (Bencke *et al.* 2013), podem estar atuando como dreno de populações para esta espécie (Davis *et al.* 2016). Por outro lado, a supressão total das queimadas, problema crônico das unidades de conservação que incluem ambientes campestres nativos do Brasil, também é prejudicial ao promover o adensamento demasiado do estrato herbáceo, acumulando material combustível, e/ou de plantas lenhosas, tornando as áreas suscetíveis a incêndios de grandes proporções (Pillar & Vélez 2010, Luza *et al.* 2014, Durigan & Ratter 2016), aumentando o risco de predação dos ninhos (Klug & Jackrel 2010) ou mesmo eliminando habitats adequados por prejudicar a efetividade do forrageamento das espécies buscadoras ativas de solo (Cody 1968, Barkman 1988, Wilson *et al.* 2005). Talvez a eliminação das queimadas tenha sido um dos principais fatores responsáveis pela provável extinção de espécies campestres especialistas em unidades de conservação do estado de São Paulo (Parker & Willis 1997, Willis 2004, Motta-Júnior *et al.* 2008), tais como *A. nattereri* e *Geositta poeciloptera* (Wied, 1830).

Este trabalho apresentou os primeiros dados consistentes a respeito da biologia

reprodutiva de *A. nattereri* para o Brasil, em especial para o setor norte de sua distribuição geográfica, complementando informações esparsas e/ou incompletas até então disponíveis. As informações fornecidas sobre o uso do habitat para a nidificação, ainda que preliminares, além de contribuírem para o conhecimento mais refinado a respeito das demandas autoecológicas de *A. nattereri*, também podem auxiliar na derivação de hipóteses para se analisar quais os fatores chave estariam afetando a seleção de habitat e o sucesso reprodutivo da espécie (Zalba *et al.* 2008). Assim, urge a realização de estudos direcionados e de longo prazo para além de se definir com precisão o período reprodutivo de *A. nattereri* avaliar e utilizar seu desempenho reprodutivo como indicador das condições do habitat em confronto com os diferentes cenários produzidos pelas práticas de manejo aplicadas aos CARG e ao longo de sua distribuição geográfica, gerando-se indicadores mais robustos da efetividade relativa dessas práticas na conservação da espécie (Martin 1993a, Azpiroz *et al.* 2012, Little *et al.* 2015, Davis *et al.* 2016).

## REFERÊNCIAS

- Andors, A. V. & Vuilleumier, F. 1995. Breeding of *Anthus furcatus* (Aves: Motacillidae) in northern Patagonia, with a review of the breeding biology of the species. *Ornitología Neotropical*, 6:37–52.
- Azpiroz, A. B. & Blake, J. G. 2009. Avian assemblages in altered and natural grasslands in the northern campos of Uruguay. *The Condor*, 111:21-35.
- Azpiroz, A. B.; Isacch, J. P.; Dias, R. A.; Di Giacomo, A. S.; Fontana, C. S. & Palarea, C. M. 2012. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology*, 83:217-246.
- Baichich, P. J. & Harrison, C. J. O. 1997. *A Guide to the nests, eggs, and nestlings of North American birds, 2nd ed.* Academic Press, San Diego, California.
- Bartholomew, G. A. 1986. The role of natural history in contemporary biology. *BioScience*, 36:324-329.
- Belton, W. 1985. Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 2: Formicariidae through Corvidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 180:1-242.
- Barkman, J. J. 1988. A new method to determine some characters of vegetation structure. *Vegetatio*, 78:81–90.

- Bencke, G. A.; Dias, R. A.; Rupp, A. E.; Straube, F. C. & Maurício, G. N. 2013. *Anthus nattereri*. Pp. 77-80. In. Serafini, P.P. (org.) *Plano de Ação Nacional para a conservação dos passeriformes ameaçados dos Campos Sulinos e Espinilho (Série Espécies Ameaçadas, 31)*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasília.
- Beyer, H. L.; Haydon, D. T.; Morales, J. M.; Frair, J. L.; Hebblewhite, M.; Mitchell, M. & Matthiopoulos, J. 2010. The interpretation of habitat preference metrics under use-availability designs. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365: 2245-2254.
- BirdLife International. 2017. IUCN Red List for birds. Disponível em: <<http://www.birdlife.org>>. Acesso em: 18/01/2017.
- Block, W. M. & Brennan, L. A. 1993. The habitat concept in ornithology: theory and applications. *Current Ornithology*, 11: 35-91.
- Bond, W. J. & Parr, C. L. 2010. Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation*, 143: 2395-2404.
- Booth, D. T.; Cox, S. E.; & Berryman, R. D. 2006. Point sampling digital imagery with 'SamplePoint'. *Environmental Monitoring and Assessment*, 123: 97-108.
- Borgmann, K. L. & Conway, C. J. 2015. The nest-concealment hypothesis: new insights from a comparative analysis. *The Wilson Journal of Ornithology*, 127: 646-660.
- Cagney, J.; Cox, S. E. & Booth, D. T. 2011. Comparison of point intercept and image analysis for monitoring rangeland transects. *Rangeland Ecology and Management*, 64:309-315.
- Chebez, J. C.; Casañas, H.; Di Giacomo, A. S. & Azpiroz, A. B. 2008. Cachirla Dorada: *Anthus nattereri* Sclater, 1878. Pp. 360-362. In. Chebez, J. C. (ed.) *Los que se van: Fauna argentina amenazada, vol. 2*. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- Chiarani, E. 2014. *Biologia reprodutiva e seleção dos sítios de nidificação de Emberizoides ypiranganus (Aves: Passeriformes) em campos de altitude no sul do Brasil*. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Cody, M. L. 1968. On the methods of resource division in grassland bird communities. *The American Naturalist*, 102: 107-147.
- Cody, M. L. 1985. Habitat selection in grassland and open-country birds. Pp. 191-226. In. Cody, M. L. (ed.) *Habitat selection in birds*. Academic Press, Orlando, FL.

- Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; ter Steege, H.; Morgan, H. D.; van der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G. & Poorter, H (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51: 335-380.
- Davis, C. A.; Churchwell, R. T.; Fuhlendorf, S. D.; Engle, D. M. & Hovick, T. J. 2016. Effect of pyric herbivory on source–sink dynamics in grassland birds. *Journal of Applied Ecology*, 53: 1004-1012.
- De La Peña, M. R. 2013. *Nidos y reproducción de las aves argentinas*. Ediciones Biológica. Serie Naturaleza, Conservación y Sociedad N° 8. Santa Fe, Argentina.
- Dieni, J. S. & Jones, S. L. 2003. Grassland songbird nest site selection patterns in northcentral Montana. *The Wilson Bulletin*, 115: 388-396.
- Di Giacomo, A. G.; Di Giacomo, A. S. & Rebores, J. C. 2011. Effects of grassland burning on reproductive success of globally threatened Strange-tailed Tyrants *Alectrurus risora*. *Bird Conservation International*, 21: 411-422.
- Dixon, P. 2003. VEGAN, a package of R functions for community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 14: 927-930.
- Durigan, G. & Ratter, J. A. 2016. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53: 11-15.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. EMBRAPA Produção de Informação, Brasília; EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro.
- Fisher, R. J. & Davis, S. K. 2011. Habitat use by Sprague's pipits (*Anthus spragueii*) in native pastures and planted, non-native hay fields. *The Auk*, 128: 273-282.
- Freitas, M. S. & Francisco, M. R. 2012. Reproductive life history traits of the Yellowish Pipit (*Anthus lutescens*). *The Wilson Journal of Ornithology*, 124: 119-126.
- Frizzo, T. L.; Bonizario, C.; Borges, M. P. & Vasconcelos, H. 2011. Uma revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15: 365-379.
- Hansell, M. 2000. *Bird nests and construction behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hellmayr, C. E. 1921. Remarques sur les especes neotropicales du genre *Anthus*. *Hornero*, 2: 180-193.

- Heming, N. M.; Greeney, H. F. & Marini, M. Â. 2013. Breeding biology research and data availability for New World flycatchers. *Natureza & Conservação*, 11: 54-58.
- INAES - Instituto Antônio Ernesto de Salvo. 2015. *Estado da Arte das Pastagens em Minas Gerais*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Belo Horizonte. Disponível em: < <http://www.sistemaafaemg.org.br/>>. Acesso em: 13/01/2016.
- Ihering, H. von. 1900. Catálogo crítico-comparativo dos ninhos e ovos das aves do Brasil. *Revista do Museu Paulista*, 4: 191-300.
- Jones, J. 2001. Habitat selection studies in avian ecology: a critical review. *The Auk*, 118: 557-562.
- Jones, C. G. 2004. Conservation management of endangered birds. Pp. 269–301. In: Sutherland, W. J.; Newton, I. & Green, R. E. (eds.) *Bird ecology and conservation: A handbook of techniques*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jongsomjit, D.; Jones, S. L.; Gardali, T.; Geupel, G. R. & Gouse, P. J. 2007. *A guide to nestling development and aging in altricial passerines*. U. S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Biological Technical.
- Klug, P. E. & Jackrel, S. L. 2010. Linking snake habitat use to nest predation risk in grassland birds: the dangers of shrub cover. *Oecologia*, 162: 803-81
- Legendre, P. & Legendre, L. 2003. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam, Holland.
- Lima, S. L. 2009. Predators and the breeding bird: behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation. *Biological reviews*, 84: 485-513.
- Little, I. T.; Hockey, P. A. & Jansen, R. 2015. Predation drives nesting success in moist highland grasslands: the importance of maintaining vegetation cover for bird conservation. *Ostrich*, 86: 97-111.
- Lombardi, V. T.; Faetti, R. G.; D'Angelo-Neto, S.; Vasconcelos, M. F. & Gussoni, C. O. A. 2010. Notas sobre a nidificação de aves brasileiras raras e/ou pouco conhecidas. *Cotinga*, 32: 131-136.
- Luza, A. L.; Carlucci, M. B.; Hartz, S. M. & Duarte, L. D. S. 2014. Moving from forest vs. grassland perspectives to an integrated view towards the conservation of forest–grassland mosaics. *Natureza & Conservação*, 12: 166-169.
- Mainwaring, M. C.; Hartley, I. R.; Lambrechts, M. M. & Deeming, D. C. 2014. The design and function of birds' nests. *Ecology and evolution*, 4: 3909-3928.
- Maphisa, D. H.; Smit-Robinson, H.; Underhill, L. G. & Altwegg, R. 2016. Drivers of bird species richness within moist high-altitude grasslands in eastern South Africa. *PloS one*, 11: e0162609.

- Marini, M. Â. & Durães, R. 2001. Annual patterns of molt and reproductive activity of passerines in south-central Brazil. *The Condor*, 103: 767-775.
- Marini, M. Â.; Duca, C. & Manica, L. T. 2010. Técnicas de pesquisa em biologia reprodutiva de aves. Pp. 295-312. In. Von-Matter, S.; Straube, F. C.; Accordi, I.; Piacentini, V. & Cândido-Júnior, J. F. *Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Editora Technical Books, Rio de Janeiro.
- Marini, M. Â.; Borges, F. J. A.; Lopes, L. E.; Sousa, N. O. M.; Gressler, D. T.; Santos, L. R.; Paiva, L. V.; Duca, C.; Manica, L. T.; Rodrigues, S. S.; França, L. C.; Costa, P. M.; Hemig, N. M.; Silveira, M. B.; Pereira, Z. P.; Lobo, Y.; Medeiros, R. C. S. & Roper, J. J. 2012. Breeding biology of birds in the Cerrado of central Brazil. *Ornitología Neotropical*, 23: 385-405.
- Martin, T. E. 1993a. Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43: 523-532.
- Martin, T. E. 1993b. Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. *The American Naturalist*, 141: 897-913.
- Martin, T. E. 1996. Life history evolution in tropical and south temperate birds: what do we really know? *Journal of Avian Biology*, 27: 263-272.
- Martin, T. E.; Martin, P. R.; Olson, C. R.; Heidinger, B. J. & Fontaine, J. J. 2000. Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science*, 287: 1482-1485.
- Maurício, G. N.; Bencke, G. A.; Repenning, M.; Machado, D. B.; Dias, R. A. & Bugoni, L. 2013. Review of the breeding status of birds in Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 103: 163-184.
- Motta-Júnior, J. C.; Granzinolli, M. A. M. & Develey, P. F. 2008. Aves da Estação Ecológica de Itirapina, Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 8: 207-227.
- Oliveira-Filho, A. T. & Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. Pp. 91-120. In. Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds.) *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York.
- Parker, T. A. & Willis, E. O. 1997. Notes on three tiny grassland flycatchers, with comments on the disappearance of South American fire-diversified savannas. *Ornithological Monographs* 48: 549-555.
- Parr, C. L. & Andersen, A. N. 2006. Patch mosaic burning for biodiversity conservation: a critique of the pyrodiversity paradigm. *Conservation Biology*, 20: 1610-1619.

- Pillar, V. D. & Vélez, E. 2010. Extinção dos Campos Sulinos em unidades de conservação: um fenômeno natural ou um problema ético? *Natureza & Conservação*, 8: 84–88.
- Repenning, M. & Fontana, C. S. 2011. Seasonality of breeding, moult and fat deposition of birds in subtropical lowlands of southern Brazil. *Emu*, 111: 268-280.
- Ricklefs, R. E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 9: 1–48.
- Short, L. L. 1971. Aves nuevas o poco comunes de Corrientes, República Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Zoología*, 9:283-309.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Simon, J. E. & Pacheco, S. 2005. On the standardization of nest descriptions of neotropical birds. *Ararajuba*, 13: 143-154.
- Sodhi, N. S.; Şekercioglu, Ç. H.; Robinson, S. & Barlow, J. 2011. *Conservation of Tropical Birds*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Stutchbury, B. J. & Morton, E. S. 2008. Recent advances in the behavioral ecology of tropical birds. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120: 26-37.
- Sutter, G. C. 1997. Nest-site selection and nest-entrance orientation in Sprague's Pipit. *The Wilson Bulletin* 109, 462-469.
- Teixeira, J. P. G. 2016. *Do macro ao micro: o papel do fogo e da testosterona na ecologia de Geositta poecilopectera, ave ameaçada do Cerrado brasileiro*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Tyler, S. J. 2004. Family Motacillidae (pipits and wagtails). Pp. 686–786. In: del Hoyo, J.; Elliott, A. & Christie, D. (eds.) *Handbook of the birds of the world, vol. 9. Cotingas to pipits and wagtails*. Lynx, Barcelona, Spain.
- Vickery, P. D.; Túbaro, P. L.; Silva, J. M. C.; Peterjohn, B. G.; Herkert, J. R. & Cavalcanti, R. B. 1999. Conservation of grassland birds in the Western Hemisphere. *Studies in Avian Biology*, 19: 2–26.
- Vickery, P. D. & Herkert, J. R. 2001. Recent advances in grassland bird research: where do we go from here? *The Auk*, 118: 11-15.
- Voelker, G. 1999. Molecular evolutionary relationships in the avian genus *Anthus* (Pipits: Motacillidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 11: 84-94.
- Walsberg, G. E. 1985. Physiological consequences of microhabitat selection. Pp. 389-410. In: Cody, M.L. (ed.) *Habitat selection in birds*. Academic Press, Orlando, FL.

- Willis, E. O. 2004. Birds of a habitat spectrum in the Itirapina savanna, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64: 901-910.
- Wilson, J. D.; Whittingham, M. J. & Bradbury, R. B. 2005. The management of crop structure: a general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? *Ibis*, 147: 453-463.
- Winkler, D. W. 2016. Breeding biology of birds. Pp. 407-450. In. Lovette, I. J. & Fitzpatrick, J. W. (eds.) *Handbook of Bird Biology*, 3rd ed. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- Xiao, H.; Hu, Y.; Lang, Z.; Fang, B.; Guo, W.; Zhang, Q.; Pan, X. & Lu, X. 2017. How much do we know about the breeding biology of bird species in the world? *Journal of Avian Biology*, 48: 513-518.
- Zalba, S. M.; Rocio S. & Cozzani, N. C. 2008. Priorities for the conservation of an endangered grassland bird: clues from its nesting biology. *Ornitologia Neotropical*, 20: 35-46.
- Zehm, A.; Nobis, M. & Schwabe, A. 2003. Multiparameter analysis of vertical vegetation structure based on digital image processing. *Flora*, 198: 142-160.

## Capítulo 2 – Estratégia territorial de *Anthus nattereri* nos Campos do Alto Rio Grande, com notas sobre o uso do habitat e a influência das queimadas sobre a espécie

### INTRODUÇÃO

A maioria dos animais em um determinado momento (*e.g.* estação, ano) restringe suas atividades diárias a um espaço limitado que lhes é familiar (Odum & Kuenzler 1955). Este espaço, definido como a área de vida de um animal, deve conter os recursos de que a espécie necessita, e é estabelecido e mantido quando os benefícios excedem os custos de se permanecer em determinado local (Burt 1943, Brown & Orians 1970, Powell 2000).

Caso um ou mais recursos críticos estejam espacialmente disponíveis de forma reduzida, a territorialidade pode emergir em função da competição intraespecífica por tais suprimentos, que tendem a regular as populações e gerar padrões espaciais de distribuição dos indivíduos (Odum & Kuenzler 1955, Brown & Orians 1970, Newton 1992, Powell 2000, Both & Visser 2003). Assim, um território pode abranger toda a área de vida de um animal ou parte dela, sendo conceituado como um espaço em que o proprietário possui exclusividade ou prioridade de acesso a um ou vários dos recursos que ele contém, provendo, por exemplo, garantia de alimento, maiores oportunidades de pareamento e conseqüentemente, sucesso reprodutivo (Newton 1992, Maher & Lott 1995, Powell 2000, Wilson 2000, Potts & Lewis 2014). Existem diferentes níveis e formas de defesa do território, em que os indivíduos agressivamente repelem coespecíficos e/ou anunciam a área ocupada através de sinais, como vocalizações e/ou exhibições ou *displays* (Brown 1964, Searcy & Andersson 1986, Wilson 2000, Catchpole & Slater 2008, Hinsch & Komdeur 2017).

Entre as aves, a territorialidade é um fenômeno disseminado e bem documentado, tendo sido descritos diversos sistemas territoriais (Brown 1964, Wilson 2000). Tais sistemas estão inerentemente interligados aos sistemas reprodutivos, exercendo influência sobre as diferentes estratégias de história de vida adotadas pelas espécies (Stuchbury & Morton 2001).

A defesa de territórios temporária está majoritariamente correlacionada à curta estação reprodutiva das latitudes mais altas (Stuchbury & Morton 2001). Devido à grande diversidade de habitats e amplitude de condições ecológicas, a avifauna da

região Neotropical exibe uma maior diversidade de estratégias territoriais, sendo a defesa de territórios ao longo de todo o ano um fenômeno relativamente comum (Sick 1997, Stuchbury & Morton 2001, Macedo *et al.* 2008). Assim sendo, gêneros diversificados e com representantes distribuídos por regiões tropicais e temperadas fornecem uma interessante oportunidade para comparações entre as diferentes estratégias de história de vida exibidas por espécies estreitamente relacionadas vivendo sob condições ecológicas muito distintas. O gênero *Anthus* (Passeriformes: Motacillidae), com distribuição cosmopolita, se destaca como um interessante modelo de estudo, pois abriga *c.* de 40 espécies, todas predominantemente de áreas abertas (Alström & Mild 2003, Tyler 2004).

A maior parte das informações sobre a territorialidade das espécies de *Anthus* decorre dos representantes do Hemisfério Norte, cujos sistemas territoriais de modo geral se encaixam no quadro supracitado apresentado pela avifauna de regiões temperadas (Bijlsma 1990, Askenmo *et al.* 1994, Bollman *et al.* 1997, Alström & Mild 2003, Kumstátová *et al.* 2004, Tyler 2004, Grzybek *et al.* 2008). Os machos dessas espécies comumente estabelecem territórios reprodutivos de usos múltiplos (Gibb 1956, Seel & Walton 1979, Tyler 2004, Grzybek *et al.* 2008), os quais podem abarcar os locais de cortejo, acasalamento, forrageamento, abrigo e nidificação (Wilson 2000). Tipicamente durante o período reprodutivo, os machos executam *displays* aéreos e simultaneamente emitem seu canto, exibindo-se para as fêmeas além de fixar e delimitar territórios, competindo com outros machos (Elfström 1990, Rehsteiner *et al.* 1998, Robbins 1997, Tyler 2004, Petrusková *et al.* 2008).

Comparativamente, os sistemas territoriais das espécies de *Anthus* Neotropicais carecem de estudos detalhados, assim como o comportamento e os padrões espaciais de distribuição dos indivíduos territorialistas. Essa circunstância reflete a lacuna generalizada de conhecimento sobre a história natural da avifauna Neotropical (Stuchbury & Morton 2008, Macedo *et al.* 2008, Marini *et al.* 2010, Xiao *et al.* 2017), e especialmente das aves especialistas obrigatórias dos campos Sul-Americanos (Vickery *et al.* 1999, Azpiroz *et al.* 2012). Para *A. nattereri*, as informações disponíveis reportam descrições e a época de ocorrência dos *displays* aéreos (*e.g.* Belton 1985, Tyler 2004, Chebez *et al.* 2008, Bencke *et al.* 2013), e embora haja estimativas de densidade da espécie ao norte do Uruguai (Azpiroz & Blake 2009), seus requerimentos de área permanecem desconhecidos.

Este estudo investigou a estratégia territorial utilizada por *A. nattereri* ao longo de

um ciclo anual, considerando-se o comportamento de *displays* aéreos (doravante *displays*, exceto quando notado) para operacionalmente se estimar o tamanho e a disposição espacial dos territórios de *A. nattereri* pela área de estudo (Maher & Lott 1995). Também são apresentadas informações adicionais sobre o comportamento territorial, as características da topografia e vegetação dos campos onde os territórios foram estabelecidos, visando detalhar o uso de habitat pela espécie, e a dinâmica de alguns dos indivíduos afetados pelas queimadas.

Além de auxiliar no entendimento de padrões evolutivos e eco-geográficos que moldam a história de vida da espécie, esse conhecimento também é crucial e urgente devido ao seu potencial de auxílio na aplicação de medidas conservacionistas envolvendo *A. nattereri* (Jones 2004, vide Cap. Introdutório). Nesse contexto, está a identificação e a determinação da extensão e forma de áreas apropriadas para sua conservação, visto que o comportamento territorial da espécie e possível sensibilidade ao tamanho das manchas de habitat disponíveis tende a influenciar sua persistência e o número de indivíduos que uma determinada área pode suportar (Caro 1998, Ribic *et al.* 2009, Ahlering *et al.* 2010). Não menos importante tais informações são necessárias para o refinamento de estratégias e práticas de manejo que promovam a alteração da paisagem campestre em unidades de conservação e áreas não protegidas com fins de mitigar ou reverter declínios populacionais em curso; situação que tem assolado as aves campestres especialistas obrigatórias Sul-Americanas de modo geral (Stotz *et al.* 1996, Vickery *et al.* 1999, Vickery & Herkert 2001, Azpiroz *et al.* 2012), especialmente as populações do setor norte da distribuição geográfica de *A. nattereri* (vide Cap. Introdutório).

## MÉTODOS

### Área de estudo

Vide Capítulo Introdutório.

### Identificação dos indivíduos em campo

Uma vez que *A. nattereri* apresenta alta detectabilidade quando realiza *displays* e está em atividade vocal, adotaram-se duas metodologias complementares para possibilitar o reconhecimento dos indivíduos em campo (Laiolo *et al.* 2007):

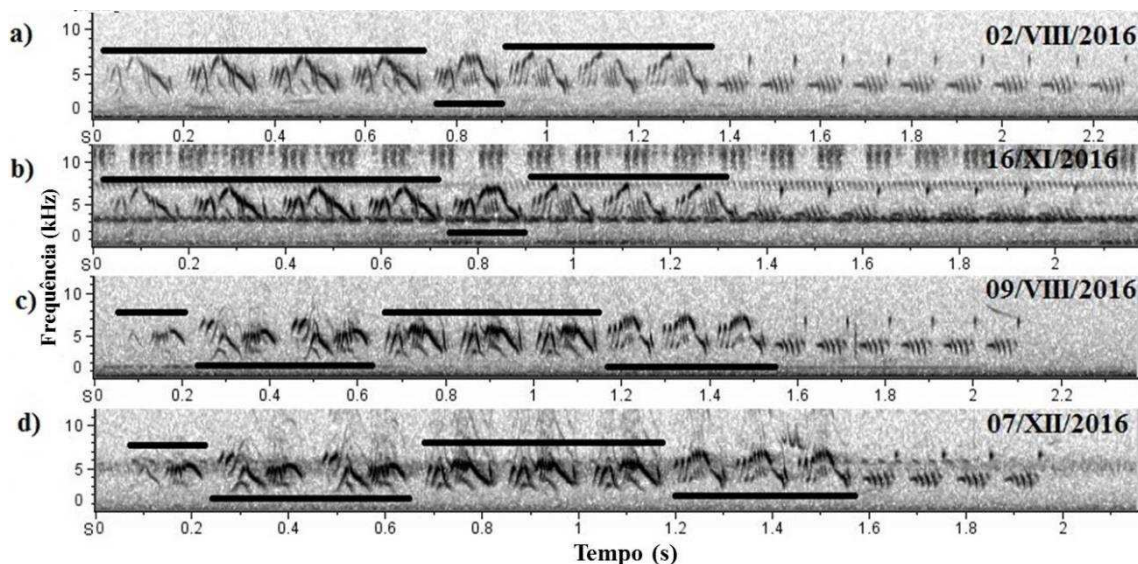
I) Captura e marcação: Indivíduos foram capturados com auxílio de redes-de-neblina e receberam uma anilha metálica com numeração única fornecida pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE, autorização nº 4085/2) em um dos tarsos e uma combinação única de duas anilhas plásticas coloridas no outro. Os procedimentos de anilhamento seguiram o *North American Bander's Study Guide* (North American Banding Council 2001) e o Manual de Anilhamento de Aves Silvestres (IBAMA 1994).

Uma vez que as aves do gênero *Anthus* não apresentam dimorfismo sexual perceptível em sua plumagem (Tyler 2004), a sexagem foi realizada por meio de técnicas moleculares. Para isso foram coletadas amostras de sangue (Autorização 52110-1 emitida pelo SISBIO) por meio do corte da ponta de uma unha das aves e armazenadas em meio seco em papéis filtros com a devida identificação individual, sendo posteriormente enviadas para um laboratório terceirizado (Unigen Biologia pelo DNA, conforme metodologia descrita em Myiaki *et al.* 1998).

II) Em consequência da grande dificuldade em se capturar a espécie com redes-de-neblina, optou-se por empregar também a identificação acústica individual (Terry *et al.* 2005). Este método, ainda pouco utilizado, tem se mostrado uma importante e eficiente ferramenta não invasiva para o reconhecimento de indivíduos em campo, potencializando a construção do conhecimento sobre a ecologia e aspectos comportamentais das espécies-alvo (Terry *et al.* 2005, Laiolo *et al.* 2008, Petrusková *et al.* 2016).

Para isso, serviu-se de gravações do canto emitido por *A. nattereri* para a determinação e monitoramento dos indivíduos. A população de *A. nattereri* estudada parece possuir um repertório vocal composto por um único tipo de canto (VTL, obs. pess.), que é formado por frases constituídas por sílabas estruturalmente complexas (*sensu* Catchpole & Slater 2008). Em sua maioria, essas sílabas possuem grande variabilidade interindividual em sua estrutura (Fig. 1), conforme observado para outras espécies do gênero (Alström & Mild 2003, Osiejuk *et al.* 2007, De Swardt 2010, Petrusková *et al.* 2016). Outro dos pré-requisitos para a identificação dos indivíduos através da voz, além da sua individualidade, é que suas características devem permanecer constantes ao longo de um determinado período definido pelos objetivos do estudo em questão (Terry *et al.* 2005). Comparações realizadas ao longo deste estudo baseadas em diferentes indivíduos marcados com anilhas coloridas indicam que as qualidades vocais de *A. nattereri* permanecem constantes ao menos ao longo da estação

reprodutiva, permitindo assim a rápida identificação através da inspeção visual da representação gráfica dessas sílabas por meio de sonogramas (Fig. 1). Essa constância, mesmo entre estações, foi robustamente demonstrada para *A. trivialis*, uma das espécies de voz mais complexa do gênero (Petrušková *et al.* 2016).



**Figura 1.** Sonogramas do canto de dois indivíduos de *Anthus nattereri* marcados com anilhas coloridas e gravados em seus territórios situados nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, durante dois momentos distintos, conforme indicação das datas. Notar a semelhança da estrutura das notas e sílabas que compõe as frases marcadas por um traço (com exceção da última) com relação ao mesmo indivíduo (a e b; c e d) e a diferença entre indivíduos (a, b e c, d).

Os cantos foram registrados com um gravador Sony PCM-M10 acoplado a um microfone direcional Sennheiser ME-66, e os sonogramas produzidos com o *software* Raven Lite 1.0. As vozes gravadas durante o monitoramento serão depositadas no arquivo sonoro Macaulay Library (<<http://macaulaylibrary.org/>>).

### Monitoramento dos indivíduos e delimitação dos territórios

As investigações de campo relacionadas à territorialidade de *A. nattereri* foram conduzidas semanalmente entre janeiro e dezembro de 2016 (totalizando 150 dias de trabalho de campo).

Adotou-se um regime de amostragem em sessões, que objetivaram a coleta de um número expressivo de localizações sucessivas de um indivíduo focal em um curto período de tempo (tal qual sugerido por Swihart & Slade 1997 e Barg *et al.* 2005), mas sempre com o cuidado de representar adequadamente o comportamento das aves monitoradas (Lair 1987, Laver & Kelly 2008). Tal regime foi adotado por três motivos

principais: 1) no início do período de estabelecimento dos territórios por *A. nattereri*, constatou-se, entre semanas e mesmo dias consecutivos, grande variação nas frequências de execução de *displays* e emissão do canto, tanto dentro quanto entre os indivíduos; 2) limitação de pessoal atuando em campo; e 3) iminência de queimadas, frequentes na região (Teixeira 2016, VTL, obs. pess.), com possibilidade de prejudicar o andamento das coletas devido ao seu potencial de forçar o abandono dos territórios e dispersão dos indivíduos residentes (Bencke *et al.* 2013). Assim, intercaladas por intervalos de um dia ou mais, cada sessão de amostragem visou um indivíduo que circunstancialmente apresentava alta atividade de *displays* e emissão de vocalizações.

As observações em campo ocorreram principalmente no início da manhã, período do dia em que se detectou maior atividade das aves; às vezes se estendendo até c. de 11:00-3UTC. Ao se selecionar arbitrariamente um indivíduo alvo para dar início a uma sessão, localizado por meio de busca ativa, este era prioritariamente gravado para se documentar sua identidade vocal (independente de estar anilhado), garantindo assim a sua identificação. Após a gravação, esse indivíduo era monitorado por observação direta com auxílio de binóculo (com aumento de 10x), tentativamente registrando-se 20 ou mais localizações. Uma sessão foi considerada como um conjunto de ao menos cinco localizações obtidas por indivíduo/dia. Procurou-se guardar uma distância de pelo menos 10 m dos indivíduos alvo, de modo que o observador influenciasse ao mínimo e não interrompesse os seus movimentos naturais. Portanto, as coordenadas das localizações foram registradas com um aparelho de posicionamento geográfico (*GPS* - Garmin Etrex 30) somente após o indivíduo focal ter se afastado do ponto de interesse e quando a precisão apresentada pelo *GPS* era  $\leq 4$  m, visando maior acurácia na obtenção das localizações.

As localizações foram majoritariamente obtidas de cada ponto de decolagem e aterrissagem do indivíduo focal durante os eventos de *display*, consecutivos ou não, independentemente do tempo gasto em voo pela ave circulando a área e da distância entre esses pontos (geralmente  $> 30$ m). Caso o indivíduo aterrissasse e deste mesmo ponto iniciasse outro *display*, essa localização não era novamente computada. Caso este se deslocasse de forma cursorial entre *displays* sucessivos, suas localizações foram registradas ao menos a cada  $\sim 6$ m, independentemente do tempo gasto pelo indivíduo para cobrir essa distância.

Ademais, confrontos e perseguições intraespecíficas oportunamente registradas foram utilizados para descrição do comportamento territorial dos machos residentes em

relação aos seus vizinhos imediatos e presumíveis indivíduos flutuantes e/ou transitórios. Vocalizações específicas associadas a tais contextos sociais também foram descritas e documentadas por meio de gravação.

Quando não está vocalizando e/ou realizando *displays*, *A. nattereri* torna-se uma espécie de comportamento crítico, de baixa detectabilidade (VTL, obs. pess.). Dessa forma, optou-se por não utilizar o *playback* para se coletar localizações adicionais dos indivíduos silenciosos durante a época de anúncio dos territórios por conta do potencial de se enviesar as estimativas de áreas ao se influenciar o comportamento das aves. Além disso, uma vez que a maioria dos indivíduos monitorados foi identificada unicamente pelo seu canto, o uso do *playback* poderia causar confusão ao atrair outros indivíduos das redondezas (VTL, obs. pess.). Conseqüentemente, o número de sessões computadas por indivíduo não foi uniforme e os intervalos entre as sessões foram irregulares dentro e entre os indivíduos, sendo dependentes da frequência de *displays* e do período de atividade de demarcação dos territórios exibida pelos indivíduos monitorados. Por outro lado, a assincronia interindividual na execução dos *displays* apresentada no decorrer da estação reprodutiva possibilitou que se maximizasse o número de indivíduos amostrados em seus picos de atividade. De forma complementar, também se reportou o tempo em minutos utilizado para monitoramento e obtenção das localizações dos indivíduos cujos territórios puderam ser estimados.

Possíveis variações no tamanho dos territórios influenciadas por estágios distintos da fenologia reprodutiva em que os indivíduos amostrados em diferentes meses poderiam se encontrar (Odum & Kuenzler 1955, Møller 1990) foram minimizadas através do foco em um contexto comportamental específico e equivalente apresentado por eles (*displays*).

### **Fidelidade de sítio**

Para se validar a existência dos territórios, foi verificado se os indivíduos exibiram fidelidade de sítios ao longo da amostragem através da Distância Quadrada Média do Centro de Atividade (*MSD*), método que fornece uma medida de dispersão de uso do espaço em torno do centroide das localizações (Spencer *et al.* 1990). A fidelidade de sítio foi presumida para cada um dos indivíduos se a *MSD* calculada com base nas localizações observadas foi significativamente menor que a medida gerada por 100 trajetórias simuladas por *bootstrap* usando-se o mesmo número de localizações de cada indivíduo, considerando-se um intervalo de confiança de 95%. Como complemento, foi

também investigado o sedentarismo dos indivíduos avaliando-se sua permanência ao longo dos meses em suas respectivas áreas onde foram primeiramente encontrados, independentemente de ter se delimitado satisfatoriamente os seus territórios ou não (vide próxima sessão).

### **Estimativas dos territórios**

Posteriormente, os territórios foram delimitados a partir da densidade de uma distribuição de uso (DU) derivada de todos os pontos de localização de cada indivíduo pelo Estimador Kernel (Worton 1989), que tem sido amplamente utilizado nesse contexto por seu desempenho superior ao de outros estimadores, particularmente do Mínimo Polígono Convexo (Powell 2000, Börger *et al.* 2006, Laver & Kelly 2008, Lichti & Swihart 2011).

Para escolha do parâmetro de suavização que determina a espessura de banda do Kernel, uma das etapas críticas do processo de geração da DU, não existe uma “regra de ouro” que defina que um método seja biologicamente ou estatisticamente mais adequado do que o outro (Powell 2000, Börger *et al.* 2006, Kie 2013). Neste estudo utilizou-se o parâmetro de suavização fixo de referência (denotado como  $h_{ref}$ ). A escolha do  $h_{ref}$  se deu com base em sua robustez em relação à autocorrelação das localizações, apesar de tender a superestimar as áreas pelo fato de ser mais conservador (Börger *et al.* 2006, Kie 2013).

Os *territórios máximos* (*sensu* Odum & Kuenzler 1955) foram estimados com base na área contida dentro da isopleta de 95%. Esse espaço é, por definição, contínuo; sendo equivalente ao conceito de área de vida (Burt 1943, Powell 2000, Kie 2013) quando se trata de territórios com usos múltiplos (Wilson 2000), e engloba tanto áreas efetivamente utilizadas pelo animal quanto aquelas, por exemplo, meramente atravessadas durante os deslocamentos. Caso o  $h_{ref}$  tenha notoriamente superestimado a área dos territórios, ajustou-se o seu valor para se produzir estimativas mais condizentes com o observado em campo utilizando-se o método *ad hoc* proposto por Kie (2013), reduzindo gradativamente em 0,1 unidades o parâmetro de suavização calculado até se estabelecer um valor mínimo antes que a isopleta de 95% se fragmentasse.

A despeito dos estudos que empregam o Kernel comumente reportarem o uso da isopleta de 95% para inferirem sobre o tamanho dos territórios e áreas de vida (Barg *et al.* 2005, Laver & Kelly 2008), nota-se que a acurácia das áreas derivadas desta isopleta é limitada, visto que geralmente há pouca informação suporte disponível para tais

estimativas quando se considera o número de localizações coletadas nas porções periféricas (Seaman *et al.* 1999, Powell 2000, Börger *et al.* 2006). Seaman *et al.* (1999) recomendaram ênfase nos setores centrais da área de vida estimada para uso em comparações de tamanho entre populações e medidas de sobreposição entre vizinhos. Dessa forma, a isopleta de 80% foi utilizada para se produzir estimativas mais robustas dos limites entre os territórios vizinhos e/ou áreas não utilizadas. Esta área mais central aqui delimitada pode ser equiparada ao conceito de *território utilizado* exposto por Odum & Kuenzler (1955), que pode ser composto por uma ou mais áreas fragmentadas entre si, porém abrangidas pelo *território máximo*. Assim, sobreposições entre territórios foram consideradas apenas quando envolviam os limites estimados pela isopleta de 80% de vizinhos imediatos, sendo nestes casos reportada a porcentagem da área sobreposta em relação à área total estimada para os indivíduos envolvidos.

Não há consenso na literatura sobre o número mínimo de localizações necessárias para se maximizar o desempenho dos Estimadores Kernel, dependendo-se dos objetivos e condições de cada estudo, além da espécie-alvo em questão (Seaman *et al.* 1999, Barg *et al.* 2005, Börger *et al.* 2006, Anich *et al.* 2009, Fieberg & Börger 2012). Conforme as recomendações de Seaman *et al.* (1999) e com base nos primeiros indivíduos amostrados, estabeleceu-se uma meta de coleta de ao menos 50 localizações/indivíduo. Para inferir se o total acumulado de localizações /indivíduo foi suficiente para se representar adequadamente os territórios foi examinado se esse montante em relação às áreas estimadas mostrou tendência em atingir uma assíntota, considerando-se a isopleta de 80%. O procedimento foi realizado para cada indivíduo separadamente e iniciado com uma amostra de cinco localizações tomadas aleatoriamente do conjunto integral, com incrementos de cinco em cinco até que o total de localizações tenha sido computado. Para cada amostra produzida considerando-se um regime amostral aleatório foram replicadas 20 estimativas de área através de iterações *bootstrap*. Por meio do critério sugerido por Laver & Kelly (2008), a assíntota foi considerada atingida quando o intervalo de confiança de 95% gerado a partir das 20 simulações de área dos territórios ao menos uma vez caiu dentro do limite de 5% da área total do território calculada a partir de todas as localizações.

### **Habitats utilizados e a influência das queimadas sobre *Anthus nattereri***

O habitat em que os territórios estavam situados foi descrito com relação ao de tipo

de campo (se limpo ou sujo, *sensu* Oliveira-Filho & Ratter 2002), tipo de forma de crescimento das gramíneas localmente predominantes (se entouceiradas e/ou eretas ou prostradas, conforme Cornelissen *et al.* 2003), presença de gramíneas exóticas, tipo de solo associado (se drenados ou mal drenados) e declividade do terreno de acordo com as classes sugeridas pela Embrapa (1999), com base nos dados topográficos disponibilizados pelo projeto Topodata (disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>). Através de observações realizadas na área de estudo entre julho e dezembro de 2014 e entre janeiro e dezembro de 2016 e informações provenientes dos pecuaristas locais, obtidas por meio de entrevistas informais, foi possível caracterizar a vegetação campestre abrangida pelos territórios e áreas adjacentes quanto à sua idade aproximada de regeneração desde a última queimada. Ademais, a ocorrência de queimadas acidentais e aquelas praticadas com o intuito de manejar o campo nativo, possibilitaram documentar oportunamente as respostas ao distúrbio de alguns dos indivíduos monitorados.

As análises de fidelidade de sítio, estimativas das áreas dos territórios e assíntotas foram realizadas com o pacote *rhr* (Signer & Balkenhol 2015), que utiliza a função Kernel normal bivariada, em ambiente R (disponível em <<https://www.r-project.org/>>). As localizações obtidas com o *GPS* e os resultados gerados a partir dos estimadores foram visualizados, explorados e analisados com o *GPS TrackMaker* v. 13.9.591 (disponível em <<http://www.trackmaker.com/main/pt/melhores-sofwares-gps>>), *Google Earth Pro* v. 7.1.2.2041 e *QGis* v. 2.14.4 (disponível em <<http://www.qgis.org/en/site/>>). Todas as localizações coletadas serão depositadas no repositório *ZoaTrack* (<[zoatrack.org](http://zoatrack.org)>). Para sumarizar informações, além da amplitude reportou-se a média (M) e o desvio padrão ( $\pm$ DP) para dados aproximadamente normais, e a mediana (MD) e o desvio médio absoluto ( $\pm$ DMA) para dados com desvios da normalidade (Zar 2009), e também o coeficiente de variação (CV).

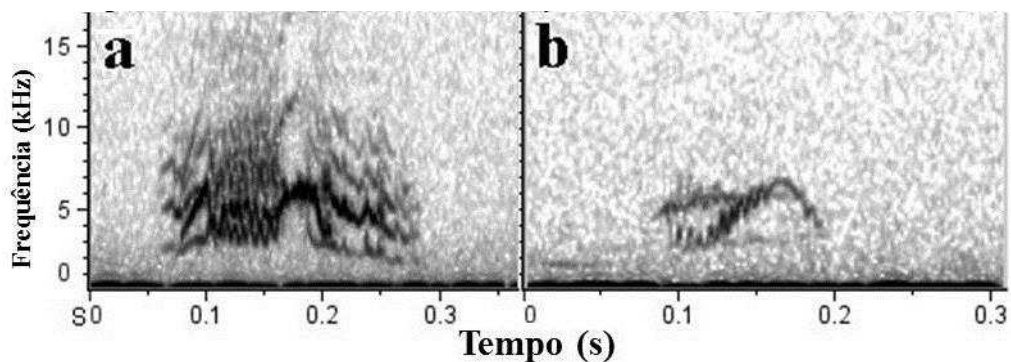
## RESULTADOS

*Anthus nattereri* é uma espécie residente na área de estudo, tendo sido registrada em todos os meses de 2016. Entretanto, a espécie mostrou comportamento extremamente críptico entre o final de janeiro e abril, quando era dificilmente detectada. Durante este período, foram registrados *c.* de 12 indivíduos em diferentes locais da área

de estudo que não cantavam nem respondiam ao *playback*. Só eram localizados quando o observador se deslocava pelo capim e espantava um ou outro indivíduo, que imediatamente se afastava em voo de baixa altura ou, após verificar a intrusão emergindo acima da vegetação, rapidamente se ocultava novamente no capim (Fig. 2). Eventualmente emitiam um tipo de chamado em contexto de advertência (doravante denominado chamado #1, Fig. 3). Em todos os contatos a espécie ocupava principalmente campos limpos de capim mais alto (geralmente com vegetação de altura  $\geq 30$  cm) e relativamente adensados, com idades de regeneração pós-queima acima de um ano, o que também dificultava sua detecção (Fig. 2).



**Figura 2.** Indivíduo de *Anthus nattereri* emergindo na vegetação para observar os arredores, detectado no final de janeiro de 2016 no município de São João del-Rei, MG, em um campo nativo com mais de um ano de regeneração pós-queimada. Foto: VTL.



**Figura 3.** Chamado #1 de *Anthus nattereri* de dois indivíduos diferentes (a e b) usado em contexto de advertência, gravados nos campos nativos do município de São João del-Rei durante o ano de 2016.

A partir do mês de maio, os indivíduos passaram a emitir o chamado #1 com mais frequência e intensidade quando expostos ao *playback*, se exibindo e permitindo maior

aproximação do observador, não demonstrando, entretanto, outros sinais detectáveis de territorialidade além dessa resposta mais acentuada. Todavia, após a primeira semana de junho, quando ocorreu um evento extemporâneo de precipitação (precipitação de junho de 2016 = 44,80 mm contra média mensal acumulada nos últimos dez anos = 21,25 mm; dados provenientes da estação meteorológica do município de Barbacena, disponibilizados em: <<http://www.inmet.gov.br>>), foram detectados os primeiros indivíduos realizando *displays* (n=3). Ainda assim, ao longo do mês de junho foi observada uma baixa atividade de *displays* desses indivíduos, que logo cessaram as demonstrações, não sendo possível iniciar a demarcação dos territórios.

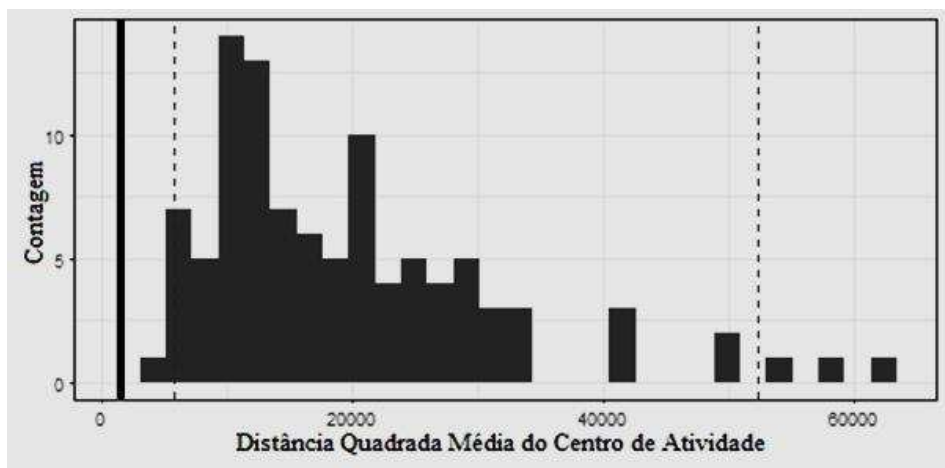
Do início de julho em diante, *A. nattereri* retomou os *displays* e o número de indivíduos/mês engajados na atividade de demarcação territorial aumentou progressivamente, possibilitando então a delimitação dos territórios durante todo esse período. Dentre 10 indivíduos anilhados entre março e setembro, sete deles foram posteriormente detectados realizando *displays* e provaram-se machos conforme os resultados da sexagem molecular. Destes, somente cinco tiveram seus territórios caracterizados (Tab. 1). Outro indivíduo também determinado como macho foi registrado uma única outra vez além da data de sua captura dentro de uma mesma área, já ocupada por outros machos territoriais, sem que houvesse detecção de anúncio de território por sua parte. Os dois restantes eram fêmeas, também registradas posteriormente, mas nunca realizando *displays*. Dessa forma, assumiu-se que todos os outros indivíduos não anilhados registrados demarcando territórios através dos *displays* eram machos.

### **Estimativas de área dos territórios e fidelidade dos indivíduos aos sítios ocupados**

Dos *c.* de 50 indivíduos detectados realizando *displays* pela área de estudo, foi possível estimar o território de 21 machos através uma ou mais sessões e um total de 1.118 localizações (por indivíduo: MD  $\pm$  DMA= 56  $\pm$  5,93; mín-máx= 21-78 - Tab. 1). Para esses indivíduos, o tamanho das amostras em relação às áreas estimadas mostrou tendência em atingir uma assíntota para um determinado número de localizações (MD  $\pm$  DMA= 50  $\pm$  7,41; mín-máx= 20-65 - Tab. 1). A fidelidade de sítio durante as sessões também foi confirmada para esse conjunto (*e.g.* indivíduo #11, Fig. 6).

**Tabela 1.** Territórios (T) de 21 machos de *Anthus nattereri* estimados com base nas isopletras de 95% e 80% derivadas das distribuições de uso geradas pelo Estimador Kernel. Os indivíduos foram monitorados entre junho e dezembro de 2016 pela área de estudo, situada no município de São João del-Rei, MG. As estimativas dos territórios estão em hectares. O esforço amostral empregado em número de sessões com indicação do tempo de monitoramento total em minutos, total de localizações coletadas para cada indivíduo, número necessário de localizações para se atingir a assíntota e período de amostragem (mês) em que a maior parte das localizações foi obtida também são reportados. Indivíduos assinalados com asterisco foram anilhados.

<b>Indivíduo</b>	<b>Nº de sessões (tempo de monitoramento)</b>	<b>Total de localizações (assíntota)</b>	<b>Mês</b>	<b>T (95%)</b>	<b>T (80%)</b>
<b>1*</b>	5(386)	73(60)	Ago	3,10	1,82
<b>2</b>	1(126)	21(20)	Ago	3,22	1,92
<b>3</b>	1(78)	25(25)	Ago	1,34	0,85
<b>4*</b>	4(370)	78(65)	Ago	3,28	1,94
<b>5</b>	3(160)	63(60)	Ago	1,17	0,64
<b>6</b>	2(178)	51(50)	Set	5,27	2,77
<b>7</b>	3(254)	56(55)	Set	2,16	1,19
<b>8*</b>	3(198)	56(50)	Set	2,31	1,36
<b>9*</b>	2(212)	54(45)	Set	3,07	1,78
<b>10</b>	1(82)	23(20)	Set	1,08	0,66
<b>11*</b>	2(103)	57(50)	Out	1,34	0,83
<b>12</b>	4(196)	68(65)	Out	1,65	0,95
<b>13</b>	2(159)	54(50)	Out	1,53	0,91
<b>14</b>	3(148)	58(55)	Out	0,98	0,59
<b>15</b>	1(134)	60(50)	Nov	0,86	0,54
<b>16</b>	2(208)	57(50)	Nov	1,46	0,88
<b>17</b>	1(196)	58(50)	Nov	2,83	1,63
<b>18</b>	1(105)	59(50)	Nov	0,46	0,28
<b>19</b>	4(281)	54(50)	Dez	2,17	1,26
<b>20</b>	1(190)	50(40)	Dez	2,35	1,41
<b>21</b>	1(116)	43(40)	Dez	1,36	0,78



**Figura 6.** Exemplo de indicação de fidelidade de sítio do indivíduo de *A. nattereri* #11, cujo território foi localizado nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG, entre setembro e outubro de 2016. A posição da barra vertical sólida de cor preta denota que o valor calculado foi menor que o intervalo de confiança de 95% estabelecido pelas linhas verticais tracejadas a partir das simulações.

Outros quatro machos não puderam ter seus territórios amostrados de forma satisfatória, embora tenham sido detectados mais de uma vez nas mesmas áreas ao longo do período de estudo. Assim, do montante dos machos territorialistas monitorados (n=25), 13 destes foram detectados em seus territórios durante três meses ou mais, cinco durante dois meses e outros sete, somente durante um mês (Tab. 2). De forma geral, levando-se em conta possíveis artefatos da amostragem e fatores naturais na execução dos *displays* entre os indivíduos, os machos parecem ser sedentários e devem permanecer fiéis aos seus territórios ao longo do ano desde que as áreas ocupadas não sejam severamente queimadas. Ainda assim, os indivíduos podem manter-se nos arredores das áreas atingidas pelo fogo (indivíduos #3, #17 e #24 - ver **Influência das queimadas sobre *Anthus nattereri***, pág.68).

**Tabela 2.** Detalhamento e total de meses em que os machos monitorados (n=25) foram registrados em seus respectivos territórios entre maio e dezembro de 2016 no município de São João del-Rei, sudeste do Brasil. A marcação cinza indica o mês de captura dos indivíduos que foram anilhados. A identificação numérica dos indivíduos corresponde à reportada para a Tabela 1. Machos marcados em negrito não tiveram seus territórios caracterizados (n=4).

Indivíduo	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1									7
2									2
3									3
4									5
5									4
6									5

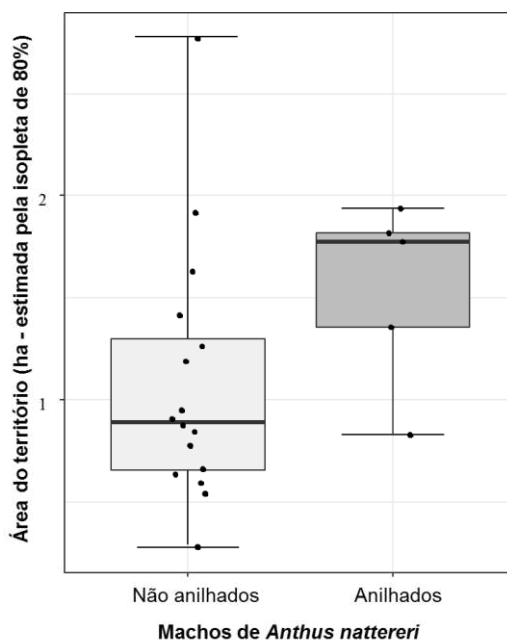
Indivíduo	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
7					■	■		■	3
8			■						2
9	■			■				■	5
10									1
11				■	■				3
12					■			■	3
13									1
14									1
15							■		1
16						■	■		2
17							■	■	3
18								■	1
19							■	■	2
20								■	1
21								■	1
22				■	■			■	3
23		■						■	3
24		■	■	■				■	5
25							■	■	2

Dos 21 indivíduos cujos territórios puderam ser delimitados, 13 foram amostrados durante duas ou mais sessões e oito somente em uma (Tab. 1). Dos indivíduos amostrados em uma única sessão, três tiveram uma amostragem reduzida em relação aos demais (menos de 30 localizações), pois dois deles não foram registrados realizando *displays* a partir de agosto (#2) e setembro (#10), e outro foi forçado a se deslocar por conta de um evento de queimada (#3). Os outros cinco indivíduos foram detectados demarcando territórios somente em novembro ou dezembro, já no final do período de estudo. Como estavam em alta atividade, tiveram suas localizações coletadas em um único dia, porém com um número total de localizações semelhante ao dos indivíduos amostrados em mais de uma sessão ( $M \pm DP = 54 \pm 7,3$  contra  $M \pm DP = 57,09 \pm 4,7$ ), o mesmo acontecendo em relação ao tempo (em minutos) em que foram monitorados ( $M \pm DP = 148,2 \pm 42,2$  min contra  $M \pm DP = 190,6 \pm 49,6$  min). Desta comparação foram retirados os indivíduos #1 e #4, focados em agosto, que foram propositalmente alvos de um maior esforço amostral (Tab. 1).

Em dois casos, o  $h_{ref}$  claramente superestimou a área dos territórios. O indivíduo #6 ocupou um topo de morro e as duas partes de uma vertente seccionada por uma pequena drenagem, que, apesar de portar vegetação campestre, nunca foi registrado sendo, de fato, utilizada pela ave, sendo meramente atravessada durante os *displays* (no

caso, reduziu-se o parâmetro de suavização de 34,5 para 28,3). Para o #19, cujo território mostrou-se de formato mais linear (ver Fig. 9), o valor inicial do  $h_{ref}$  de 30,33 foi reduzido para 12,7.

A média  $\pm$  DP da área dos territórios de *A. nattereri* estimada a partir da isopleta de 95% foi de  $2,04 \pm 1,12$  ha, variando de 0,46 a 5,26 ha (Tab. 1). Para a isopleta de 80%, a média calculada foi de  $1,18 \pm 0,61$  ha, com mínimo de 0,28 e máximo de 2,77 ha. A área delimitada pela isopleta de 80% (CV= 51,3%) correspondeu em média a 58,9% da isopleta de 95% (CV= 54,7%), com baixa variação em torno deste valor (CV= 4,5%). Aparentemente, não existem diferenças entre as estimativas de tamanho dos territórios entre indivíduos anilhados ( $M \pm DP= 1,54 \pm 0,45$  ha; mín-máx= 0,82-1,93; n=5, amostras não independentes) e não anilhados ( $M \pm DP= 1,07 \pm 0,62$  ha; mín-máx= 0,28-2,77; n=16), considerando-se a área delimitada pela isopleta de 80% (Fig. 8).

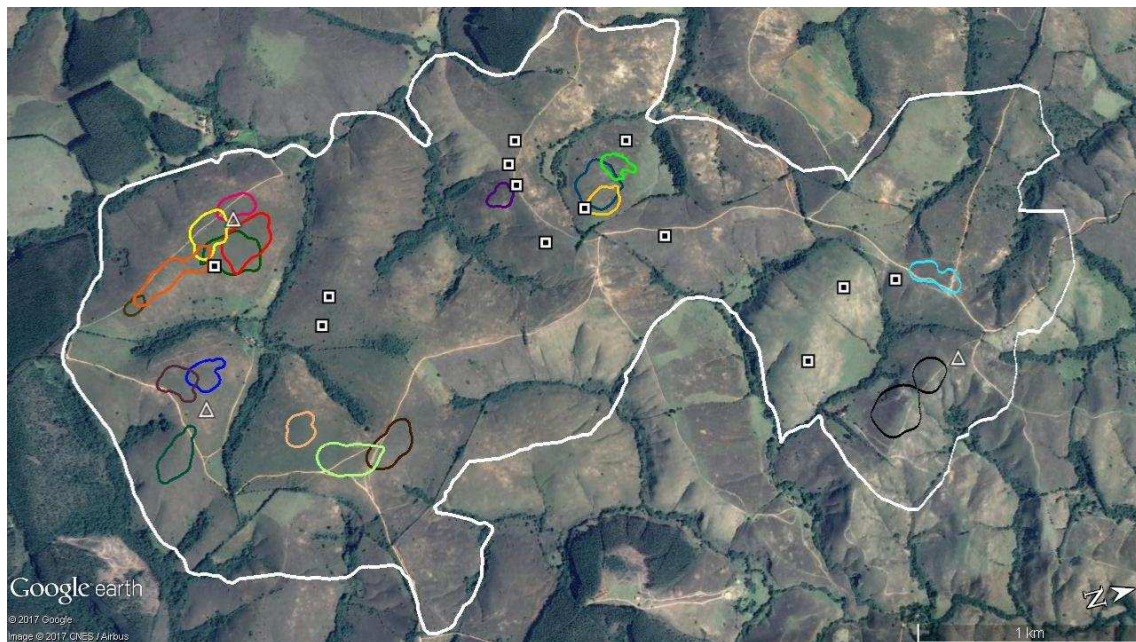


**Figura 8.** *Boxplots* comparando as áreas estimadas dos territórios de machos de *Anthus nattereri* anilhados e não anilhados monitorados entre junho e dezembro de 2016 nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG. A linha sólida dentro da caixa denota a mediana. A caixa contém dos valores entre o 25° e 75° percentil. Mínimos e máximos de todos dados estão incluídos entre os *whiskers*.

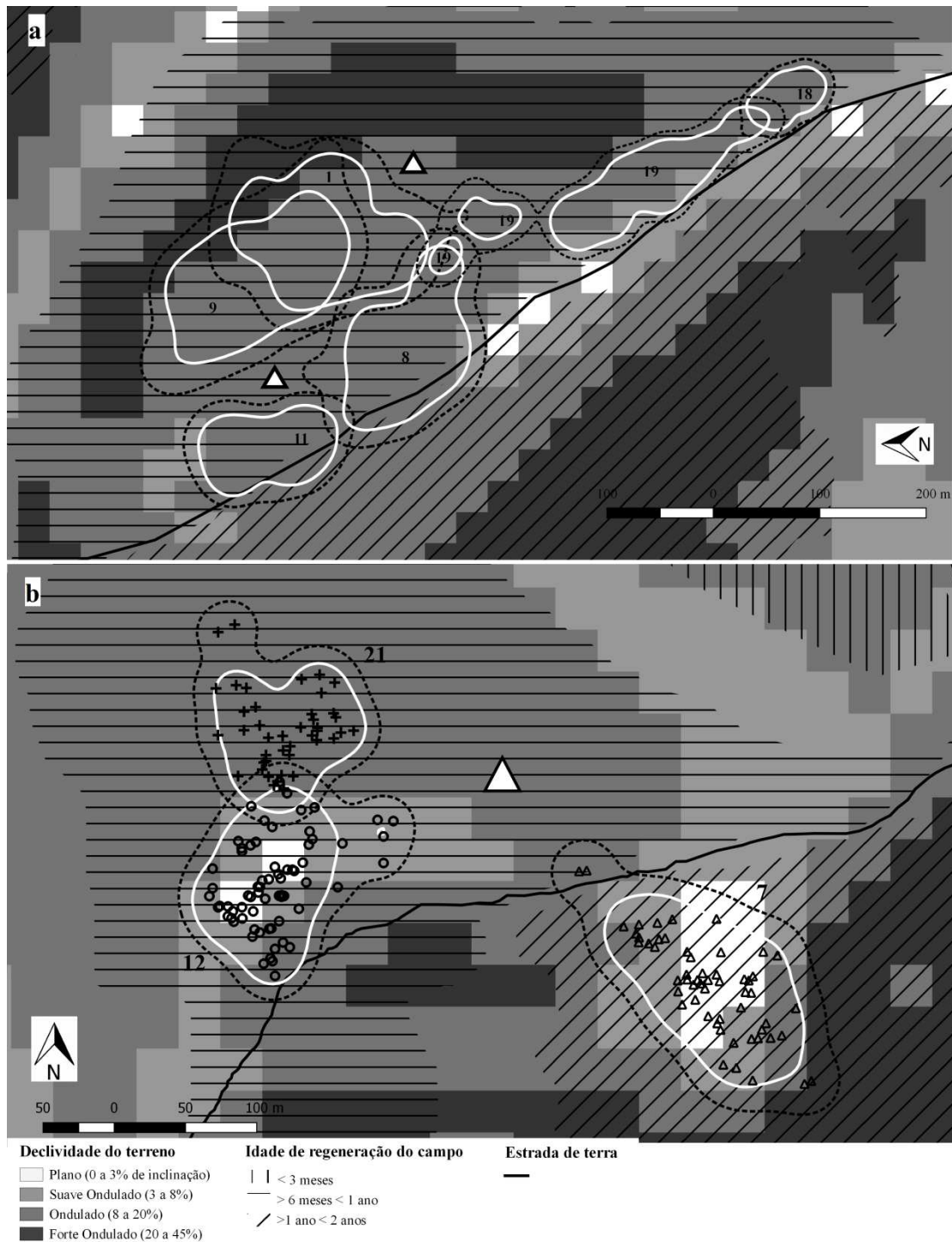
### Disposição dos territórios e habitats utilizados

Os territórios de *A. nattereri* estavam distribuídos de forma irregular pela paisagem. Em áreas que abrangiam maiores porções de campos nativos sobre um terreno mais aplainado foram encontrados territórios contíguos entre si, situando-se de forma mais ou menos agregada (Figs. 9 e 10).

Os territórios estavam localizados majoritariamente em topos de morro e/ou vertentes com terreno plano (0 – 3 % de inclinação) até ondulado (8 – 20% de inclinação), em solos bem drenados (com abundância de cascalho superficial ou não) e muitas vezes com presença de micro elevações e apenas marginalmente englobando locais com predominância de forte ondulação (20 – 45% de inclinação), como drenagens e ravinas (Figs. 9 e 10).



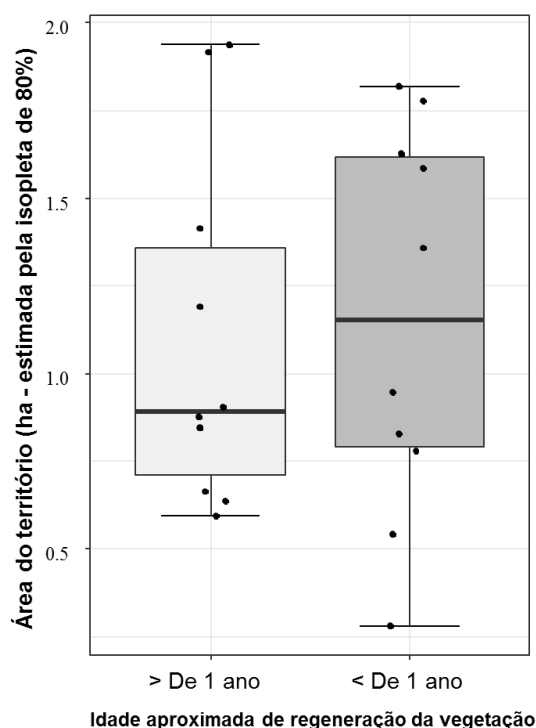
**Figura 9.** Vista de parte da área de estudo (delimitada aproximadamente pelo contorno branco) situada no município de São João del-Rei, MG, com a disposição dos territórios de machos de *Anthus nattereri* (indicados pelos polígonos de diferentes cores) monitorados entre junho e dezembro de 2016. Os territórios foram delimitados a partir da isopleta de 95% derivada das distribuições de uso geradas pelo Estimador Kernel. Os símbolos indicam a localização aproximada de outros machos detectados na área: triângulos = indivíduos monitorados, mas cujos territórios não puderam ser amostrados no decorrer do período de estudo; quadrados = indivíduos somente eventualmente detectados realizando *displays* e vocalizando. Fonte: Google Earth; data de registro da imagem: 6 de agosto de 2017.



**Figura 10.** Territórios de machos de *Anthus nattereri* em áreas adjacentes de campo nativo do município de São João del-Rei, MG, monitorados entre junho e dezembro de 2016 e sua disposição com relação à declividade do terreno e idade de regeneração da vegetação desde a última queimada. Os indivíduos estão identificados numericamente conforme a Tabela 1. A linha pontilhada preta corresponde à isopleta de 95% e a linha branca à isopleta de 80%, ambas derivadas das distribuições de uso geradas pelo Estimador Kernel. Os triângulos representam machos cujos territórios não puderam ser amostrados no decorrer do período de estudo. Na área (b), as localizações dos indivíduos estão representadas por diferentes símbolos. Áreas não hachuradas indicam outros habitats que não são utilizados por *A. nattereri*, como matas ripárias e ambientes arbustivos.

Não obstante *A. nattereri* tenha estabelecido territórios exclusivamente em campos limpos onde predominam gramíneas entouceiradas e/ou eretas, os indivíduos utilizaram um amplo espectro de estágios de sucessão pós-queimada da vegetação. Conforme observado para os meses antecedentes ao início da demarcação territorial, *A. nattereri* foi registrado tanto em campos com *c.* de três meses de regeneração ou menos, onde prevalece uma vegetação ainda de baixa estatura e mais esparsa, com solo relativamente mais exposto, quanto em locais com dois anos ou mais de regeneração, onde a vegetação se encontrava com aparência mais uniforme, sendo mais alta (> 30 cm de altura) e mais densa, raramente com exposição do solo. Em todos esses casos foram ocupados campos com presença conjunta de gado. Não foram registrados territórios ou indivíduos da espécie em campos com mais de dois anos de sucessão onde o gado estava ausente, mesmo em locais com relevo aparentemente favorável (com inclinação do terreno entre 0 e 20%).

Apesar de possuírem diferenças visuais marcantes na estrutura da vegetação, territórios situados em campos com predominância de vegetação com menos de um ano de regeneração desde a última queimada ( $M \pm DP = 1,15 \pm 0,54$  ha; mín-máx= 0,28-1,82; n=10) aparentemente não diferem em tamanho dos territórios estabelecidos em campos com mais de um ano de regeneração ( $M \pm DP = 1,09 \pm 0,5$  ha; mín-máx= 0,59-1,93; n=10 - Fig. 11). Dessa comparação, retirou-se o indivíduo #6 cuja amostragem do seu território se deu após a queima parcial da vegetação em sua área.



**Figura 11.** *Boxplots* comparando os tamanhos estimados dos territórios de machos de *Anthus nattereri* estabelecidos em áreas de campo nativo com mais de um ano de regeneração desde a última queimada e em campos com vegetação com menos de um ano de regeneração. Tais indivíduos foram monitorados entre junho e dezembro de 2016 pela área de estudo, situada no município de São João del-Rei, MG. A linha sólida dentro da caixa denota a mediana. A caixa contém dos valores entre o 25° e 75° percentil. Mínimos e máximos de todos dados estão incluídos entre os *whiskers*.

A presença de estradas de terra de pequena largura e baixo tráfego de veículos parece não influenciar no estabelecimento de *A. nattereri*, visto que os limites de alguns territórios abrangeram ambos os lados das vias (Figs. 9 e 10). Em alguns desses casos, os lados da estrada, que geralmente é utilizada como aceiro durante o manejo com fogo, portavam vegetação campestre com diferentes idades de regeneração pós-queimada. Nota-se que uma porção majoritária desses territórios sempre se situava em um dos lados da estrada, mais recentemente queimados ou não (Fig. 10).

Um dos territórios (#13) foi estabelecido em um topo do morro onde houve plantio de braquiária em meio às gramíneas nativas, ocasionando em um campo misto, porém com estrutura da vegetação ainda visualmente semelhante à dos campos puramente nativos. Em outros territórios também foi observada a presença da braquiária dentro de seus limites, no entanto formando manchas de diferentes tamanhos em meio à vegetação nativa predominante. Não foram observados indivíduos de *A. nattereri* ocupando áreas completamente tomadas por braquiária. *Anthus nattereri* também evitou

se estabelecer muito próximo de matas ripárias e outros tipos de vegetação, como locais com maior adensamento de arbustos (por exemplo, espécies arbustivas do gênero *Baccharis* L.) ou modificados de forma acentuada, como eucaliptais.

### **Sobreposição dos territórios**

Em 11 dos 21 territórios (52%) estimados houve sobreposição de áreas entre aqueles contíguos. Essa proporção está subestimada, pois alguns dos machos presentes nas áreas onde foram registrados os territórios contíguos não puderam ser amostrados (Figs. 9 e 10). De modo geral, a proporção de área sobreposta dos territórios em relação às suas respectivas áreas totais foi baixa e em regiões periféricas, com uma média  $\pm$  DP de  $5,8 \pm 2,5$  % e variação entre 3,10 e 10,7 % (n=7). Todavia, em dois locais houve registro de machos que sobrepueram seus territórios em uma proporção bem mais alta do que a média encontrada para os outros indivíduos.

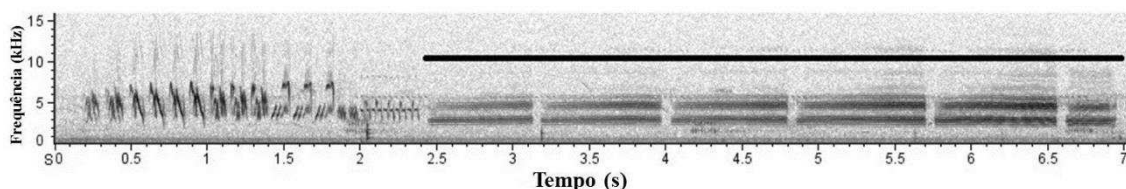
Em um dos casos, envolvendo os indivíduos #1 e #9 com tamanhos de territórios semelhantes (Tab. 1), ambos tiveram 44,5 e 45%, respectivamente, de área sobreposta entre si (Fig. 9). Durante o monitoramento desses indivíduos (acumulando-se um esforço amostral de mais de 10h), notou-se que apesar dessa sobreposição no espaço os machos não compartilhavam pontualmente as áreas ao mesmo tempo, havendo somente um registro de interação entre eles (ver **Comportamento territorial**, próxima seção). O #1 também compartilhou uma porção, embora mínima (0,5%), do seu território com o #8, onde houve registro de interações entre eles.

Os indivíduos #4 e #16 também compartilharam uma área maior de seus territórios entre si (12,4 e 27,3%, respectivamente). O #4 estava estabelecido nesta área desde ao menos o mês de junho (Tab. 2). Contudo, foi observado que o #16 estabeleceu-se localmente somente em novembro, possivelmente após se dispersar devido algum evento de queimada nos arredores (ver **Influência das queimadas sobre *Anthus nattereri***, pág. 68). A sobreposição era periférica em relação ao território do #4, que, de acordo com as estimativas, possuía o dobro do tamanho do território do #16 (Tab. 1). Em novembro, no momento em que o #16 se estabeleceu e demarcava o território através de *displays*, o #4 estava silencioso. No mês seguinte, em dezembro, ambos foram registrados realizando *displays* e inclusive pousando próximo um do outro (~20m), sem que fossem notadas reações antagônicas.

## Comportamento territorial

Machos vizinhos de territórios contíguos não necessariamente estavam sempre em atividade de *displays* de forma conjunta, havendo assincronia e grande variação ao longo do período de anúncio territorial no número de indivíduos momentaneamente engajados neste comportamento e também nas frequências em que cada um dos indivíduos realizava os *displays*.

Durante cada evento de *display*, os machos partindo do solo ou poleiro ascendiam em voo até uma determinada altura (geralmente  $\geq 30$  m), e a partir daí circulavam em um voo ondulado sobre parte do território e depois desciam planando em trajetória espiral ou diagonal (voo de “paraquedas”), aterrissando em outro ponto geralmente distante  $> 30$  m do local de origem. O tempo de duração de cada *display* foi extremamente variável, de poucos segundos até indivíduos cantando por até 2 min no ar. Tanto durante a ascensão quanto durante as circunvoluções acima do território os machos emitiam em curtos intervalos de tempo o canto gorjeado característico da espécie (Figs. 1 e 12). Em determinado momento se decidissem por aterrissar, após o término da última frase típica do canto as aves acrescentavam uma voz zumbida e de tom nasal ao final que era invariavelmente emitida em série durante a descida planada até o indivíduo quase tocar o substrato novamente (Fig. 12). Por vezes, parecem “desistir” no meio da descida, retomando as circunvoluções com vocalização.



**Figura 12.** Sonograma do canto de *Anthus nattereri* emitido durante os *displays* em voo (indivíduo #18) gravado nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG. Os machos acrescentam a voz zumbida e de tom nasal (marcada pela linha preta horizontal) ao final da última frase típica do canto logo ao iniciar a descida até quase tocar o substrato novamente.

Nos deslocamentos cursoriais, enquanto forrageavam ativamente entre um *display* e outro, os machos também foram observados cantando a partir do solo. Além disso, podem cantar permanecendo momentaneamente estáticos parcialmente ocultos ou no topo de uma moita mais alta de capim, cupinzeiros ou de micro elevações do terreno, que ofereçam vista dos arredores, ou do mesmo modo, empoleirados em arbustos e arvoretas, normalmente representados de forma escassa nos ambientes em que *A.*

*nattereri* se estabelece (Fig. 13). Nessas situações, os machos emitem uma versão mais curta do canto tipicamente enunciado em *displays* aéreos, podendo omitir somente o último grupo de sílabas ou também o penúltimo, nunca vocalizando a voz zumbida.

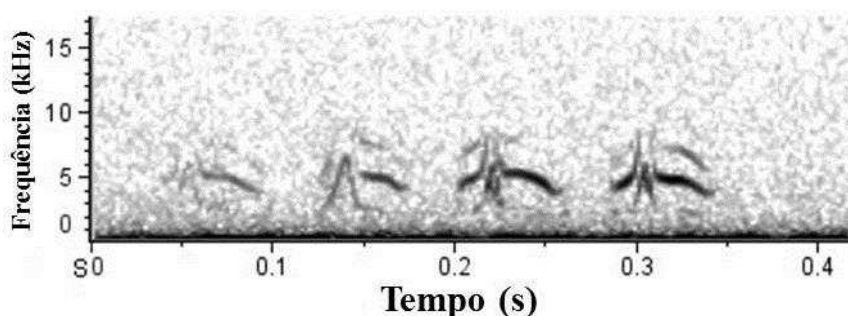


**Figura 13.** Dois machos de *Anthus nattereri* não vizinhos vocalizando de pontos elevados presentes em seus territórios, localizados entre junho e dezembro de 2016 nos campos nativos do município de São João del-Rei, MG. Fotos: VTL.

Ao voar acima do território, os machos em *display* eventualmente podem circular além de seus limites terrestres, adentrando o espaço aéreo dos vizinhos imediatos e/ou sobrevoando áreas não utilizadas, como porções de terreno fortemente inclinadas. Não foram observadas interações ou outros tipos de reações dos machos que tiveram seu espaço aéreo momentaneamente invadido por outro macho vizinho em voo de *display*. Porém, machos adjacentes realizando *displays* de maneira simultânea quase sempre se mantiveram distantes um do outro no espaço aéreo. E mesmo quando estavam no solo forrageando de forma solitária, raramente foi registrada a aproximação entre machos vizinhos.

Interações agonísticas envolvendo machos territorialistas vizinhos imediatos (indivíduos #1 e #8, identificados por anilhas) ocorreram em julho nos limites de seus territórios quando um deles por duas vezes forrageando em deslocamento cursorial se aproximou demasiadamente (~2 m) do outro. Nesta ocasião, o #1 estava realizando *displays* enquanto que o #8 ainda estava silencioso. Em ambas as aproximações, o #1

que violou o espaço foi prontamente rechaçado pelo #8 através de voos curtos e rentes ao solo, sem que houvesse contato físico aparente, por uma distância de ~5 m. Antes e durante a curta perseguição, o macho agressor emitiu com maior frequência de repetição e volume o chamado #1 (Fig. 3). Em outra ocasião no mês de setembro, o #1 que foi perseguido no evento descrito anteriormente e outro macho vizinho (#9, também anilhado), estavam forrageando próximos (~10 m), mas sem que houvesse contato visual aparente. Porém, quando o #9 iniciou o *display* aéreo e sobrevoou próximo, c. de 3 m do outro que se manteve no solo, este emitiu um tipo diferente de chamado de advertência (doravante denominado chamado #2, Fig. 14). Afora isso, não foram observadas outras reações. Outro registro da emissão do chamado #2 se deu em novembro através de um macho em atividade de forrageamento que se alarmou ao presenciar outro macho do território contíguo aterrissar próximo (~5 m) após executar um *display* aéreo. Não houve registro de outras reações e os machos continuaram as atividades de forrageamento normalmente, tendendo a se afastar entre si.



**Figura 14.** Chamado #2 emitido por *Anthus nattereri* em contexto de advertência na presença de outro indivíduo muito próximo, possivelmente indicando violação do espaço e iminência de agressão, gravado nos campos nativos do município de São João del-Rei no segundo semestre de 2016.

Perseguições de caráter mais belicoso também foram observadas, sendo possivelmente, em sua maioria, interações agonísticas entre machos territorialistas residentes e indivíduos potencialmente flutuantes ou transitórios. Embora ambos os eventos não tenham sido exaustivamente computados, foram mais frequentemente notados do que as interações mais comedidas entre vizinhos. Do mesmo modo, foram raras enquanto os machos estavam sendo monitorados realizando *displays*. Por consequência, na maior parte das vezes essas perseguições eram fortuitamente registradas em pleno curso nos arredores do território do indivíduo-foco que estava sendo monitorado naquele momento, gerando incerteza sobre a identidade dos indivíduos envolvidos. Tais interações mais agressivas foram registradas ao longo de todo o período de 2016 em que os machos de *A. nattereri* anunciaram territórios, entre

os meses de junho e dezembro. Invasores presumivelmente estranhos se mostraram silenciosos ao adentrar os territórios e, uma vez detectados, eram tenazmente repelidos pelos machos residentes através de rápidas perseguições em voo que podiam alcançar grande altura e se estender bem além dos limites do território. O contato físico durante as perseguições parece ser discreto e as únicas vocalizações detectadas nestas circunstâncias foram os chamados de advertência emitidos pelo indivíduo agressor. Particularmente na iminência da perseguição, era utilizado o chamado #2 (Fig. 14), emitido pelo indivíduo proprietário em postura alerta e imóvel. Em um dos locais onde os territórios se mostraram relativamente mais agregados (Fig. 10a), em algumas ocasiões foram observados dois ou mais indivíduos, provavelmente se tratando de vizinhos imediatos, envolvidos na expulsão de um único invasor.

Compete mencionar sobre um macho com plumagem típica dos adultos (Fig. 15), capturado e anilhado em 23 de junho na periferia do território de outro macho (indivíduo #4), registrado novamente em 26 de agosto *c.* 100 m do seu local de captura, dentro do território de um macho vizinho (indivíduo #5). Provável flutuante, este indivíduo não demarcou território nesta área ao longo do período de estudo e em ambas as ocasiões em que foi registrado forrageando em meio à vegetação se manteve silencioso.



**Figura 15.** Provável macho flutuante de *A. nattereri* registrado dentro dos limites dos territórios de outros dois machos vizinhos em diferentes datas entre junho e agosto de 2016 nos campos nativos do município de São João del-Rei. Foto: VTL.

Fêmeas de *A. nattereri* raramente foram detectadas. Nunca foram observadas acompanhando ou próximas do macho em atividade de *display*, mesmo quando este forrageava pelo solo no intervalo entre os voos, sendo difícil determinar se um macho estava pareado ou não. Supostas fêmeas eram registradas quando o observador caminhava pelo campo monitorando as atividades do macho e acidentalmente espantava indivíduos que permaneciam silenciosos e discretos em meio à vegetação. Ao voar

emitiam o chamado #1 (Fig. 3), semelhantes aos machos, e logo pousavam em local próximo, dentro dos limites do território em questão. Somente quando os machos não estavam engajados em atividades de *display* é que foram vistos casais em potencial, nos quais os indivíduos se mantinham relativamente coesos ao se deslocar pelo solo e vegetação, inclusive voando juntos em uma mesma direção quando em fuga. Em duas ocasiões no mês de setembro, duas fêmeas anilhadas foram vistas pareadas com seus respectivos potenciais machos apresentando este mesmo comportamento. Em um desses registros, um indivíduo invasor que se aproximou foi prontamente expulso do território pelos dois membros do casal.

Deslocamentos notoriamente extraterritoriais se mostraram raros. Machos nunca foram observados se afastando em deslocamento cursorial da área abrangida pelos *displays*, sempre utilizando o habitat contido em seu perímetro. Alguns machos em atividade de *display* circulando seus respectivos territórios empreenderam deslocamentos repentinos em voo, se afastando consideravelmente em grande altura enquanto emitiam o canto utilizado nos *displays*, por vezes na direção de outros territórios distantes. As aves na maioria das vezes aparentemente protelaram o retorno, não sendo possível definir com exatidão sua volta e somente sendo registradas novamente em seu território nas sessões de amostragem posteriores. Entretanto, em três eventos, os machos retornaram *c.* de 30 min depois para o seu próprio território.

### **Influência das queimadas sobre *Anthus nattereri***

Em diferentes meses (agosto, setembro e outubro), queimadas que ocorreram em três áreas disjuntas distantes *c.* de 2,5 km entre si com vegetação com mais de um ano regeneração desde a última queima, onde havia territórios de *A. nattereri* estabelecidos e sendo monitorados, possibilitaram documentar o comportamento e/ou dinâmica de alguns dos indivíduos afetados.

Não se constatou abandono ou deslocamentos de três indivíduos (#1, #6 e #9) que tiveram a vegetação de seus territórios parcialmente queimada (Fig. 16) durante esses eventos. Por outro lado, nas áreas ocupadas por *A. nattereri* cuja vegetação graminoide em sua quase totalidade foi dizimada pelo fogo, um efeito imediato observado pós-queima foi a desestabilização dos territórios, com os machos aparentemente exibindo diferentes níveis de fidelidade aos locais onde originalmente estavam estabelecidos. Nesse cenário, alguns dos indivíduos apresentaram um comportamento similar ao descrito previamente em relação aos deslocamentos

extraterritoriais. Após as queimadas, esses machos foram observados transitando em voo e vocalizando entre os locais afetados onde foram primeiramente detectados e os arredores em um raio de até ~500 m, podendo ocupar temporariamente áreas que foram simultaneamente queimadas (#17), de onde outros machos também se deslocaram, ou que permaneceram intactas (#3, #14 e #24). Nas áreas não queimadas ocupadas pelos machos #3 e #24 já haviam outros machos territoriais aparentemente estabelecidos, mas não foram observadas interações entre eles. Após c. de um mês e meio, o #17 se reestabeleceu novamente em seu antigo território, permanecendo nessa área de outubro em diante (Fig. 17, Tab. 2). Não obstante, os indivíduos #3 (Fig. 17) e #24 continuavam a apresentar esse comportamento de trânsito ainda em novembro e dezembro, não se fixando em um local mesmo com seus territórios de origem estando vagos e já com vegetação parcialmente reestabelecida.

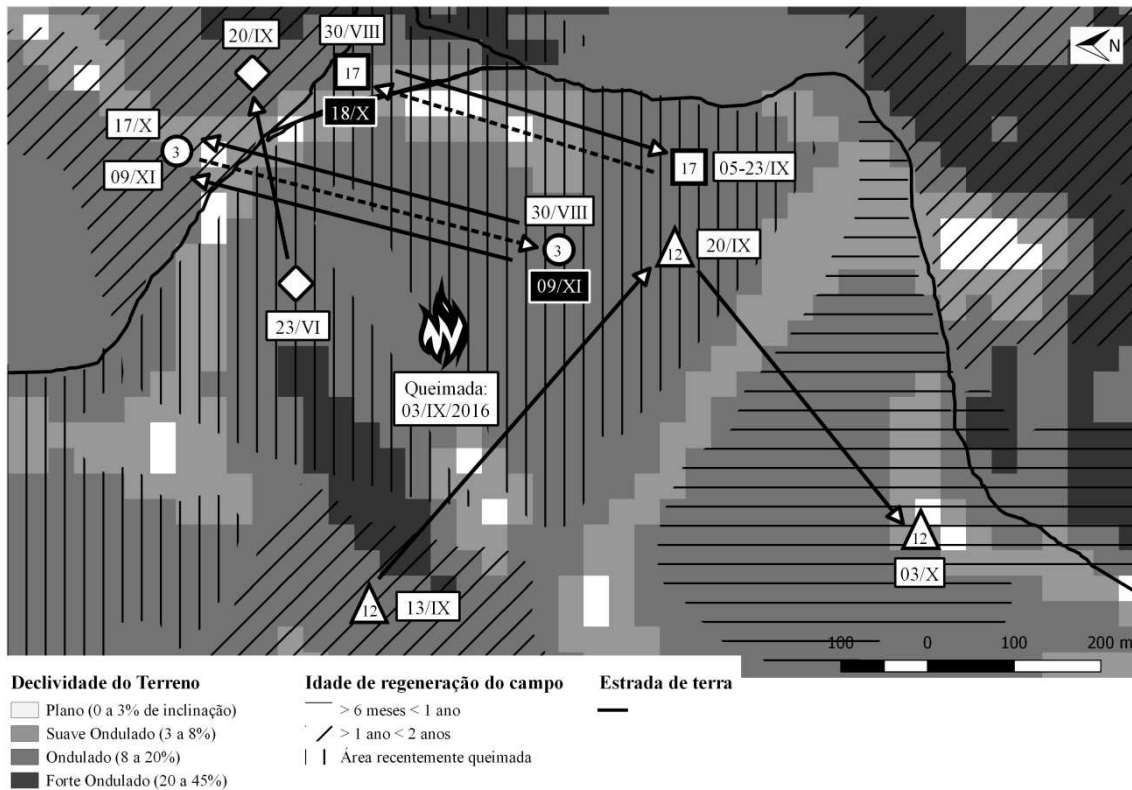


**Figura 16.** Macho de *Anthus nattereri* registrado em seu território situado em uma área de campo nativo no município de São João del-Rei, MG, poucos dias após sua vegetação ter sido parcialmente queimada em agosto de 2016. Foto: VTL.

Apesar de alguns dos machos dispersados pelas queimadas ocuparem e executarem *displays* onde já haviam indivíduos territorialistas, foi testemunhado um único evento de interação agonística potencialmente decorrente de tal contexto. No dia 13 de setembro, duas semanas após a queimada, foi observada por volta de 09:00-03UTC uma perseguição seguida de luta entre dois indivíduos de *A. nattereri* em um campo portando vegetação com > 1 ano e < 2 anos de regeneração, adjacente à área

recém-queimada. Um dos indivíduos perseguia persistentemente e de maneira muito próxima o outro em voo, circulando acima do campo a uma altura de *c.* de 15 m. A perseguição se dava de forma relativamente lenta se comparada com as outras normalmente observadas, pois o indivíduo que estava sendo perseguido, além de vocalizar insistentemente o canto típico da espécie, ao mesmo tempo em que se desvencilhava do agressor, estava tentando manter um ritmo de voo tal qual empregado nos *displays* aéreos. Em certo momento, os dois indivíduos aterrissaram em postura de exaustão em meio à vegetação do campo, porém logo o indivíduo agressor retomou a perseguição ao outro indivíduo, que continuava a vocalizar. Imediatamente, os dois colidiram e se envolveram em uma violenta luta física no solo que durou *c.* de 40 s, com emissões do chamado #1. Quando o indivíduo agredido conseguiu se esquivar, se afastou voando e o perseguidor foi atrás, não sendo mais vistos.

Embora não fosse possível determinar as origens e qual dos indivíduos estava sendo contestado por ser o proprietário do território, pois esta ocasião foi a primeira vez em que este local era prospectado, a gravação da voz do macho que estava sendo perseguido permitiu documentar sua movimentação pela área até seu estabelecimento em um campo próximo (Fig. 17). O indivíduo #12 ocupou um território provisório no dia 20 de setembro na área que havia sido recentemente queimada ao lado do território temporário do #17, distante *c.* de 500 m do campo onde ocorreu a luta. Depois, em 3 de outubro foi documentado demarcando outro território, onde se estabeleceu (Tab. 2), distante *c.* de 550 m do local do seu último registro. Neste local não havia registros de indivíduos territoriais, somente nos arredores (Fig. 10b).



**Figura 17.** Dinâmica de alguns dos indivíduos de *Anthus nattereri* monitorados em uma área de campo nativo do município de São João del-Rei, MG, que foi parcialmente queimada em 3 de setembro de 2016. As setas indicam a direção em que ocorreram os deslocamentos. As setas pontilhadas indicam o retorno do indivíduo aos locais onde foram inicialmente detectados. Os retângulos brancos indicam a data (período, no caso do indivíduo #17) em que o indivíduo foi registrado nos respectivos locais indicados pelos símbolos e os retângulos pretos indicam a data em que foi registrado o retorno desses indivíduos aos seus locais de origem. Com exceção da fêmea denotada pelo losango, os outros três indivíduos são machos representados por diferentes símbolos, numerados conforme a Tabela 1. Áreas não hachuradas indicam outros habitats que não são utilizados por *A. nattereri*, como matas ripárias e ambientes arbustivos. Notar como a estrada de terra atuou como aceiro.

Uma fêmea capturada em junho na área que foi queimada ao início de setembro, foi registrada no dia 20 deste mês *c.* de 200 m do ponto de sua captura em um campo que se manteve íntegro do outro lado da estrada que corta o local (Fig. 17). Na ocasião desse registro, a fêmea estava acompanhada de outro indivíduo adulto, possivelmente um macho (ver **Comportamento territorial**, pág. 64).

## DISCUSSÃO

*Anthus nattereri* exibe uma estratégia territorial semelhante ao descrito para as outras espécies do gênero de regiões temperadas (*e.g.* Gibb 1956, Seel & Walton 1979,

Bijlsma 1990, Tyler 2004, Grzybek *et al.* 2008), onde o amplo espaço delimitado e defendido pelos machos durante os *displays* pode incluir os locais de cortejo, acasalamento, forrageamento, abrigo e nidificação (Brown 1964, Wilson 2000). A territorialidade sazonal aqui reportada indica que as populações de *A. nattereri* dos CARG possuem uma fenologia territorial similar à observada para as populações meridionais também residentes da espécie (Tyler 2004, Chebez *et al.* 2008, Azpiroz & Blake 2009, Bencke *et al.* 2013). Apesar dos indivíduos possivelmente permanecerem nas mesmas áreas ao longo do ano, esse comportamento territorial restrito contraria com o que predomina para grande parte da avifauna tropical; em que, geralmente, espécies residentes e insetívoras anunciam territórios durante todo o ciclo anual (Stutchbury & Morton 2001). Esse último padrão também foi observado para algumas espécies residentes de savana ou de campo no ambiente sazonal do Cerrado no Brasil Central (Fujikawa 2011, Lopes & Marini 2006, Duca & Marini 2014). O comportamento territorial de *A. nattereri* contrasta com o observado na área de estudos para *A. hellmayri*, que foi detectada anunciando e demarcando territórios através de *displays* ao longo de todo o ano (VTL, obs. pess.). Por outro lado, a defesa de territórios apenas durante parte do ano do mesmo modo foi identificada na área de estudo para *Geositta poeciloptera*, um Passeriforme insetívoro da família Scleruridae, terrestre e residente, que coabita os mesmos locais que as duas espécies de *Anthus* (Silva 2015).

O curto período de anúncio territorial detectado em *A. nattereri* imediatamente após um evento de precipitação de caráter extemporâneo em junho sugere que o início de sua reprodução esteja arrolado em função do começo das chuvas. Conforme conjecturado para *Neothraupis fasciata* em uma localidade do Cerrado no Brasil Central (Duca & Marini 2011), é possível que *A. nattereri* também seja capaz de ajustar o início de sua reprodução em resposta às marcadas oscilações interanuais da distribuição temporal da precipitação, as quais são características do clima sazonal local e do Cerrado de maneira geral, onde podem influenciar diretamente na disponibilidade de recursos (Macedo 2002, Pinheiro *et al.* 2002, Silva *et al.* 2011).

A grande variação encontrada em relação ao tamanho dos territórios da população-alvo de *A. nattereri* é um padrão comumente observado entre indivíduos de uma mesma espécie (Wiens *et al.* 1985, Carpenter 1987, Adams 2001, Pons *et al.* 2008). Os principais fatores responsáveis por explicar tal variação podem incluir a qualidade do habitat refletido na densidade de alimento, topografia (a espécie parece evitar terrenos fortemente ondulados), estrutura da vegetação, configuração da paisagem e também a

qualidade dos machos, interações, dos custos inerentes à defesa de uma área contra intrusos coespecíficos, além da presença de espécies ecologicamente similares e potencialmente competidoras (Carpenter 1987, Adams 2001, Seddon *et al.* 2004, Pons *et al.* 2008, Ribic *et al.* 2009).

Convém ressaltar que os estudos disponíveis que abordaram estimativas de tamanho dos territórios em *Anthus spp.* utilizaram o método do Mínimo Polígono Convexo (MPC) ou abordagem similar. Por conta disso, comparações rigorosas não são possíveis em função dos vieses intrínsecos ao método (Laver & Kelly 2008), de modo que os dados apresentados aqui assumem função meramente ilustrativa.

O único estudo sobre territorialidade de uma espécie de *Anthus* Neotropical é o de Ribon *et al.* (2007), que estimaram um tamanho médio de 0,75 ha (n=6, variando entre 0,4 e 1,3 ha, aparentemente sem registro de sobreposição) para os territórios de *A. hellmayri* em um campo rupestre da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. As estimativas de área dos territórios de *A. hellmayri* se sobrepõem ao encontrado neste estudo para *A. nattereri*, sendo em média menores.

O tamanho estimado dos territórios de *A. nattereri*, sua amplitude de variação e o posicionamento relativamente agregado de alguns indivíduos em manchas de habitat de maior extensão foram também equivalentes ao documentado para algumas espécies Norte-Americanas e Europeias de *Anthus*, as quais possuem comportamento migratório (Bijlsma 1990, Robbins 1998, Alström & Mild 2003, Kumstátova *et al.* 2004, Thirion & Lebon 2006, Davis *et al.* 2014). Em um estudo sobre *A. spragueii* efetuado no Canadá, Fisher & Davis (2011) estimaram uma média de 1,7 ha para territórios situados em campos plantados artificialmente, variando entre 0,1 e 5,4 ha, e uma média de 1,9 ha em campos nativos, com variação entre 0,4 e 6,4 ha. Em outro estudo, com essa mesma espécie, também realizado no Canadá, Jones (2011) reportou um valor médio de 0,4 ha, com variação entre 0,15 e 2,10 ha. Kumstátova *et al.* (2004) mencionaram que o tamanho dos territórios de *A. trivialis* (Linnaeus, 1758) na Europa geralmente varia entre 0,5 e 1,6 ha, registrando-se territórios menores com até 0,12 ha. Esse mesmo estudo reportou para *A. pratensis* (Linnaeus, 1758) uma grande variação no tamanho médio dos territórios (entre 0,18 e 1,97 ha), dependendo da localização da população.

A sobreposição de territórios em espécies do gênero *Anthus* foi documentada em algumas populações com alta densidade de indivíduos do continente europeu (Seel & Walton 1979, Bollman & Reyer 1999, Kumstátova *et al.* 2004). Bollman & Reyer (1999) verificaram que em uma população de *A. spinoletta* (Linnaeus, 1758) dos Alpes

suíços 31% dos territórios se sobrepuseram com um ou vários territórios vizinhos, em uma proporção de 5-65% de suas áreas totais. Outro trabalho também realizado com essa mesma espécie nessa mesma localidade revelou que a maior parte dos indivíduos com alta sobreposição de território eram machos não pareados e com baixa incidência de um elemento específico em seus cantos, emitido durante a fase de descida dos *displays* em voo e cuja principal função parece ser indicar de forma precisa os limites de seu território para coespecíficos (Rehsteiner *et al.* 1998). Elemento com estrutura e contexto temporal semelhante está presente no canto de *A. nattereri*, mas tal correlação ainda precisa ser investigada.

A maior parte das sobreposições apuradas entre territórios vizinhos da população-alvo de *A. nattereri* se deram em suas porções periféricas. Aparentemente, as áreas de campo onde foram registradas as agregações de *A. nattereri* não estavam saturadas de indivíduos, havendo espaços com vegetação e terreno adequados disponíveis, conforme indicam também o pós-estabelecimento nesses locais de machos dispersados pelas queimadas. Desse modo, tais territórios posicionados de forma relativamente contígua possivelmente refletem um mecanismo de atração coespecífica, onde, em densidades menores, indivíduos de espécies territoriais tendem a ser atraídos entre si e se arranjar formando grupos de indivíduos territorialistas (Stamps 1988, Ahlering *et al.* 2010). Dentre as possíveis vantagens adaptativas arroladas para formação dessas agregações está o maior sucesso no pareamento, proteção contra predadores, defesa contra intrusos e o acúmulo de informações sobre o habitat, especialmente entre indivíduos jovens inexperientes (Stamps 1988, Ahlering *et al.* 2010).

Nesses territórios contíguos foi observado que os machos vizinhos são tolerantes entre si enquanto estão realizando *displays*. Mesmo quando se encontram nas áreas compartilhadas, aparentemente de forma acidental entre uma aterrissagem e outra durante os *displays* e/ou no decorrer do forrageamento, as interações agonísticas detectadas foram muito menos agressivas do que as direcionadas aos indivíduos estranhos que adentram os territórios, sugerindo a existência de algum nível de familiaridade (não necessariamente no sentido de parentesco) entre vizinhos. Nos encontros relatados não foram observados *displays* em solo entre os machos de *A. nattereri*, tal como descrito, por exemplo, para *A. petrosus* (Montagu, 1798) e *A. spinoletta*, que realizam a “marcha paralela”, contestando entre si de forma ritualizada os limites dos territórios (Gibb 1956, Bollman *et al.* 1997, Elfström 1997). De todo modo, tais registros são indicativos de que nesse estágio da história de vida de *A.*

*nattereri* os machos guardam de forma diferencial o território em relação aos machos vizinhos e indivíduos estranhos (fenômeno do “querido inimigo” - Temeles 1994, Wilson 2000). Enquanto que a guarda dos territórios contra indivíduos estranhos presumivelmente se dá de forma absoluta, ou seja, na maior parte do tempo, uma vez que os vizinhos estabelecidos não se apresentam como uma ameaça ao proprietário seria, neste caso, mais vantajoso para os indivíduos agregados relaxar a defesa, que ocorreria somente nas porções comunais dos territórios onde os machos porventura se encontrem de forma muito próxima (Wilson 2000). Nesses espaços, é possível que um dos machos tenha prioridade de uso e dominância sobre o outro, pois durante os encontros, somente um dos indivíduos demonstrou algum nível de agressividade. O fenômeno do “querido inimigo” é bem documentado para espécies territoriais que defendem territórios de usos múltiplos (Temeles 1994). É importante frisar que o nível de tolerância do proprietário depende não somente da familiaridade *per si*, mas sim do nível de ameaça que os vizinhos circunstancialmente representam; que pode ser relativamente menor do que o dos estranhos (Temeles 1994, Elfström 1997, Hyman 2002).

Elfström (1997) demonstrou para uma população com alta densidade de indivíduos territorialistas de *A. petrosus* situada em uma ilha do sudoeste da Suécia não só a existência de tolerância entre vizinhos, mas também a cooperação entre esses indivíduos na expulsão de estranhos, inclusive com ações de perseguição coordenadas entre si. Estas coalisões são pouco conhecidas entre os animais territoriais de modo geral (Alcock 2009, Goodwin & Podos 2014). A observação de perseguições envolvendo mais de dois indivíduos de *A. nattereri* na expulsão de um intruso sugere que investigações devem ser conduzidas sob este contexto para verificar a possível ocorrência de coalisões nessa espécie.

Machos engajados nas atividades de *display* em nenhum momento foram observados pareados ou associados em potenciais casais reprodutivos. Porém, em determinados momentos, os machos mantêm-se seguidamente próximos das fêmeas, quando então parecem se abdicar das exibições aéreas. Esse comportamento explicaria em parte a variação nas frequências de execução de *displays* observada no decorrer do estudo. Além disso, tais observações, associadas ao registro de sobreposição entre territórios vizinhos, sugerem que os machos poderiam estar exibindo um comportamento de guarda das fêmeas férteis. Essa seria uma estratégia para se evitar a

ocorrência de cópulas extra-par, um fenômeno considerado como raro e/ou mal documentado para aves Neotropicais (Stutchbury & Morton 2001, Macedo *et al.* 2008).

Em uma população de *A. pratensis* estudada na Europa, os machos não apresentaram comportamento de guardar a fêmea em seu período fértil (Petrušková *et al.* 2007). Esses autores sugeriram que a manutenção de uma alta atividade vocal evitaria a aproximação de intrusos, e que seria mais vantajoso para os machos atentar para a presença de potenciais machos competidores, expulsando-os imediatamente quando próximos de seus pares, do que seguir a fêmea constantemente pelo território. A atividade vocal, especialmente quando envolve *displays* de voo elaborados, e a guarda estrita de fêmeas podem ser consideradas demandas conflitantes devido ao alto custo energético de ambas (Hedenstrom & Møller 1992, Slagsvold *et al.* 1994, Gil *et al.* 1999, Alcock 2009). Por consequência, machos de diferentes espécies tendem a exibir um ou outro comportamento para tentar garantir a paternidade de sua prole (*e.g.* Møller 1991, Slagsvold *et al.* 1994, Gil *et al.* 1999, Turner & Barber 2004), embora também haja registro do uso de estratégias mistas por uma mesma espécie ao longo do período reprodutivo, supostamente para o macho otimizar suas oportunidades de cópulas extra-par (Currie *et al.* 1998).

Estudos direcionados e experimentos como o realizado com *A. pratensis* (Petrušková *et al.* 2007) são necessários para se determinar qual dessas situações, incluindo a frequência de cópulas extra-par, caracterizam a estratégia reprodutiva de *A. nattereri*. Uma vez que neste estudo não foi possível definir se *A. nattereri* permanece pareado ao longo de todo o ciclo anual, outra questão complementar que deve ser investigada é a função do canto sazonal de *A. nattereri*, que pode estar relacionado à atração e/ou estímulo de fêmeas no contexto da reprodução, além do seu papel na defesa territorial (Catchpole & Slater 2008, Chiver *et al.* 2015).

*Anthus nattereri* tem sido frequentemente registrado associado aos campos nativos com influência do fogo nos domínios do Cerrado (Parker & Willis 1997, Mazzoni & Perillo 2011, Lombardi *et al.* 2012). No setor sul de sua distribuição geográfica, a espécie não tem sido detectada em campos nativos recém-queimados (Bencke *et al.* 2013), não obstante haja relatos da espécie ocupando áreas afetadas pelo fogo em localidades do Paraguai e da Argentina (Fraga 2001, Codesido & Fraga 2009). Azpiroz & Blake (2009, 2015) encontraram uma alta densidade da espécie ao norte do Uruguai em campos nativos com baixa pressão de pastejo, maior heterogeneidade da vegetação e alta cobertura de gramíneas, em contrapartida aos poucos indivíduos registrados nos

campos nativos sobrepastejados por gado bovino e ovino situados nessa mesma região, onde não se usa o fogo como meio de manejo.

Mesmo que a espécie esteja restrita aos campos nativos, *A. nattereri* mostrou-se versátil ao estabelecer territórios e utilizar a vegetação campestre desde seus estágios iniciais até intermediários de regeneração pós-queimada nos CARG, onde o fogo tem papel preponderante na dinâmica de sucessão quando comparado com o pastejo (Teixeira 2016, Cap. 1). Inclusive, após certo período de regeneração pós-queimada do campo, a espécie parece não expandir ou retrair o tamanho dos territórios de forma expressiva em função da estrutura da vegetação encontrada em tais áreas. No âmbito do Cerrado, compete ressaltar que o fogo pode não estar restringindo a disponibilidade de alimento nos campos, pois tem sido documentado um incremento na abundância de artrópodes epígeos em áreas com maior incidência de queimadas, demonstrando a resiliência desses organismos frente a este distúrbio (Uehara-Prado *et al.* 2010).

Somente com o avanço da sucessão, após dois anos de regeneração pós-queimada e com exclusão do pastejo, é que a crescente densidade e homogeneidade da vegetação graminoide nos campos dos CARG parece impor limitações quanto ao seu uso efetivo por *A. nattereri*. Em espécies que empregam o deslocamento cursorial para forragear, a vegetação pode afetar diretamente sua eficiência, através do efeito sobre a detectabilidade (obstrução visual) e acessibilidade (obstrução física) de itens alimentares, além de impor demandas energéticas adicionais em vista do resfriamento provocado pela vegetação úmida, e indiretamente através do seu impacto no balanço entre o tempo alocado para se alimentar e o tempo alocado para vigia de predadores (Cody 1968, Wilson *et al.* 2005). Além disso, a monodominância de determinada espécie de gramínea e o acúmulo de matéria vegetal morta nos estágios mais avançados de sucessão dos campos do Cerrado parece afetar negativamente a abundância e diversidade de artrópodes em áreas com baixa incidência de queimadas (Uehara-Prado *et al.* 2010), o que, por sua vez, diminuiria a oferta de alimento. Nesse cenário, supõe-se que a espécie teria de adotar periodicamente uma estratégia de rastreamento de áreas favoráveis na medida em que territórios ocupados se tornassem impróprios ou de baixa qualidade (Cody 1985, Parker & Willis 1997). Dessa forma, é possível que o manejo do campo nativo, que é realizado há décadas e através do qual diferentes áreas são queimadas pelo menos a cada dois anos de forma alternada dentro de cada propriedade (Teixeira 2016, Cap. 1), esteja beneficiando a espécie ao incrementar a heterogeneidade da paisagem e promover a contínua renovação dos processos de sucessão pós-fogo da

vegetação, aumentando a disponibilidade de áreas e diminuindo os custos inerentes à sondagem e disputas por novos territórios.

Em ambientes campestres prístinos submetidos a um regime natural de queimadas, onde tais distúrbios seriam periódicos, mas não necessariamente previsíveis, espera-se também que espécies que coexistiram com essa dinâmica no decorrer de sua história evolutiva demonstrem certa resiliência e plasticidade fenotípica em termos de comportamento e dieta para responder de forma adequada à flutuação de recursos e/ou condições dentro desse intervalo de variabilidade natural (Cody 1985, Bond & Parr 2010, Durigan & Ratter 2016). No entanto, ainda que *A. nattereri* pareça atingir uma elevada abundância relativa no setor alvo deste estudo e em outras regiões dos CARG (Peixoto 2014), é fundamental investigar a magnitude dos efeitos diretos e indiretos do regime atual de queimadas no processo de recrutamento de indivíduos (Sodhi *et al.* 2011, Davis *et al.* 2016, Maphisa *et al.* 2016). O pico de incidência de queimadas coincide com a reprodução da espécie na região, resultando na destruição de ninhos, e, no caso de supressões severas e extensas da vegetação graminoide, na potencial limitação temporária da disponibilidade de sítios adequados para a nidificação, uma vez que *A. nattereri* parece ser dependente de porções mais densas e com maior cobertura de gramíneas para alocar seus ninhos (Cap. 1). Uma possível estratégia para amenizar os impactos demográficos negativos decorrentes da desestabilização de territórios após as queimadas e eliminação instantânea da vegetação em grandes áreas seria manutenção de refúgios através da criação de mosaicos de manchas queimadas e não queimadas em pequena escala (Parr & Andersen 2006), além de se definir a época mais adequada para realização do manejo com o fogo, o que facilitaria a subsequente reorganização espacial da população através do aumento das taxas de recolonização e/ou permanência nas áreas afetadas (Di Giacomo *et al.* 2011, Bencke *et al.* 2013, Cap. 1).

## REFERÊNCIAS

- Adams, E. S. 2001. Approaches to the study of territory size and shape. *Annual review of ecology and systematics*, 32: 277-303.
- Ahlering, M. A.; Arlt, D.; Betts, M. G.; Fletcher Jr, R. J.; Nocera, J. J. & Ward, M. P. 2010. Research needs and recommendations for the use of conspecific-attraction methods in the conservation of migratory songbirds. *The Condor*, 112: 252-264.

- Alcock, J. 2009. *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, MA.
- Alström, P. & Mild, K. 2003. *Pipits and Wagtails of Europe, Asia and North America: identification and systematics*. Christopher Helm/A&C Black, Princeton University Press, London.
- Anich, N. M.; Benson, T. J. & Bednarz, J. C. 2009. Estimating territory and home-range sizes: do singing locations alone provide an accurate estimate of space use? *The Auk*, 126: 626-634.
- Askenmo, C.; Neergaard, R. & Arvidsson, B. L. 1994. Food supplementation does not affect territory size in Rock Pipits. *Animal behaviour*, 47: 1235-1237.
- Azpiroz, A. B. & Blake, J. G. 2009. Avian assemblages in altered and natural grasslands in the northern campos of Uruguay. *The Condor*, 111: 21-35.
- Azpiroz, A. B.; Isacch, J. P.; Dias, R. A.; Di Giacomo, A. S.; Fontana, C. S. & Palarea, C. M. 2012. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology*, 83: 217-246.
- Azpiroz, A. B. & Blake, J. G. 2015. Associations of grassland birds with vegetation structure in the Northern Campos of Uruguay. *The Condor*, 118: 12-23.
- Barg, J. J.; Jones, J. & Robertson, R. J. 2005. Describing breeding territories of migratory passerines: suggestions for sampling, choice of estimator, and delineation of core areas. *Journal of Animal Ecology*, 74: 139-149.
- Belton, W. 1985. Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 2: Formicariidae through Corvidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 180:1-242.
- Bencke, G. A.; Dias, R. A.; Rupp, A. E.; Straube, F. C. & Maurício, G. N. 2013. *Anthus nattereri*. Pp. 77-80. In. Serafini, P.P. (org.) *Plano de Ação Nacional para a conservação dos passeriformes ameaçados dos Campos Sulinos e Espinilho (Série Espécies Ameaçadas, 31)*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasília.
- Bijlsma, R. G. 1990. Habitat, territory size and breeding success of Tawny Pipit *Anthus campestris*. *Limosa* 63: 80–81.
- Bollmann, K.; Brodmann, P. A. & Reyer, H-U. 1997. Territory quality and reproductive success: Can Water Pipits *Anthus spinoletta* assess the relationship reliably? *Ardea*, 85: 83-98.

- Bollmann, K. & Reyer, H-U. 1999. Why does monogamy prevail in the alpine Water Pipits *Anthus spinoletta*? *Proceedings of the International Ornithological Congress*, 22: 2666–2688.
- Bond, W. J. & Parr, C. L. 2010. Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation*, 143: 2395-2404.
- Börger, L., Franconi, N., De Michele, G., Gantz, A., Meschi, F., Manica, A.; Lovari, S & Coulson, T. 2006. Effects of sampling regime on the mean and variance of home range size estimates. *Journal Animal Ecology*, 75: 1393–1405.
- Both, C. & Visser, M. E. 2003. Density dependence, territoriality, and divisibility of resources: from optimality models to population processes. *The American Naturalist*, 161: 326-336.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 24: 346-352.
- Brown, J. L. 1964. The evolution of diversity in avian territorial systems. *The Wilson Bulletin* 76, 160-169.
- Brown, J. L. & Orians, G. H. 1970. Spacing patterns in mobile animals. *Annual review of ecology and systematics*, 1: 239-262.
- Caro, T. M. 1998. *Behavioral Ecology and Conservation Biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Carpenter, F. 1987. The study of territoriality: complexities and future directions. *Integrative and Comparative Biology*, 27: 401-409.
- Catchpole, C. K. & Slater, P. J. B. 2008. *Bird song: biological themes and variation 2nd ed.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Chebez, J. C.; Casañas, H.; Di Giacomo, A. S. & Azpiroz, A. B. 2008. Cachirla Dorada: *Anthus nattereri* Sclater, 1878. Pp. 360-362 In. Chebez, J. C. (ed.) *Los que se van: Fauna argentina amenazada, vol. 2*. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- Chiver, I.; Stutchbury, B. J. & Morton, E. S. 2015. The function of seasonal song in a tropical resident species, the Red-throated Ant-tanager (*Habia fuscicauda*). *Journal of Ornithology*, 156: 55-63.
- Codesido, M. & Fraga, R. M. 2009. Distributions of threatened grassland passerines of Paraguay, Argentina and Uruguay, with new locality records and notes on their natural history and habitat. *Ornitología Neotropical*, 20: 585-595.
- Cody, M. L. 1968. On the methods of resource division in grassland bird communities. *The American Naturalist*, 102: 107-147.

- Cody, M. L. 1985. Habitat selection in grassland and open-country birds. Pp. 191-226. In: Cody, M. L. (ed.) *Habitat selection in birds*. Academic Press, Orlando, FL.
- Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; ter Steege, H.; Morgan, H. D.; van der Heijden, M. G. A.; Pausas, J. G. & Poorter, H (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51: 335-380.
- Currie, D. R.; Burke, T.; Whitney, R. L. & Thompson, D. B. A. 1998. Male and female behaviour and extra-pair paternity in the Wheatear. *Animal Behaviour*, 55: 689-703.
- Davis, S. K.; Robbins, M. B. & Dale, B. C. 2014. Sprague's Pipit (*Anthus spragueii*). In: Rodewald, P. G. (ed.) *The Birds of North America*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. Disponível em: <<https://birdsna.org/Species-Account/bna/species/sprpip>>.
- Davis, C. A.; Churchwell, R. T.; Fuhlendorf, S. D.; Engle, D. M. & Hovick, T. J. 2016. Effect of pyric herbivory on source–sink dynamics in grassland birds. *Journal of Applied Ecology*, 53: 1004-1012.
- De Swardt, D. H. 2010. Individual and inter-population variation in african Rock Pipit *Anthus crenatus* songs. Pp. 73-80. In: Harebottle D. M.; Craig, A. J.; Anderson, M. D.; Rakotomanana, H. & Muchai, M. (eds.) *Proceedings of the 12th Pan-African ornithological congress, 2008*. Animal Demography Unit, Cape Town.
- Di Giacomo, A. G.; Di Giacomo, A. S. & Reboreda, J. C. 2011. Effects of grassland burning on reproductive success of globally threatened Strange-tailed Tyrants *Alectrurus risora*. *Bird Conservation International*, 21: 411-422.
- Duca, C. & Marini, M. Â. 2011. Variation in breeding of the Shrike-like Tanager in central Brazil. *The Wilson Journal of Ornithology*, 123: 259-265.
- Duca, C. & Marini, M. Â. 2014. Territorial system and adult dispersal in a cooperative-breeding tanager. *The Auk*, 131: 32-40.
- Durigan, G. & Ratter, J. A. 2016. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53: 11-15.
- Elfström, S. T. 1990. Individual and species-specific song patterns of Rock and Meadow Pipits: physical characteristics and experiments. *Bioacoustics*, 2: 277-301.
- Elfström, S. T. 1997. Fighting behaviour and strategy of Rock Pipit, *Anthus petrosus*, neighbours: cooperative defence. *Animal Behaviour*, 54: 535-542.

- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. EMBRAPA Produção de Informação, Brasília; EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro.
- Fieberg, J. & Börger, L. 2012. Could you please phrase “home range” as a question? *Journal of Mammalogy*, 93: 890-902.
- Fisher, R. J. & Davis, S. K. 2011. Habitat use by Sprague's pipits (*Anthus spragueii*) in native pastures and planted, non-native hay fields. *The Auk*, 128: 273-282.
- Fraga, R. M. 2001. The avifauna of Estancia San Juan Poriahú, Iberá Marshes, Argentina: checklist and some natural history notes. *Cotinga*, 16: 81-86.
- Fujikawa, A. 2011. *Área de vida de Coryphasiza melanotis e Cistothorus platensis no Brasil central e uma revisão sobre as áreas de vida e territórios de aves na região Neotropical*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gibb, J. 1956. Food, feeding habits and territory of the Rock Pipit *Anthus spinoletta*. *Ibis*, 98: 506-530.
- Gil, D.; Graves, J. A. & Slater, P. J. 1999. Seasonal patterns of singing in the Willow Warbler: evidence against the fertility announcement hypothesis. *Animal Behaviour*, 58: 995-1000.
- Goodwin, S. E. & Podos, J. 2014. Team of rivals: alliance formation in territorial songbirds is predicted by vocal signal structure. *Biology Letters*, 10: 20131083.
- Grzybek, J.; Michalak, I.; Osiejuk, T. S. & Tryjanowski, P. 2008. Densities and habitats of the Tawny Pipit *Anthus campestris* in the Wielkopolska region (W Poland). *Acta Ornithologica*, 43: 221-225.
- Hedenstrom, A. & Møller, A. P. 1992. Morphological adaptations to song flight in passerine birds: a comparative study. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 247: 183-187.
- Hinsch, M. & Komdeur, J. 2017. What do territory owners defend against? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284: 20162356.
- Hyman, J. 2002. Conditional strategies in territorial defense: do Carolina Wrens play tit-for-tat? *Behavioral Ecology*, 13: 664-669.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 1994. *Manual de Anilhamento de Aves Silvestres*. IBAMA, Brasília.
- Jones, C. G. 2004. Conservation management of endangered birds. Pp. 269–301. In: Sutherland, W. J.; Newton, I. & Green, R. E. (eds.) *Bird ecology and conservation: A handbook of techniques*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Jones, S. L. 2011. Territory size in mixed-grass prairie songbirds. *The Canadian Field-Naturalist*, 125: 12-15.
- Kie, J. G. 2013. A rule-based *ad hoc* method for selecting a bandwidth in kernel home-range analyses. *Animal Biotelemetry*, 1: 1-12.
- Kumstátová, T.; Brinke, T.; Tomková, S.; Fuchs, R. & Petrusek, A. 2004. Habitat preferences of Tree Pipit (*Anthus trivialis*) and Meadow Pipit (*A. pratensis*) at sympatric and allopatric localities. *Journal of Ornithology*, 145: 334-342.
- Laiolo, P.; Vögeli, M.; Serrano, D. & Tella, J. L. 2007. Testing acoustic versus physical marking: two complementary methods for individual-based monitoring of elusive species. *Journal of Avian Biology*, 38: 672-681.
- Laiolo, P.; Vögeli, M.; Serrano, D. & Tella, J. L. 2008. Song diversity predicts the viability of fragmented bird populations. *PLoS One*, 3: e1822.
- Lair, H. 1987. Estimating the location of the focal center in red squirrel home ranges. *Ecology*, 68: 1092-1101.
- Laver, P. N. & Kelly, M. J. 2008. A critical review of home range studies. *Journal of Wildlife Management*, 72: 290-298.
- Lichti, N. I. & Swihart, R. K. 2011. Estimating utilization distributions with kernel versus local convex hull methods. *Journal of Wildlife Management*, 75: 413-422.
- 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. & Marini, M. Â. 2006. Home range and habitat use by *Suiriri affinis* and *Suiriri islerorum* (Aves: Tyrannidae) in the central Brazilian Cerrado. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 41: 87-92.
- Macedo, R. H. 2002. The avifauna: ecology, biogeography, and behavior. Pp. 242-265. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds.) *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York.
- Macedo, R. H.; Karubian, J. & Webster, M. S. 2008. Extrapair paternity and sexual selection in socially monogamous birds: are tropical birds different? *The Auk*, 125: 769-777.
- Maher, C. R., & Lott, D. F. 1995. Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems. *Animal behaviour*, 49: 1581-1597.

- Maphisa, D. H.; Smit-Robinson, H.; Underhill, L. G. & Altwegg, R. 2016. Drivers of bird species richness within moist High-Altitude Grasslands in Eastern South Africa. *PloS one*, 11: e0162609.
- Marini, M. Â.; Duca, C. & Manica, L. T. 2010. Técnicas de pesquisa em biologia reprodutiva de aves. Pp. 295-312. In. Von-Matter, S.; Straube, F. C.; Accordi, I.; Piacentini, V. & Cândido-Júnior, J. F. *Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Editora Technical Books, Rio de Janeiro.
- Mazzoni, L. G & Perillo, A. 2011. Range extension of *Anthus nattereri* Sclater, 1878 (Aves: Motacillidae) in Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List*, 7: 589-591.
- Miyaki, C. Y.; Griffiths, R.; Orr, K.; Nahum, L. A.; Pereira, S. L. & Wajntal, A. 1998. Sex identification of parrots, toucans, and curassows by PCR: perspectives for wild and captive population studies. *Zoo Biology*, 17: 415-423.
- Møller, A. P. 1990. Changes in the size of avian breeding territories in relation to the nesting cycle. *Animal Behaviour*, 40: 1070-1079.
- Møller, A. P. 1991. Why mated songbirds sing so much: mate guarding and male announcement of mate fertility status. *The American Naturalist*, 138: 994-1014.
- Newton, I. 1992. Experiments on the limitation of bird numbers by territorial behaviour. *Biological Reviews*, 67: 129-173.
- North American Banding Council. 2001. *The North American banders' manual for banding passerines and near Passerines (excluding hummingbirds and owls)*. North American Banding Council, Point Reyes Station.
- Odum, E. P. & Kuenzler, E. J. 1955. Measurement of territory and home range size in birds. *The Auk*, 72: 128-137.
- Oliveira-Filho, A. T. & Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. Pp. 91-120. In. Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds.) *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York.
- Osiejuk, T. S.; Grzybek, J. & Tryjanowski, P. 2007. Song structure and repertoire sharing in the Tawny Pipit *Anthus campestris* in Poland. *Acta Ornithologica*, 42: 157-165.
- Parker, T. A. & Willis, E. O. 1997. Notes on three tiny grassland flycatchers, with comments on the disappearance of South American fire-diversified savannas. *Ornithological Monographs* 48: 549-555.

- Parr, C. L. & Andersen, A. N. 2006. Patch mosaic burning for biodiversity conservation: a critique of the pyrodiversity paradigm. *Conservation Biology*, 20: 1610-1619.
- Peixoto, H. J. C. 2014. *Ecologia e conservação de aves campestres ameaçadas de extinção no sul de Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Petrusková, T.; Petrusek, A.; Pavel, V. & Fuchs, R. 2007. Territorial Meadow Pipit males (*Anthus pratensis*; Passeriformes) become more aggressive in female presence. *Naturwissenschaften*, 94: 643-650.
- Petrusková, T.; Osiejuk, T. S.; Linhart, P. & Petrusek, A. 2008. Structure and complexity of perched and flight songs of the Tree Pipit (*Anthus trivialis*). *Annales Zoologici Fennici*, 45: 135-148.
- Petrusková, T.; Pišvejcová, I.; Kinštová, A.; Brinke, T. & Petrusek, A. 2016. Repertoire-based individual acoustic monitoring of a migratory passerine bird with complex song as an efficient tool for tracking territorial dynamics and annual return rates. *Methods in Ecology and Evolution*, 7: 274-284.
- Pinheiro, F.; Diniz, I. R.; Coelho, D. & Bandeira, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27: 132-136.
- Pons, P.; Bas, J. M.; Prodon, R.; Roura-Pascual, N. & Clavero, M. 2008. Territory characteristics and coexistence with heterospecifics in the Dartford Warbler *Sylvia undata* across a habitat gradient. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 1217-1228.
- Potts, J. R. & Lewis, M. A. 2014. How do animal territories form and change? Lessons from 20 years of mechanistic modelling. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 281: 20140231.
- Powell, R. A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. Pp. 65-110. In: Boitani, L. & Fuller, T. K (eds). *Research Techniques in Animal Ecology – Controversies and Consequences*. Columbia University Press, New York.
- Rehsteiner, U.; Geisser, H. & Reyer, H. U. 1998. Singing and mating success in Water Pipits: one specific song element makes all the difference. *Animal behaviour*, 55: 1471-1481.

- Ribic, C. A. R.; Koford, R.; Herkert, J. R.; Johnson, D. H.; Niemuth, N. D.; Naugle, D. E.; Bakker, K. K.; Sample, D. W. & Renfrew, R. B. 2009. Area sensitivity in North American grassland birds: patterns and processes. *The Auk*, 126:233-244
- Ribon, R.; Coelho, F.M.; Pizetta, G.T.; Almeida, L.B.; Oliveira, A.; Resck, R.P.; Valadares, C. F.; Corral, L.; Amboni, M; Souza, R. A. & Carvalho, L. F. 2007. Padrão de vocalizações, territorialidade e densidade de *Anthus hellmayri* (Motacillidae - Passeriformes) no Parque Nacional da Serra do Cipó, Brasil. In: Delitti, W. (ed.) *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. Sociedade de Ecologia do Brasil. Caxambu, Brazil. Disponível em: < <http://seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1816.pdf>>.
- Robbins, M. B. 1998. Display behavior of male Sprague's Pipits. *The Wilson Bulletin*, 110: 435-438.
- Seaman, D. E.; Millspaugh, J. J.; Kernohan, B. J.; Brundige, G. C.; Raedeke, K. J. & Gitzen, R. A. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *Journal of Wildlife Management*, 63:739-747.
- Searcy, W. A. & Andersson, M. 1986. Sexual selection and the evolution of song. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 507-533.
- Seel, D. C. & Walton, K. C. 1979. Numbers of Meadow Pipits *Anthus pratensis* on mountain farm grassland in North Wales in the breeding season. *Ibis*, 121: 147-164.
- Seddon, N.; Amos, W.; Mulder, R. A. & Tobias, J. A. 2004. Male heterozygosity predicts territory size, song structure and reproductive success in a cooperatively breeding bird. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271: 1823-1829.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Signer, J. & Balkenhol, N. 2015. Reproducible home ranges (rhr): A new, user-friendly R package for analyses of wildlife telemetry data. *Wildlife Society Bulletin* 39:358-363.
- Silva, N. A. P. D.; Frizzas, M. R. & Oliveira, C. M. D. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55: 79-87.
- Silva, T. L. D. S. 2015. *História natural de Geositta poeciloptera (Aves, Scleruridae) na região dos Campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Florestal, Brasil.

- Slagsvold, T.; Dale, S. & Sætre, G. P. 1994. Dawn singing in the Great Tit (*Parus major*): mate attraction, mate guarding, or territorial defence? *Behaviour*, 131: 115-138.
- Sodhi, N. S.; Şekercioglu, Ç. H.; Robinson, S. & Barlow, J. 2011. *Conservation of Tropical Birds*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Spencer, S. R.; Cameron, G. N. & Swihart, R. K. 1990. Operationally defining home range: temporal dependence exhibited by Hispid Cotton Rats. *Ecology*, 71: 1817-1822.
- Stamps, J. A. 1988. Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *The American Naturalist*, 131: 329-347.
- Stotz, D. F.; Fitzpatrick, J. W.; Parker III, T. A.; Moskovits, D. K. & Snow, D. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press., Chicago.
- Stutchbury, B. J. & Morton, E. S. 2001. *Behavioral ecology of tropical birds*. Academic Press, San Diego.
- Stutchbury, B. J. & Morton, E. S. 2008. Recent advances in the behavioral ecology of tropical birds. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120: 26-37.
- Swihart, R. K. & Slade, N. A. 1997. On testing for independence of animal movements. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 2: 48-63.
- Teixeira, J. P. G. 2016. *Do macro ao micro: o papel do fogo e da testosterona na ecologia de Geositta poecilopectera, ave ameaçada do Cerrado brasileiro*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Temeles, E. J. 1994. The role of neighbours in territorial systems: when are they 'dear enemies'?. *Animal Behaviour*, 47: 339-350.
- Terry, A. M.; Peake, T. M. & McGregor, P. K. 2005. The role of vocal individuality in conservation. *Frontiers in Zoology*, 2: 10.
- Thirion, J. M. & Lebon, P. 2006. Territoires et rythme d'activité chez des mâles d'une population de pipit rousseline *Anthus campestris* sur le littoral de charente-maritime. *Alauda*, 74: 323-330.
- Turner, W. C. & Barber, C. A. 2004. Male Song Sparrows *Melospiza melodia* do not announce their female's fertility. *Journal of Avian Biology*, 35: 483-486.
- Tyler, S. J. 2004. Family Motacillidae (pipits and wagtails). Pp. 686–786. In. del Hoyo, J.; Elliott, A. & Christie, D. (eds.) *Handbook of the birds of the world, vol. 9. Cotingas to pipits and wagtails*. Lynx, Barcelona, Spain.

- Uehara-Prado, M.; Bello, A. D. M.; Fernandes, J. D. O.; Santos, A. J.; Silva, I. A. & Cianciaruso, M. V. 2010. Abundance of epigeaic arthropods in a Brazilian savanna under different fire frequencies. *Zoologia*, 27: 718-724.
- Vickery, P. D.; Túbaro, P. L.; Silva, J. M. C.; Peterjohn, B. G.; Herkert, J. R. & Cavalcanti, R. B. 1999. Conservation of grassland birds in the Western Hemisphere. *Studies in Avian Biology*, 19: 2–26.
- Vickery, P. D. & Herkert, J. R. 2001. Recent advances in grassland bird research: where do we go from here? *The Auk*, 118: 11-15.
- Wiens, J. A.; Rotenberry, J. T. & Van Horne, B. 1985. Territory size variations in shrubsteppe birds. *The Auk*, 102: 500-505.
- Wilson, E. O. 2000. *Sociobiology: The new synthesis*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wilson, J. D.; Whittingham, M. J. & Bradbury, R. B. 2005. The management of crop structure: a general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? *Ibis*, 147: 453-463.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70: 164-168.
- Xiao, H.; Hu, Y.; Lang, Z.; Fang, B.; Guo, W.; Zhang, Q.; Pan, X. & Lu, X. 2017. How much do we know about the breeding biology of bird species in the world? *Journal of Avian Biology*, 48: 513-518.
- Zar, J. H. 2009. *Biostatistical Analysis, 5th ed*. Prentice Hall Inc, Englewoods Cliffs, NJ.