

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal



Dissertação

Bioacústica das populações setentrionais de *Scytalopus speluncae* (Ménétrières, 1835) e implicações taxonômicas (Passeriformes: Rhinocryptidae)

Vinicius Schmalfuss Espindola

Pelotas, 2021



Vinicius Schmalfuss Espindola

Bioacústica das populações setentrionais de *Scytalopus speluncae* (Ménétriès, 1835) e implicações taxonômicas (Passeriformes: Rhinocryptidae)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Giovanni Nachtigall Maurício

Coorientador: Marcos Ricardo Bornschein

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

E77b Espindola, Vinicius Schmalfuss

Bioacústica das populações setentrionais de *Scytalopus speluncae* (Ménétrières, 1835) e implicações taxonômicas (Passeriformes: Rhinocryptidae) / Vinicius Schmalfuss Espindola ; Giovanni Nachtigall Maurício, orientador ; Marcos Ricardo Bornschein, coorientador. — Pelotas, 2021.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Taxonomia. 2. Vocalização. 3. Tapaculo. 4. Rinocriptídeos. 5. Aves montanas. I. Maurício, Giovanni Nachtigall, orient. II. Bornschein, Marcos Ricardo, coorient. III. Título.

CDD : 598.8

Vinicius Schmalfuss Espindola

Bioacústica das populações setentrionais de *Scytalopus speluncae* (Ménétrières, 1835) e implicações taxonômicas

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 09/09/2021

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Giovanni Nachtigall Maurício (Orientador)
Doutor em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr. Daniel Loebmann
Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista

.....
Prof. Dr. Ismael Franz
Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Agradecimentos

Aos meus pais, Cassius e Tania, e aos meus irmãos, Felipe e Otavio, por todo suporte, incentivo e amor ao longo de toda a graduação e pós-graduação.

Ao meu orientador, Giovanni Maurício, por toda atenção, conhecimento, conversas e atenção. Não somente durante a orientação, também durante as aulas, passarinhadas e os momentos de descontração.

Aos meus amigos e colegas do mestrado e de fora dele. Principalmente ao Bruno pelas conversas e risadas que ajudaram a manter a cabeça no lugar durante a pandemia. E ao Antonio, amigo e colega de graduação e pós-graduação, sempre junto, para conversar, discutir e colaborar nos projetos.

A todos os passarinhos que colaboraram com suas gravações para a realização deste trabalho. Muitos não têm noção do quanto eles ajudam diversas pesquisas através do seu hobby.

A todos os meus professores, da pré-escola, fundamental, médio, técnico, graduação e pós-graduação. Pelo esforço e dedicação de ensinar e preparar os alunos para vida através do ensino público. Com certeza há um pouco de cada um de vocês nesse trabalho e formação.

Resumo

ESPINDOLA, Vinicius Schmalfuss. **Bioacústica das populações setentrionais de *Scytalopus speluncae* (Ménétriès, 1835) e implicações taxonômicas (Passeriformes: Rhinocryptidae)**. 2021.60f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

A família Rhinocryptidae vem representando um verdadeiro desafio para os taxonomistas, especialmente o gênero *Scytalopus*. Muito devido as suas espécies serem bastante semelhantes, tanto na morfologia quanto no canto, e por habitarem matas densas em locais de grandes altitudes e de difícil acesso, em sua maioria. Desde a metade da década passada, trabalhos relacionados a *Scytalopus speluncae* vêm demonstrando que a espécie possa representar um complexo de espécies ainda não descritas, já populações de diferentes locais apresentam diferenças morfológicas, vocais e genéticas. Este trabalho analisou a voz de cinco populações de *S. speluncae* do Sul e Sudeste do Brasil. As gravações utilizadas foram obtidas através de sites de ciência cidadã como Xeno-Canto e WikiAves. Quatro populações pertencem as populações do norte e uma população pertence as populações do sul da espécie. Foram analisados o canto e os chamados de alarme e contato, que foram comparados através dos seus dados paramétricos, formato e conjunto de notas. Foi encontrado que a única população do sul (Escarpa Devoniana/Planalto) possui uma voz diferente das populações do norte. Dentro das populações do norte, a população da Serra dos Órgãos foi a mais distinta por possuir canto com notas que possuem somente modulação de frequência descendente. A população da Serra do Caparaó também apresentou certa diferença em relação as demais populações do norte, por possuir um canto mais lento. Foi possível concluir a partir dos resultados obtidos que as populações do norte diferem de Escarpa Devoniana/Planalto, e possivelmente das populações do sul como um todo. A população da Serra dos Órgãos pode ser considerada uma espécie por ter diagnose genética e por voz. Os indivíduos da Serra do Caparaó possuem indícios de serem uma espécie distinta de *S. speluncae*, por ter um canto mais lento, mas precisa ter sua diagnose molecular determinada. Trabalhos mais extenso, envolvendo dados morfológicos e uma variedade maior de vozes, podem estabelecer diagnoses novas e mais consistentes para estas populações, e desta forma, possivelmente levar a novas espécies sendo descritas para a família Rhinocryptidae.

Palavras-chave: taxonomia, vocalização, tapaculo, rinocriptídeos, aves montanas.

Abstract

ESPINDOLA, Vinicius Schmalfuss. **Bioacustics of northern populations of *Scytalopus speluncae* (Ménétrières, 1835) with taxonomic implications (Passeriformes: Rhinocryptidae)**. 2021. 60f. Dissertation (Masters in Animal Biology) – Postgraduate Program in Animal Biology, Institute of Biology, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The Rhinocryptidae family has been a real challenge for taxonomists, especially the genus *Scytalopus*. Much because their species are very similar, both in morphology and song, and because they inhabit dense forests in places of high altitude and difficult to access, in most cases. Since the middle of the last decade, works related to *Scytalopus speluncae* have been demonstrating that the species may represent a complex of species that have not yet been described, as populations from different locations present morphological, vocal and genetic differences. This work analyzed the voice of five populations of *S. speluncae* from the South and Southeast of Brazil. The recordings used were obtained through citizen science sites such as Xeno-Canto and WikiAves. Four populations belong to the northern populations and one population belongs to the southern populations of the species. The song, alarm calls and contact calls were analyzed, which were compared through their parametric data, format and set of notes. It was found that the only southern population (Escarpa Devoniana/Planalto) has a different voice than the northern populations. Within the northern populations, the Serra dos Órgãos population was the most distinguished for having a song with notes that only have descending frequency modulation. The population of Serra do Caparaó also showed a certain difference in relation to other populations in the north, as it has a slower song. It was possible to conclude from the results obtained that the northern populations differ from the Escarpa Devoniana/Planalto, and possibly from the southern populations as a whole. The Serra dos Órgãos population can be considered a species because it has genetic and voice diagnosis. Individuals from Serra do Caparaó show signs of being a distinct species from *S. speluncae*, as they have a slower song, but it need to have their molecular diagnosis determined. More extensive work, involving morphological data and a greater variety of voices, can establish new and more consistent diagnoses for these populations, and thus possibly lead to new species being described for the Rhinocryptidae family.

Keywords: taxonomy, voice, tapaculo, rhinocryptidea, montane birds.

Sumário

1	Introdução e revisão bibliográfica	7
1.1	Objetivos	11
1.2	Hipóteses	11
2	Materiais e métodos	12
2.1	Populações	12
2.2	Vocalizações	14
2.3	Análise estatística	15
3	Resultados	17
3.1	Medições dos parâmetros	17
3.1.1	Canto	17
3.1.2	Chamado de alarme	19
3.1.3	Chamado de contato	22
3.2	Testes estatísticos	25
3.2.1	Canto	25
3.2.2	Chamado de alarme	26
3.3	Formato da nota	28
3.3.1	Canto	28
3.3.2	Chamado de alarme	34
3.3.3	Chamado de contato	41
4	Discussão	44
5	Conclusões	50
	Referências	51
	Apêndice	54

1 Introdução e revisão bibliográfica

A família Rhinocryptidae é um grupo formado por aves exclusivamente neotropicais de pequeno a médio porte, habitando, em sua maioria, florestas em regiões montanhosas desde o sul da Costa Rica até o sul da América do Sul. São aves terrícolas com baixa capacidade de voo, possuem patas desproporcionalmente grandes e asas pequenas (KRABBE; SCHULENBERG, 2003; MAURÍCIO, 2010a; SICK, 2001). Krabbe; Schulenberg (2003) inferem que as asas pequenas e bastante arredondadas são incapazes de sustentar o voo. Sick (2001) relata que a carena do esterno pouco desenvolvida e a clavícula solta indicam que o gênero *Scytalopus* está perdendo a sua capacidade de voo. Atualmente, são reconhecidas 64 espécies distribuídas em 12 gêneros, sendo que no Brasil ocorrem 13 espécies de cinco gêneros, que são os gêneros *Merulaxis*, *Eleoscytalopus*, *Scytalopus*, *Psilorhamphus* e *Liosceles* (CLEMENTS *et al.*, 2018; PIACENTINI *et al.*, 2015; REMSEN *et al.*, 2021).

O gênero *Scytalopus* é o mais diverso e melhor distribuído dentro dos rinocriptídeos, ocorrendo em regiões montanhosas da Costa Rica, leste do Brasil, e nos Andes, onde chega a habitar locais acima dos 4 mil metros de altitude (KRABBE; SCHULENBERG, 1997, 2003; MAURÍCIO, 2010a; SICK, 2001). A taxonomia do gênero *Scytalopus* é bastante complicada, tanto que Krabbe; Schulenberg (2003) chegam a afirmar que a sistemática do grupo está entre as mais problemáticas dentro das aves. Na década de 1970, apenas dez espécies eram reconhecidas para o gênero, e até a década de 1990, um complexo de aproximadamente 12 espécies estava agrupado em apenas uma, *S. magellanicus* (KRABBE; SCHULENBERG, 2003). Krabbe; Schulenberg (1997) realizaram uma revisão taxonômica do gênero baseada na voz e dados genéticos, elevando de 11 para 37 espécies reconhecidas, além de terem descrito três novas espécies para o Equador. Por serem bastante semelhantes morfolologicamente, a identificação de algumas espécies é um tanto

quanto complicada. Atualmente são reconhecidas 48 espécies para o gênero, um salto que se deve ao uso das vocalizações como principal balizador da taxonomia do grupo; especificamente, esse aumento ocorreu pela elevação de várias subespécies ao nível espécie e à descrição de espécies novas (CLEMENTS *et al.*, 2018; KRABBE; SCHULENBERG, 2003; REMSEN, 2021). Um sinal claro da complexidade e incompletude da taxonomia do gênero é o recente trabalho de Krabbe *et al.* (2020). Os autores realizaram uma revisão taxonômica do complexo *S. magellanicus* dos Andes Peruanos, a partir de vocalizações, análises de DNA mitocondrial e morfologia. O estudo apontou diferenças genéticas dentro de *S. altirostris*, levando a descrição de três novas espécies, que são *S. krabbei*, *S. frankeae* e *S. whitneyi*. A população do norte (*S. krabbei*) se difere de *S. altirostris* através de caracteres de plumagem e morfológicos, ambas populações ocorrem de forma de parapátrica. A população central (*S. frankeae*) possui diferenças vocais e genéticas em relação à *S. altirostris*. E a população do sul (*S. whitneyi*) também possui diferenças na plumagem em comparação à *S. altirostris*. Além da descrição de três novas espécies, os autores propuseram que a subespécie *S. opacus androstictus* seja elevada ao nível de espécie, devido a uma característica vocal diagnóstica.

No Brasil ocorrem sete espécies formalmente descritas de *Scytalopus*: *S. speluncae* (Ménétries, 1835), *S. gonzagai* Maurício, Belmonte-Lopes, Pacheco, Silveira, Whitney & Bornschein, 2014, *S. diamantinensis* Bornschein, Maurício, Belmonte-Lopes, Mata & Bonatto, 2007, *S. petrophilus* Whitney, Vasconcelos, Silveira & Pacheco, 2010, *S. pachecoi* Maurício, 2005, *S. novacapitalis* Sick, 1958 e *S. iraiensis* Bornschein, Reinert & Pichorim, 1998 (PIACENTINI *et al.*, 2015).

Desconsiderando-se *Eleoscytalopus indigoticus* (Wied, 1831), antes incluído no gênero *Scytalopus*, *S. speluncae* (Figura 1) é o nome mais antigo dentre os representantes brasileiros. É uma ave de pequeno porte, com os machos apresentando uma plumagem enegrecida, as fêmeas barradas e os juvenis acinzentados com os flancos barrados (KRABBE; SCHULENBERG, 2003; SICK, 2001). Ocorre em regiões montanhosas da Mata Atlântica, entre 800 e 2500 metros de altitude, desde os estados de Minas Gerais e Espírito Santo até o norte do Rio Grande do Sul (SICK, 2001). Por habitar matas densas de grandes altitudes é pouco avistado até mesmo por ornitólogos experientes, mas comumente ouvida, o seu canto é monótono e normalmente não ultrapassa os 20 segundos de duração, mas em

alguns casos pode chegar a três minutos de duração (KRABBE; SCHULENBERG, 2003; SICK, 2001). Já foram identificadas variações geográficas na voz de *S. speluncae*, levando a sugerir que exista um complexo de espécies dentro deste táxon (MAURÍCIO, 2005). O próximo verdadeiro representante do gênero a ser descrito no Brasil (1958) foi *S. novacapitalis*, do Planalto Central/Distrito Federal, caracterizado pela plumagem cinza-claro e canto de passo muito lento (SICK, 2001).



Figura 1 – *Scytalopus speluncae*. Fonte: HBW

Em 1998, Bornschein *et al.* (1998) apresentaram uma extensa e completa descrição de uma nova espécie de *Scytalopus* para os estados do Paraná e Santa Catarina, denominada *S. iraiensis*. Os autores conseguiram apontar tanto diferenças morfológicas quanto na voz entre *S. speluncae* e a nova espécie. Apresenta diferenças na coloração da plumagem, retrizes, esterno e na siringe. Na voz apresentou diferença nos intervalos de modulação de frequência, mais baixos em *S. iraiensis*. Maurício (2005) realizou um trabalho taxonômico sobre as populações austrais antes atribuídas à *S. speluncae*. Baseando-se em caracteres vocais e morfológicos, o autor descreveu uma nova espécie, *S. pachecoi*, que possui um canto de passo mais lento e uma plumagem distinta de *S. speluncae*, ocorrendo somente no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e na província de Misiones na Argentina. Esta espécie, contudo, foi recuperada em análises filogenéticas recentes como sendo integrante do clado de *S. novacapitalis*, caracterizado pelo canto lento (Mata *et al.*, 2009; Cadena *et al.*, 2020), corroborando a hipótese de parentesco proposta por Maurício (2005). Além disso, o autor identificou diferenças na voz entre as populações do norte e do sul de *S. speluncae*, sugerindo uma espécie ainda não descrita ao sul de São Paulo. Em 2007, mais uma espécie para o gênero foi descrita por Bornschein *et al.* (2007), nomeada *S. diamantinensis*, endêmica da Chapada Diamantina, na

Bahia. A espécie possui diferenças na plumagem quando comparado aos seus congêneres, exceto em relação a *S. pachecoi*. Possui um chamado único entre os *Scytalopus* estudados, transcrito como “tcheep”, e apresentou diferenças no passo e formato de nota do chamado de alarme, com exceção de *S. novacapitalis*, e no passo e comprimento de nota do canto. Além disso, a espécie possui divergências genéticas em relação à todas as outras espécies do clado *S. speluncae*, com base em DNA mitocondrial. Whitney *et al.* (2010) descreveram *S. petrophilus* da região da Serra do Espinhaço, em Minas Gerais. Além de terem identificado as diferenças da nova espécie em comparação aos seus pares de clado, realizaram a diagnose também através do chamado de contato das espécies, um critério que até então não era amplamente utilizado. Maurício *et al.* (2014) descreveram uma nova espécie para o gênero a partir de análises morfológicas e vocais. O estudo foi realizado com populações encontradas no sul do estado da Bahia, encontradas durante a década de 1990 e erroneamente identificadas como *S. speluncae*. Após verificarem diferenças no canto, plumagem, proporções corporais e em caracteres genéticos, a espécie foi descrita e nomeada como *S. gonzagai*.

Trabalhos de biologia molecular envolvendo o grupo sugerem a existência de um complexo de espécies dentro de *S. speluncae*. Mata *et al.* (2009) analisaram a filogenia de *Eleoscytalopus* e das espécies brasileiras de *Scytalopus* utilizando dados moleculares. Verificaram que existem três clados bem definidos para o gênero *Scytalopus*, um clado formado por *S. pachecoi*, *S. novacapitalis*, *S. diamantinensis* e *Scytalopus* sp. nov. (hoje *S. petrophilus*), um clado formado somente por *S. speluncae* (incluindo *S. gonzagai*) e o terceiro clado composto por *S. iraiensis*, sendo que os três grupos possuem suporte de características morfológicas e vocais. Ainda puderam verificar a existência de linhagens alopátricas e divergentes ao nível de espécie para *Scytalopus*. Pulido-Santacruz *et al.* (2016) também utilizaram dados moleculares para investigar a diversificação de *S. speluncae*, e encontraram sete linhagens distintas dentro da espécie, sendo seis delas consideradas unidades evolutivas fortemente definidas. Ademais, verificaram que as linhagens do norte possuem um alto nível de diversificação genética, enquanto nas linhagens do sul o nível é menor, e assim como no trabalho de Mata *et al.* (2009), as linhagens são alopátricas. Cadena *et al.* (2020) estudaram a filogenia, biogeografia e diversificação de *Scytalopus* a partir de análises de DNA nuclear e mitocondrial. Constataram o monofiletismo do gênero, além de

terem identificado três grandes clados, um para as espécies do Brasil, um para os Andes tropicais / América Central e outro para o grupo *S. magellanicus*, com a maioria dos eventos de especiação ocorrendo antes das variações climáticas do Pleistoceno. Chama a atenção que os autores relatam, ao final do artigo, a necessidade de uma revisão taxonômica para *S. speluncae*.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi comparar as vozes de cinco populações de *S. speluncae*, as mais setentrionais da espécie. Os objetivos específicos foram: (1) testar a validade das supostas diferenças vocais entre *S. speluncae* sul e norte (*sensu* MAURÍCIO, 2005); (2) avaliar se a divergência genética entre as populações de *S. speluncae* norte têm paralelo em caracteres vocais; (3) buscar estabelecer diagnoses para as diferentes populações.

1.2 Hipóteses

Duas hipóteses foram levantadas em relação as populações de *S. speluncae*: (1) as populações do norte e do sul são diferentes vocalmente; (2) as populações do norte compreendem um grupo de espécies.



2 Materiais e métodos

Para este trabalho, reconheceu-se como *Scytalopus speluncae* os *Scytalopus* de canto com passo rápido (c. 5 notas/s) e plumagem escura que habitam as regiões serranas mais costeiras (Maurício *et al.*, 2010), e não os *Scytalopus* de canto lento e plumagem acinzentada-clara que habitam mais para o interior do país (Cadeia do Espinhaço e serras adjacentes), como sugere Raposo *et al.* (2006).

2.1 Populações

As populações de *S. speluncae* estudadas neste trabalho pertencem à dois grupos, as populações do *S. speluncae* norte e as populações do *S. speluncae* sul. O limite teórico entre as duas populações é próximo ao alto rio Tietê, onde há uma falha geológica datada do Plioceno (MAURÍCIO, 2005). As populações estudadas foram (Figura 2) (MATA *et al.*, 2009; PULIDO-SANTACRUZ, 2016):

- 1) Escarpa Devoniana/Planalto (Sul) – localizada do nordeste do Paraná até o estado de São Paulo, com seu limite próximo a região do rio Tietê; esta é a única população de *S. speluncae* sul (*sensu* MAURÍCIO, 2005) avaliada no presente estudo, sendo que as listadas abaixo são consideradas como componentes de *S. speluncae* norte, de acordo com Maurício (2005);
- 2) Serra da Mantiqueira (Norte) – compreende a porção mais central e sul da Serra da Mantiqueira, entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo;
- 3) Serra da Bocaina (Norte) – compreende a porção central da Serra do Mar, entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Esta população está isolada da anterior pelo vale do Rio Paraíba do Sul;

- 4) Serra dos Órgãos (Norte) – compreende a porção mais ao norte e isolada da Serra do Mar, no estado do Rio de Janeiro;
- 5) Serra do Caparaó (Norte) – compreende um grupo de montanhas isoladas ao norte da Serra da Mantiqueira, entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais.

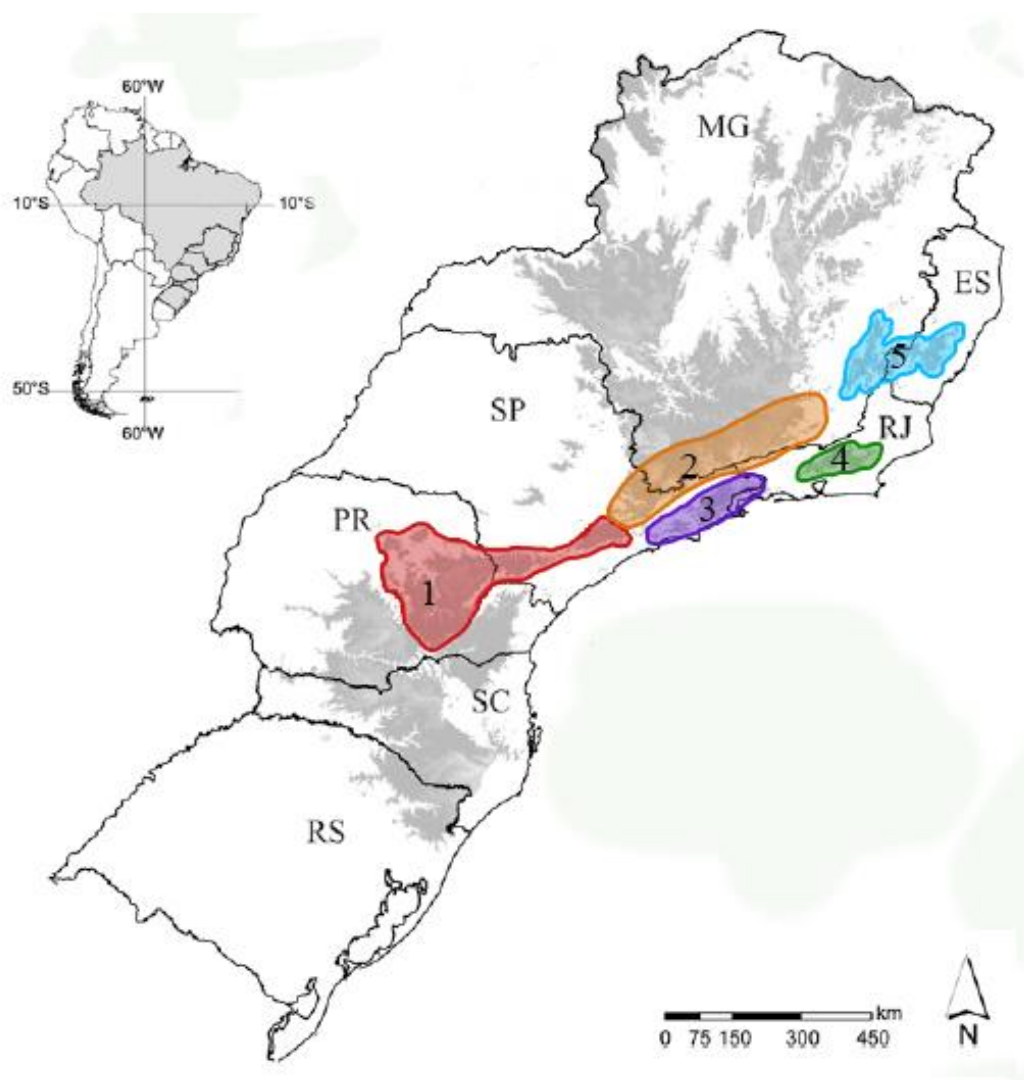


Figura 2 – Mapa das regiões Sul e Sudeste do Brasil com a localização das populações de *Scytalopus speluncae* delimitadas. 1 – Escarpa Devoniana/Planalto; 2 – Serra da Mantiqueira; 3 – Serra da Bocaina; 4 – Serra dos Órgãos; 5 – Serra do Caparaó. Abreviações: ES = Espírito Santo; MG = Minas Gerais; PR = Paraná; RJ = Rio de Janeiro; RS = Rio Grande do Sul; SC = Santa Catarina; SP = São Paulo. Fonte: Mata *et al.* (2009).

2.2 Vocalizações

Os tipos de vocalizações analisadas são de dois tipos: canto e chamado. O chamado é dividido em dois tipos, o chamado de alarme e o chamado de contato. É recomendado o uso da vocalização de *Scytalopus* como caracteres taxonômicos, pois diferenças vocais entre populações foram acompanhadas por diferenças genéticas em todos os trabalhos pertinentes já publicados.

Um total de 167 vocalizações de *Scytalopus speluncae* foram analisadas; gravações de baixa qualidade e que produziram espectrogramas de difícil avaliação foram descartadas. De forma mais detalhada, foram utilizadas 103 gravações de canto, 57 gravações de chamado de alarme e sete gravações de chamado de contato. As gravações aqui utilizadas tiveram o seu uso autorizado pelos seus autores e foram obtidas através dos acervos dos sites WikiAves, Xenocanto e Macaulay Library. Três gravações foram obtidas através do CD “Aves das Montanhas do Sudeste do Brasil” (GONZAGA; CASTIGLIONI, 2001) e uma gravação é proveniente do acervo pessoal de Giovanni Nachtigall Maurício. A relação completa de arquivos analisados pode ser conferida no Apêndice A.

Os parâmetros vocais selecionados para análise são:

- a) duração total;
- b) número de notas;
- c) passo, medido através da divisão do número total de notas pela duração da vocalização em segundos, excluindo a última nota;
- d) comprimento da nota, para o canto é dado através da média de duração das dez notas mais centrais da vocalização, para os chamados é dado através da média de duração de todas as notas;
- e) frequência superior, para o canto é dada através da média da maior frequência das dez notas mais centrais da vocalização, para os chamados é dada através da média da maior frequência de todas as notas;
- f) frequência inferior, para o canto é dada através da média da menor frequência das dez notas mais centrais da vocalização, para os chamados é dada através da média da menor frequência de todas as notas.

Como padrão, utilizou-se somente o primeiro harmônico (o fundamental) para a realização das medições. Um limite de três gravações por indivíduo foi estabelecido.

Devido ao chamado de contato possuir notas distintas, as primeiras curtas e a última longa, o comprimento de nota e as frequências foram medidas separadamente para estes dois tipos de notas, além das medidas padrões. A Figura 3 demonstra como é realizada a medição de cada parâmetro.

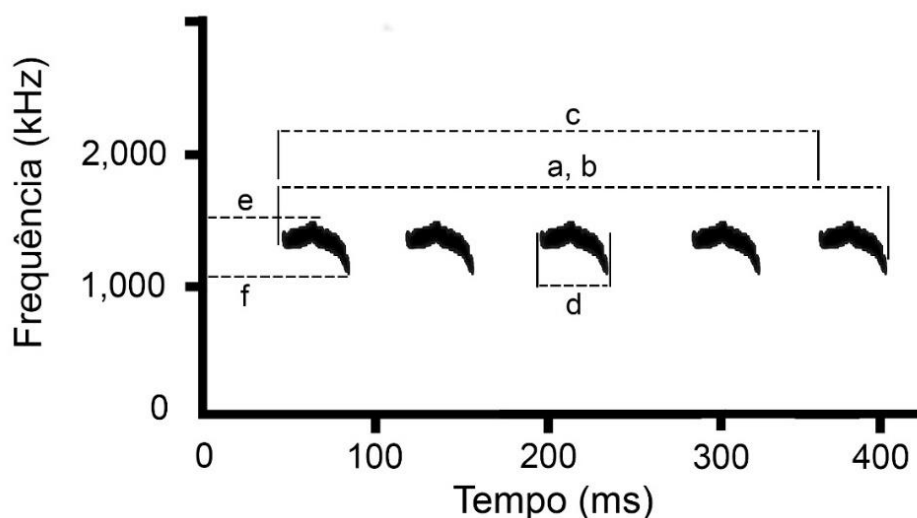


Figura 3 – Parâmetros vocais analisados. (a) Número de notas; (b) Duração total; (c) Passo; (d) Comprimento da nota; (e) Frequência superior; (f) Frequência inferior.

O *software* Raven Pro 1.5 (Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, USA), foi utilizado para as análises dos parâmetros vocais e para a criação de espectrogramas de cada gravação. As gravações foram analisadas em janela do tipo Blackman e sua resolução foi ajustada para 512 bandas.

Além da análise dos parâmetros, também foi realizada uma análise descritiva das vocalizações, verificando e comparando o formato das notas e o repertório para os diferentes tipos de vocalizações, a partir de espectrogramas.

2.3 Análise estatística

Os dados dos parâmetros vocais foram organizados em planilhas do programa Excel 2016, divididas de acordo com a sua localização e população. Vocalizações espontâneas e em resposta a *playback* foram agrupadas. Calculou-se a média, desvio padrão, valores máximos e mínimos de cada população e tipo de vocalização.

Os testes estatísticos foram aplicados utilizando-se o *software* Paleontological Past (HAMMER *et al.*, 2001) v. 4.03, com um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

Primeiramente verificou-se a normalidade e a homogeneidade das variâncias das vocalizações. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a distribuição normal das amostras, e após isso, o teste de Levene foi aplicado para verificar a homogeneidade das variâncias. Quando as premissas de normalidade e variância foram atendidas ($p > 0,05$), utilizou-se o teste One-way ANOVA para comparar as médias das populações, seguido do teste de Tukey. Em casos onde as premissas de normalidade e variância não foram atendidas ($p < 0,05$), foi o aplicado o teste de Kruskal-Wallis, e em seguida o teste post-hoc de Dunn com correção de Bonferroni.



3 Resultados

3.1 Medições dos parâmetros

3.1.1 Canto

As gravações sem e após playback foram agrupadas para as comparações entre populações. A descrição dos valores dos parâmetros de canto está disponível na Tabela 1.

Em relação ao canto, a população da Serra da Mantiqueira foi a que apresentou o passo mais rápido, com os indivíduos emitindo, em média, 5,44 notas por segundo. As populações da Serra da Bocaina e da Escarpa Devoniana/Planalto também apresentaram um passo acelerado, com médias de 5,37 notas por segundo e 5,24 notas por segundo, respectivamente. A população da Serra do Caparaó foi a que apresentou o passo mais lento entre as populações estudadas, emitindo 4,6 notas por segundo em média. A população da Serra dos Órgãos apresentou um passo mais lento que as populações de passo mais rápido, mas mais acelerado que a população do Caparaó, emitindo uma média de 5,05 notas por segundo.

As populações da Serra da Mantiqueira, Serra da Bocaina e Serra do Caparaó apresentaram comprimentos de nota médio bastante similares, entre 0,060 e 0,062 ms. Escarpa Devoniana/Planalto apresentou as notas mais curtas entre todas as populações, com notas medindo, em média, 0,043 ms. Novamente a população da Serra dos Órgãos apresentou um parâmetro intermediário, com comprimento de nota médio de 0,055.

As populações da Escarpa Devoniana/Planalto e Serra do Caparaó foram as que apresentaram maiores médias de frequência superior, 3,75 kHz e 3,5 kHz,

respectivamente. A população da Serra dos Órgãos teve média de 3,02 kHz, enquanto as populações da Mantiqueira e Bocaina apresentaram as menores médias para este parâmetro, 2,88 kHz e 2,86 kHz, na devida ordem

Em relação a frequência inferior, a população da Serra dos Órgãos apresentou a média de maior valor, 1,43 kHz, seguida da população da Serra do Caparaó que teve uma média de 1,41 kHz. Novamente as populações da Serra da Mantiqueira e da Serra da Bocaina apresentaram médias similares para o mesmo parâmetro, 1,19 kHz e 1,15 kHz, nessa ordem. A população da Escarpa Devoniana/Planalto apresentou a menor média para frequência inferior, com uma média de 1,09 kHz.

Tabela 1 – Descrição dos valores dos parâmetros de canto para as populações estudadas. É fornecida a amplitude e, entre parênteses, a média e o desvio padrão. Medidas abreviadas: s = segundos, kHz = kilohertz.

Parâmetro	Serra da Mantiqueira (n= 33 indivíduos; 46 gravações)	Serra da Bocaina (n= 9 indivíduos; 12 gravações)	Serra do Caparaó (n= 14 indivíduos; 17 gravações)	Serra dos Órgãos (n= 14 indivíduos; 15 gravações)	Escarpa Devoniana (n= 13 indivíduos; 13 gravações)
Duração (s)	10,63-109,77 (32,40 ± 25,76)	10,15-97,85 (38,13 ± 32,72)	7,74-78,69 (34,33 ± 32,72)	11,80-47,43 (27,13 ± 62,82)	12,59-100,46 (37,50 ± 24,28)
Número de Notas	60-611 (174,02 ± 134,71)	53-537 (206,75 ± 178,81)	38-352 (159,18 ± 102,67)	60-242 (136,33 ± 62,82)	67-533 (196,92 ± 128,16)
Passo (notas/s)	4,78-6,09 (5,44 ± 0,33)	4,83-5,74 (5,37 ± 0,22)	4,28-5,33 (4,61 ± 0,26)	4,51-5,81 (5,05 ± 0,34)	4,75-5,73 (5,24 ± 0,29)
Comprimento de nota (s)	0,049-0,077 (0,062 ± 0,005)	0,046-0,076 (0,060 ± 0,008)	0,046-0,074 (0,062 ± 0,006)	0,043-0,072 (0,055 ± 0,008)	0,029-0,052 (0,043 ± 0,008)
Frequência superior (kHz)	2,242-3,528 (2,879 ± 0,361)	2,199-3,538 (2,859 ± 0,429)	2,866-4,299 (3,504 ± 0,487)	2,649-3,368 (3,024 ± 0,227)	3,149-4,404 (3,754 ± 0,408)
Frequência inferior (kHz)	0,866-1,446 (1,189 ± 0,145)	0,874-1,523 (1,154 ± 0,216)	1,150-1,882 (1,407 ± 0,183)	1,097-1,660 (1,433 ± 0,171)	0,868-1,304 (1,087 ± 0,116)

3.1.2 Chamado de alarme

A descrição dos valores dos parâmetros dos chamados de alarme se encontra na Tabela 2.

Os indivíduos da Escarpa Devoniana/Planalto apresentaram o chamado de alarme com maior duração média, de 0,482 segundos. Em seguida aparecem as populações da Serra da Bocaina e Serra dos Órgãos, com uma média de 0,321 e 0,278 segundos, respectivamente. As populações da Serra da Mantiqueira e Serra do Caparaó apresentaram o chamado de alarme de menor duração, 0,188 e 0,170 segundos, na devida ordem.

A população que apresentou o maior número médio de notas foi a da Escarpa Devoniana/Planalto, 4,57 notas. A população da Serra da Bocaina apresentou uma média de 2,32 notas por chamado de alarme. As populações da Serra dos Órgãos, Serra da Mantiqueira e Serra do Caparaó apresentaram as menores médias, 1,67, 1,35 e 1 nota, respectivamente.

A população da Escarpa Devoniana/Planalto apresentou o passo mais acelerado para o chamado de alarme, emitindo uma média de 8,21 notas por segundo, um valor bem acima das demais populações e sem sobreposição. A segunda população com passo mais acelerado foi a da Serra da Bocaina, com uma média de 5,66 notas por segundo. Em seguida aparecem as demais populações, Serra da Mantiqueira emitindo em média 4,60 notas por segundo, Serra dos Órgãos com uma média de 4,17 notas por segundo e, por último, a população da Serra do Caparaó emitindo uma média de 3,98 notas por segundo.

Em relação ao comprimento de nota, a população da Serra do Caparaó apresentou o maior valor médio, de 0,118 segundo. Logo em seguida aparecem as populações da Serra da Mantiqueira e Serra dos Órgãos, que apresentaram valores médios bastante similares, de 0,110 e 0,109 segundo, respectivamente. A população da Serra da Bocaina teve uma média de 0,089 segundo, e a população da Escarpa Devoniana/Planalto apresentou a menor média para este parâmetro, 0,050 segundo.

A maior média para frequência superior foi apresentada pela população da Escarpa Devoniana/Planalto, 2,474 kHz, seguida pela população da Serra do Caparaó teve uma média de 2,204 kHz. As demais populações apresentaram valores similares,

Serra dos Órgãos obteve uma média de 2,058 kHz, Serra da Mantiqueira apresentou uma média de 1,973 kHz, e Serra da Bocaina atingiu uma média de 1,931 kHz.

Os indivíduos da Serra dos Órgãos obtiveram a maior média para frequência inferior, de 1,523 kHz. Logo após aparecem as populações da Serra do Caparaó e da Serra da Mantiqueira, com 1,399 e 1,336 kHz, respectivamente. As populações da Escarpa Devoniana/Planalto e da Serra da Bocaina apresentaram as menores médias para este parâmetro, 1,294 e 1,248 kHz, na devida ordem.

Tabela 2 - Descrição dos valores dos parâmetros de chamado de alarme para as populações estudadas. É fornecida a amplitude e, entre parênteses, a média e o desvio padrão. * = chamados com apenas uma nota não fizeram parte da medição. Medidas abreviadas: s = segundos, kHz = kilohertz.

Parâmetro	Serra da Mantiqueira (n= 18 indivíduos; 54 gravações)	Serra da Bocaina (n= 9 indivíduos; 25 gravações)	Serra do Caparaó (n= 8 indivíduos; 24 gravações)	Serra dos Órgãos (n= 8 indivíduos; 24 gravações)	Escarpa Devoniana (n= 10 indivíduos; 30 gravações)
Duração (s)	0,096-0,675 (0,188 ± 0,145)	0,111-0,667 (0,321 ± 0,149)	0,103-0,380 (0,170 ± 0,102)	0,088-0,650 (0,278 ± 0,153)	0,055-0,823 (0,482 ± 0,188)
Número de Notas	1-3 (1,35 ± 0,677)	1-4 (2,32 ± 0,90)	1-2 (1 ± 0,415)	1-3 (1,67 ± 0,565)	1-7 (4,57 ± 0,424)
Passo (notas/s)	3,503-5,348 (4,60 ± 0,648)*	4,310-7,018 (5,66 ± 0,562)*	3,876-4,065 (3,98 ± 0,078)*	2,717-5,208 (4,17 ± 0,881)*	7,474-9,249 (8,21 ± 0,424)*
Comprimento de nota (s)	0,080-0,146 (0,110 ± 0,015)	0,061-0,124 (0,089 ± 0,017)	0,103-0,133 (0,118 ± 0,008)	0,088-0,132 (0,109 ± 0,015)	0,039-0,063 (0,050 ± 0,006)
Frequência superior (kHz)	1,710-2,301 (1,973 ± 0,144)	1,658-2,518 (1,931 ± 0,238)	1,923-2,736 (2,204 ± 0,228)	1,850-2,390 (2,058 ± 0,143)	1,690-3,564 (2,474 ± 0,523)
Frequência inferior (kHz)	0,953-1,741 (1,336 ± 0,197)	0,914-1,179 (1,248 ± 0,152)	1,140-1,782 (1,399 ± 0,175)	1,181-1,844 (1,523 ± 0,196)	1,033-1,561 (1,294 ± 0,139)

3.1.3 Chamado de contato

Mesmo com um número amostral bastante reduzido, os chamados de contato também passaram por análise. A descrição dos valores dos parâmetros dos chamados de contato se encontra na Tabela 3.

As populações da Serra da Mantiqueira e da Serra do Caparaó apresentaram as maiores médias para a duração do chamado de contato, 0,193 e 0,191 segundos, respetivamente. A população da Serra dos Órgãos apresentou uma média de duração de 0,112 segundos, não havendo sobreposição com as outras populações.

Tanto a população da Serra da Mantiqueira quanto a da Serra do Caparaó obtiveram a mesma média para o número de notas, igual a cinco. A população da Serra dos Órgãos apresentou uma média de duas notas por chamado de contato, não havendo sobreposição com as outras populações neste parâmetro.

A população da Serra da Mantiqueira apresentou a maior média para o passo, de 32,09 notas por segundo, não havendo sobreposição com as outras populações neste parâmetro. Os indivíduos da Serra do Caparaó emitiram em média 27,99 notas por segundo, enquanto os indivíduos da Serra dos Órgãos emitiram 25,90 notas por segundo, na média.

O comprimento de nota se apresentou maior na população da Serra dos Órgãos, com uma média de 0,047 segundo. A população da Serra Mantiqueira apresentou uma média de 0,30 segundo. A população da Serra do Caparaó teve média de 0,021 segundo para este parâmetro, não havendo sobreposição com as outras populações.

As populações da Serra da Mantiqueira e Serra dos Órgãos apresentaram médias idênticas para o comprimento de nota do trinado, de 0,022 segundos. A população da Serra do Caparaó emitiu, em média, notas ligeiramente mais curtas, de 0,018 segundos.

Os indivíduos da Serra do Caparaó tiveram a maior média para o comprimento da última nota, de 0,084 segundos. A população da Serra dos Órgãos obteve uma média de 0,072 segundos, e a população da Serra da Mantiqueira teve uma média de 0,063 segundos.

As populações da Serra dos Órgãos e da Serra da Mantiqueira apresentaram médias quase idênticas para a frequência superior, 2,115 e 2,110 kHz, respectivamente. A população da Serra do Caparaó teve uma frequência superior média de 1,882 kHz, não havendo sobreposição com as outras populações neste parâmetro.

Os indivíduos da Serra da Mantiqueira e Serra dos Órgãos apresentaram as maiores médias para a frequência superior do trinado, 2,049 e 2,016 kHz, respectivamente. Os indivíduos da Serra do Caparaó obtiveram uma média de 1,882 kHz.

A frequência superior da última longa repetiu a ordem do parâmetro anterior, com a população da Serra da Mantiqueira apresentando a maior média, 2,355 kHz, seguida das populações da Serra dos Órgãos, 2,215 kHz, e Serra do Caparaó, 2,195 kHz.

A população da Serra da Mantiqueira apresentou a maior média para a frequência inferior, 1,4 kHz. Em seguida vem a população da Serra dos Órgãos com uma média de 1,381 kHz. Por último, aparece a população da Serra do Caparaó que obteve um valor médio de 1,202 kHz.

Novamente as populações da Serra da Mantiqueira e Serra dos Órgãos obtiveram médias semelhantes, desta vez para a frequência inferior do trinado, 1,353 e 1,3 kHz, respectivamente. A população do Caparaó obteve a menor média, de 1,190 kHz.

A população da Serra da Mantiqueira apresentou a maior média para a frequência inferior da última nota, 1,587 kHz. Em seguida aparece a população da Serra dos Órgãos com uma média de 1,462 kHz. Os indivíduos da Serra do Caparaó apresentaram a menor média para este parâmetro, 1,197 kHz.

Tabela 3 – Descrição dos valores dos parâmetros de chamado de contato para as populações estudadas. É fornecida a amplitude e, entre parênteses, a média e o desvio padrão. Medidas abreviadas: s = segundos, kHz = kilohertz

Parâmetro	Serra da Mantiqueira (n= 1 indivíduo; 3 gravações)	Serra do Caparaó (n= 2 indivíduos; 5 gravações)	Serra dos Órgãos (n= 3 indivíduos; 9 gravações)
Duração (s)	0,176-0,215 (0,193 ± 0,020)	0,163-0,258 (0,191 ± 0,039)	0,094-0,134 (0,112 ± 0,012)
Número de Notas	5-5 (5 ± 0)	5-6 (5 ± 0,447)	2-2 (2 ± 0)
Passo (notas/s)	31,201-32,976 (32,09 ± 0,887)	26,638-28,777 (27,99 ± 0,819)	21,231-29,070 (25,90 ± 2,905)
Comprimento de nota (s)	0,027-0,032 (0,030 ± 0,003)	0,017-0,024 (0,021 ± 0,004)	0,039-0,057 (0,047 ± 0,006)
Comprimento de nota do trinado (s)	0,022-0,022 (0,022 ± 0)	0,015-0,024 (0,018 ± 0,003)	0,018-0,029 (0,022 ± 0,004)
Comprimento da nota longa (s)	0,047-0,072 (0,063 ± 0,014)	0,040-0,143 (0,084 ± 0,053)	0,059-0,093 (0,072 ± 0,012)
Frequência superior (kHz)	2,045-2,201 (2,110 ± 0,081)	1,782-1,999 (1,882 ± 0,098)	2,017-2,218 (2,115 ± 0,072)
Frequência superior do trinado (kHz)	1,980-2,133 (2,049 ± 0,077)	1,782-1,999 (1,869 ± 0,095)	1,902-2,114 (2,016 ± 0,071)
Frequência superior da nota longa (kHz)	2,285-2,475 (2,355 ± 0,105)	1,927-2,487 (2,195 ± 0,281)	2,132-2,342 (2,215 ± 0,082)
Frequência inferior (kHz)	1,306-1,485 (1,400 ± 0,090)	1,148-1,249 (1,202 ± 0,038)	1,133-1,695 (1,381 ± 0,205)
Frequência inferior do trinado (kHz)	1,309-1,395 (1,353 ± 0,043)	1,109-1,249 (1,190 ± 0,051)	1,018-1,600 (1,300 ± 0,221)
Frequência inferior da nota longa (kHz)	1,295-1,847 (1,587 ± 0,277)	0,953-1,333 (1,197 ± 0,212)	1,181-1,847 (1,462 ± 0,221)

3.2 Testes Estatísticos

3.2.1 Canto

Os resultados dos testes estáticos e qual teste foi utilizado para cada parâmetro de canto estão disponíveis na Tabela 4.

No que diz respeito ao passo do canto, a população Serra da Mantiqueira apresentou diferença significativa em comparação as populações da Serra do Caparaó e da Serra dos Órgãos, que apresentam passos mais lentos. A população da Serra da Bocaina também apresentou diferença significativa quando comparada com a população da Serra do Caparaó neste parâmetro, que possui um passo mais lento. A população da Escarpa Devoniana/Planalto exibiu diferença significativa no passo quando comparada com a população da Serra do Caparaó, a primeira população tem um passo significativamente mais rápido.

Também foram encontradas diferenças significativas entre as médias do comprimento de nota das populações. A população da Serra da Mantiqueira apresentou mais uma vez diferença quando comparada a população da Serra dos Órgãos, sendo consideravelmente maior. A população da Escarpa Devoniana/Planalto se mostrou significativamente diferente de todas as outras populações, tendo um comprimento de nota médio menor.

Houveram também diferenças entre as médias de frequência superior. A população da Serra da Mantiqueira diferenciou-se da população da Serra do Caparaó, que apresenta um valor médio mais elevado. A população da Serra do Caparaó também apresentou diferença significativa quando confrontada com a população da Serra da Bocaina, esta última apresenta uma média para frequência superior significativamente menor. A população da Escarpa Devoniana/Planalto demonstrou uma média significativamente maior que as populações da Serra da Mantiqueira, Serra da Bocaina e Serra dos Órgãos.

Em relação a frequência inferior, também foram encontradas diferenças significativas entre as médias das populações. As populações da Serra do Caparaó e da Serra dos Órgãos apresentaram médias consideravelmente maiores que as populações da Serra da Mantiqueira, da Serra da Bocaina e da Escarpa Devoniana/Planalto.

Tabela 4 – Resultado dos testes aplicados para comparação do canto entre as populações estudadas. É fornecido o teste aplicado para comparação de médias (ANOVA ou Kruskal-Wallis), o valor de F (ANOVA), o valor de p, e os testes post-hoc de Tukey ou Bonferroni, indicando quais populações apresentaram diferenças. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$). Legenda: SM = Serra da Mantiqueira, SB = Serra da Bocaina, SC = Serra do Caparaó, SO = Serra dos Órgãos e ED = Escarpa Devoniana/Planalto.

Parâmetro	Teste	Valor de F	Valor de p	Tukey/Bonferroni ($p < 0,05$)
Passo (notas/s)	Kruskal-Wallis	-	0,000000002	SM x SC = 0,000000002 SM x SO = 0,01347 SB x SC = 0,00001613 SC x ED = 0,006324
Comprimento de nota (s)	One-Way ANOVA	23,1	0,0000000000002	SM x SO = 0,01314 SM x ED = 0,0000000003 SB x ED = 0,00000007 SC x ED = 0,0000000004 SO x ED = 0,00002
Frequência superior (kHz)	Kruskal-Wallis	-	0,00000005	SM x SC = 0,0001183 SM x ED = 0,000003 SB x SC = 0,01804 SB x ED = 0,001077 SO x ED = 0,01108
Frequência inferior (kHz)	One-Way ANOVA	14,71	0,0000000002	SM x SC = 0,00007 SM x SO = 0,00002 SB x SC = 0,00066 SB x SO = 0,000215 SC x ED = 0,000005 SO x ED = 0,000002

3.2.2 Chamado de alarme

Também foram realizados testes estatísticos para os chamados de alarme, apesar de ser uma vocalização simples. Os dados e os testes aplicados para cada parâmetro de chamado de alarme estão disponíveis na Tabela 5.

A duração do chamado de alarme apresentou diferenças significativas entre os grupos estudados. A população da Escarpa Devoniana/Planalto tem uma duração maior que as populações da Serra da Mantiqueira, Serra do Caparaó e Serra dos Órgãos. Além disso, houve diferença entre as populações da Serra da Mantiqueira e Serra da Bocaina.

A população da Escarpa Devoniana/Planalto apresentou diferença no número de notas em relação a todas as outras populações, sendo significativamente maior. A população da Serra da Bocaina se diferenciou das populações da Serra da Mantiqueira e Serra do Caparaó, por ter obtido uma média significativamente maior.

Novamente a população da Escarpa Devoniana/Planalto se mostrou diferente das outras populações, com um passo significativamente mais acelerado. As populações da Serra da Bocaina e Serra dos Órgãos diferenciaram-se entre si, com a primeira possuindo um passo consideravelmente mais rápido.

Mais uma vez a população da Escarpa Devoniana/Planalto apresentou diferenças em relação as demais populações, por ter um comprimento de nota significativamente menor. Além disso, a população da Serra da Bocaina apresentou diferenças consideráveis em relação as populações da Serra da Mantiqueira, da Serra do Caparaó e da Serra dos Órgãos, também por ser consideravelmente menor.

Em relação a frequência superior, as populações da Serra da Mantiqueira e Serra da Bocaina se mostraram diferentes das populações da Serra do Caparaó e Escarpa Devoniana/Planalto, por serem significativamente menores.

A população da Serra dos Órgãos mostrou uma frequência inferior consideravelmente diferente das populações da Serra da Mantiqueira, Serra da Bocaina e Escarpa Devoniana/Planalto, maior que as demais. Além disso, a população da Serra do Caparaó apresentou uma frequência inferior significativamente maior do que a população da Serra da Bocaina.

Tabela 5 – Resultado dos testes aplicados para comparação do chamado de alarme entre as populações estudadas. É fornecido o teste aplicado para comparação de médias (ANOVA ou Kruskal-Wallis), o valor de F (ANOVA), o valor de p, e os testes post-hoc de Tukey ou Bonferroni, indicando quais populações apresentaram diferenças. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$). Legenda: SM = Serra da Mantiqueira, SB = Serra da Bocaina, SC = Serra do Caparaó, SO = Serra dos Órgãos e ED = Escarpa Devoniana/Planalto.

Parâmetro	Teste	Valor de F	Valor de p	Tukey/Bonferroni (p<0,05)
Duração	Kruskall-Wallis	-	0,000000002	SM x SB = 0,006 SM x ED = 0,000000003 SC x ED = 0,00001 SO x ED = 0,024
Número de notas	Kruskall-Wallis	-	0,00000000002	SM x SB = 0,0006 SM x ED = 0,000000003 SB x SC = 0,002 SB x ED = 0,017 SC x ED = 0,00001 SO x ED = 0,000007
Passo (notas/s)	Kruskall-Wallis	-	0,000000001	SM x ED = 0,0000002 SB x SO = 0,016 SB x ED = 0,002 SC x ED = 0,00001 SO = ED = 0,000000001
Comprimento de nota (s)	Kruskall-Wallis	-	0,0000000000001	SM x SB = 0,005 SM x ED = 0,000000003 SB x SC = 0,00002 SB x SO = 0,025 SB x ED = 0,005 SC x ED = 0,0000001 SO x ED = 0,000000003
Frequência superior (kHz)	Kruskall-Wallis	-	0,000000004	SM x SC = 0,002 SM x ED = 0,000002 SB x SC = 0,0003 SB x ED = 0,0000008
Frequência inferior (kHz)	One-Way ANOVA	9,08	0,000001	SM x SO = 0,0003 SB x SC = 0,026 SB x SO = 0,000002 SO x ED = 0,0001

3.3 Formato da Nota

3.3.1 Canto

A população da Serra da Mantiqueira apresenta notas que lembram um arco com ápice agudo, com a modulação de frequência ascendente longa e rápida tanto quanto a modulação descendente (Figura 4A e 4a). Em algumas gravações, a modulação de frequência descendente apresentou-se mais curta e lenta (Figura 4B e 4b).

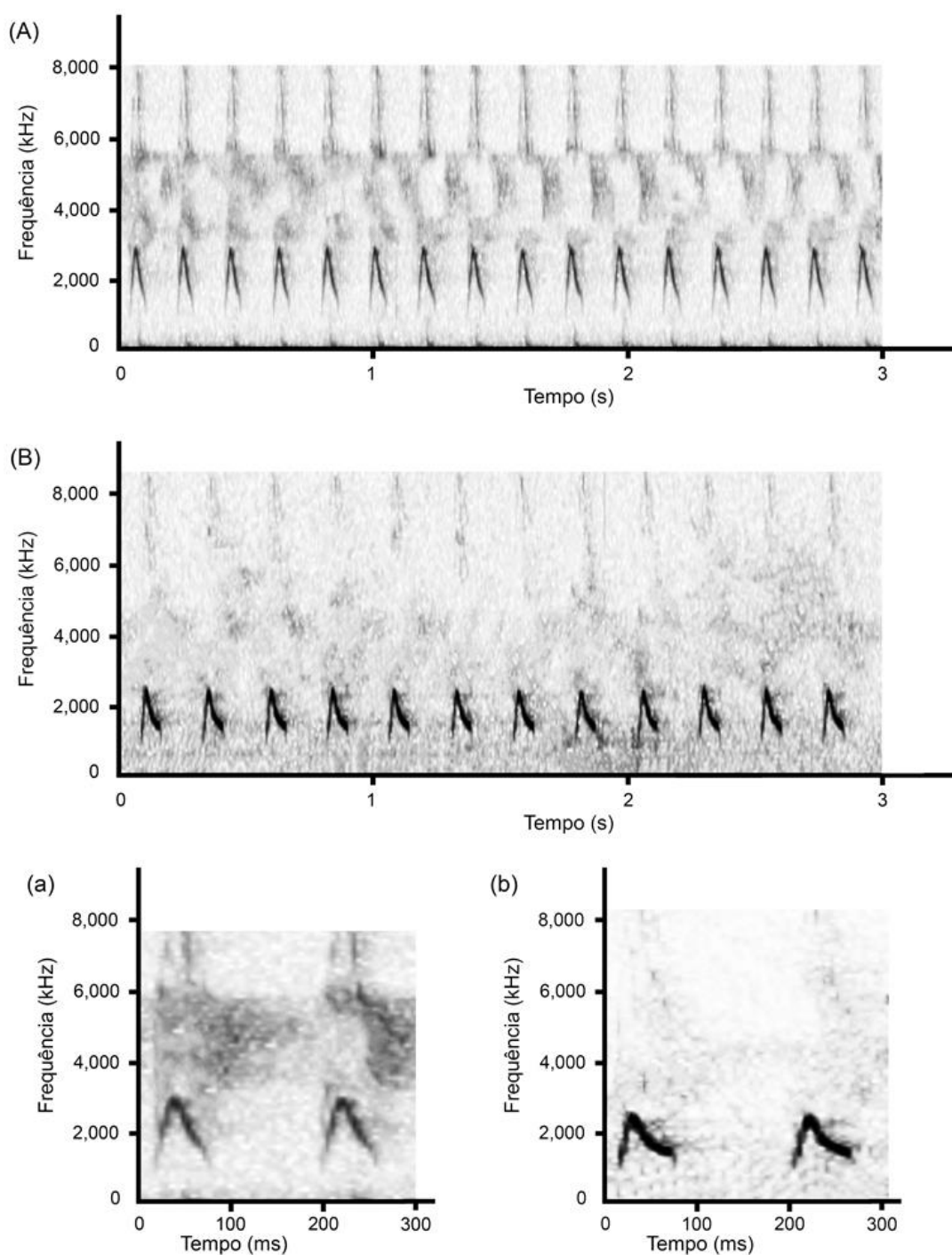


Figura 4 – Espectrogramas dos cantos da população da Serra da Mantiqueira. (A e a) Notas do canto com modulações de frequência ascendente e descendente. (B e b) Notas do canto com modulação de frequência descendente curta e lenta. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A população da Serra da Bocaina apresenta notas bastante semelhantes a Serra da Mantiqueira, em formato de arco com ápice agudo. As modulações de frequência ascendente e descendente são nítidas e parecidas (Figura 5A e 5a).

Alguns indivíduos emitem notas onde as modulações de frequências são distintas (Figura 5B e 5b).

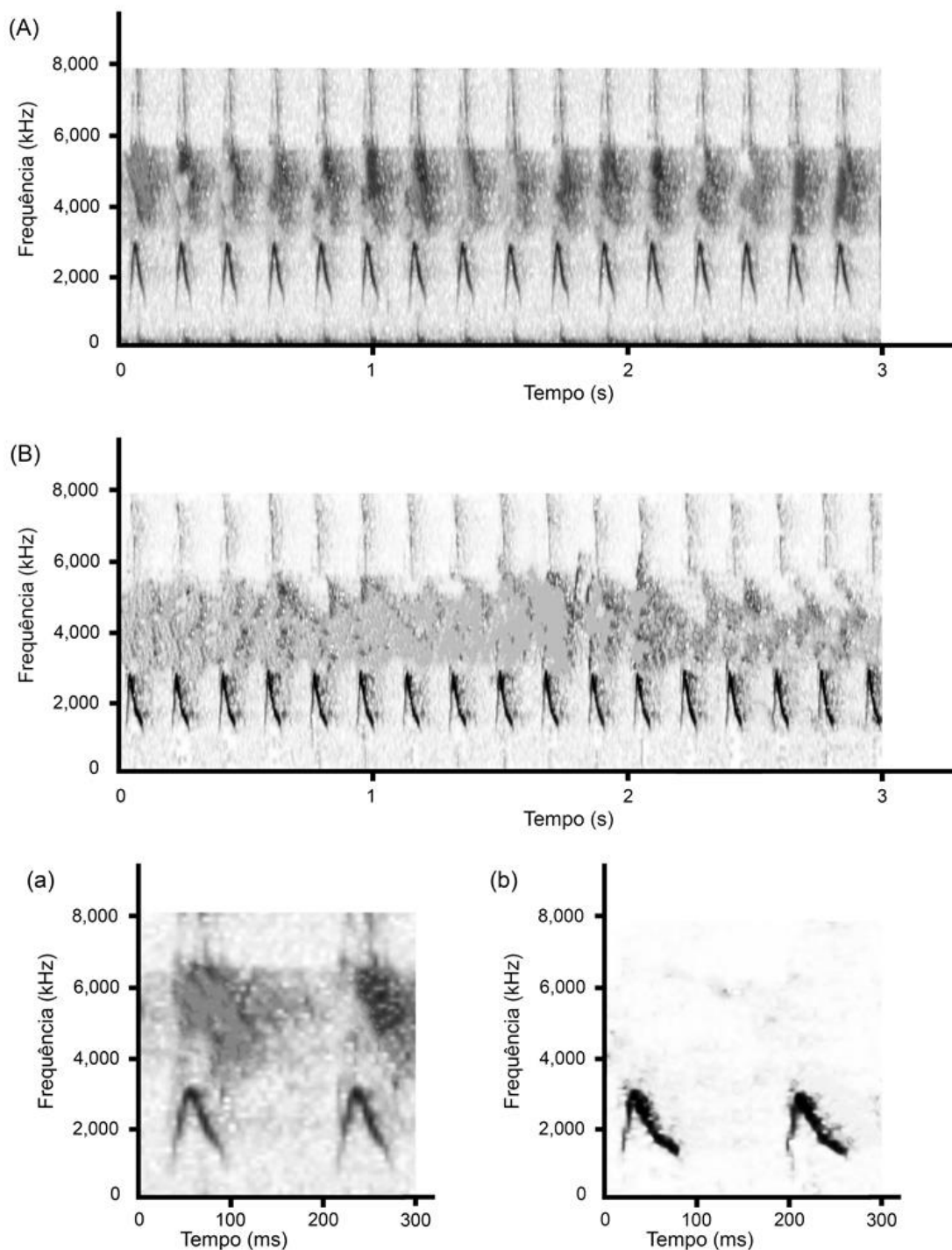


Figura 5 – Espectrogramas do canto da população da Serra da Bocaina. (A e a) Notas do canto com modulações de frequência ascendente e descendente nítidas. (B e b) Notas do canto com modulação de frequência descendente mais lenta e longa que a ascendente. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A população da Serra do Caparaó também emite um canto com notas em forma de arco com ápice agudo, com a modulação de frequência descendente diferente da ascendente (Figura 6A e 6a). Apenas dois indivíduos apresentaram uma modulação de frequência ascendente semelhante a descendente (Figura 6B e 6b).

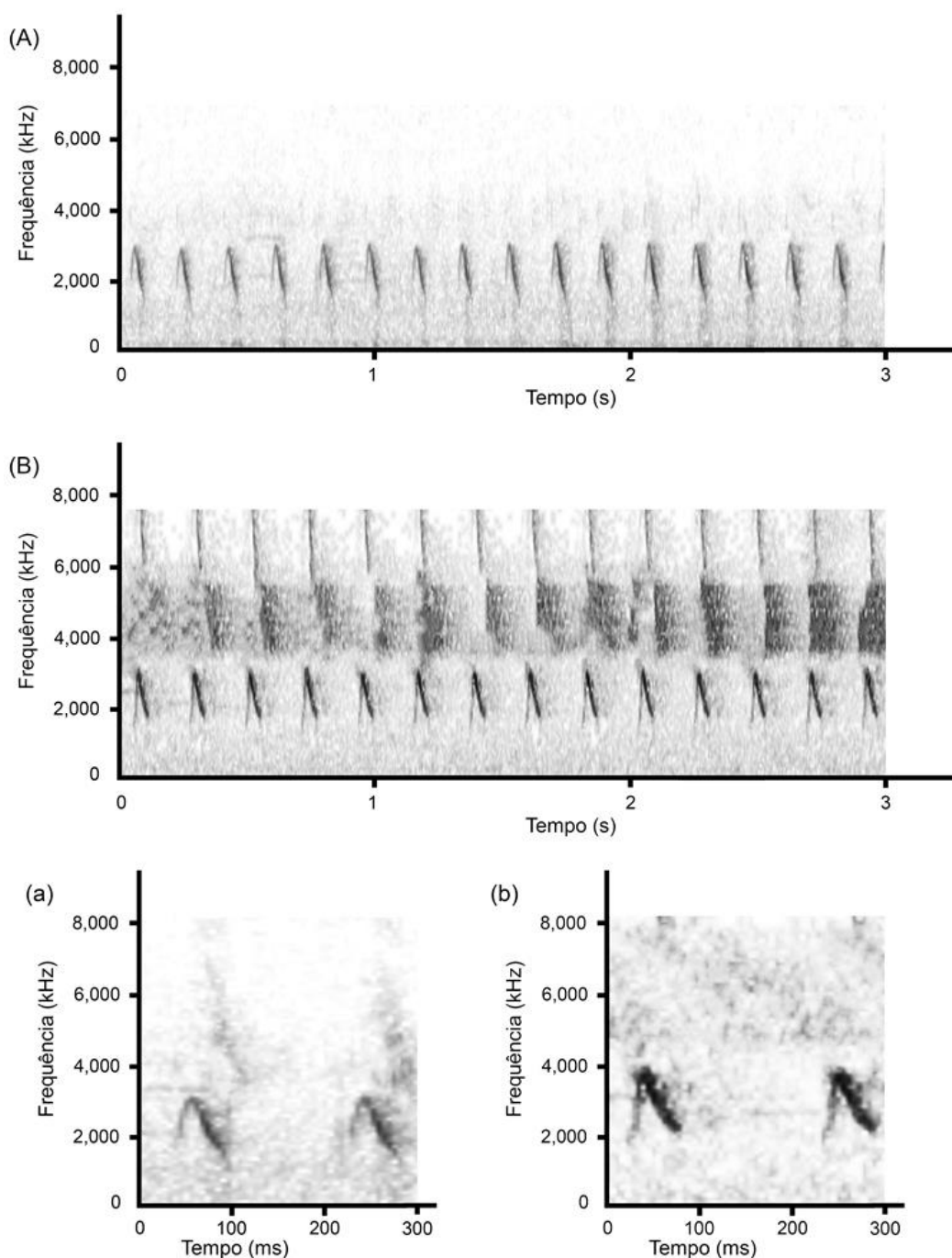


Figura 6 – Espectrogramas do canto da população da Serra do Caparaó. (A e a) Canto com modulação de frequência ascendente e descendente. (B e b) Canto com modulação de frequência ascendente mais longa que a descendente. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

Os indivíduos da Serra dos Órgãos foram os que apresentaram o formato de nota de canto mais distinto entre todas as populações estudadas. As notas emitidas apresentam somente a modulação de frequência descendente, assim, a nota não possui um formato semelhante a um arco como nas outras populações (Figura 7). Todas as gravações estudadas da população da Serra dos Órgãos apresentaram este formato de nota do canto, o que pode ser uma característica diagnóstica desta população.

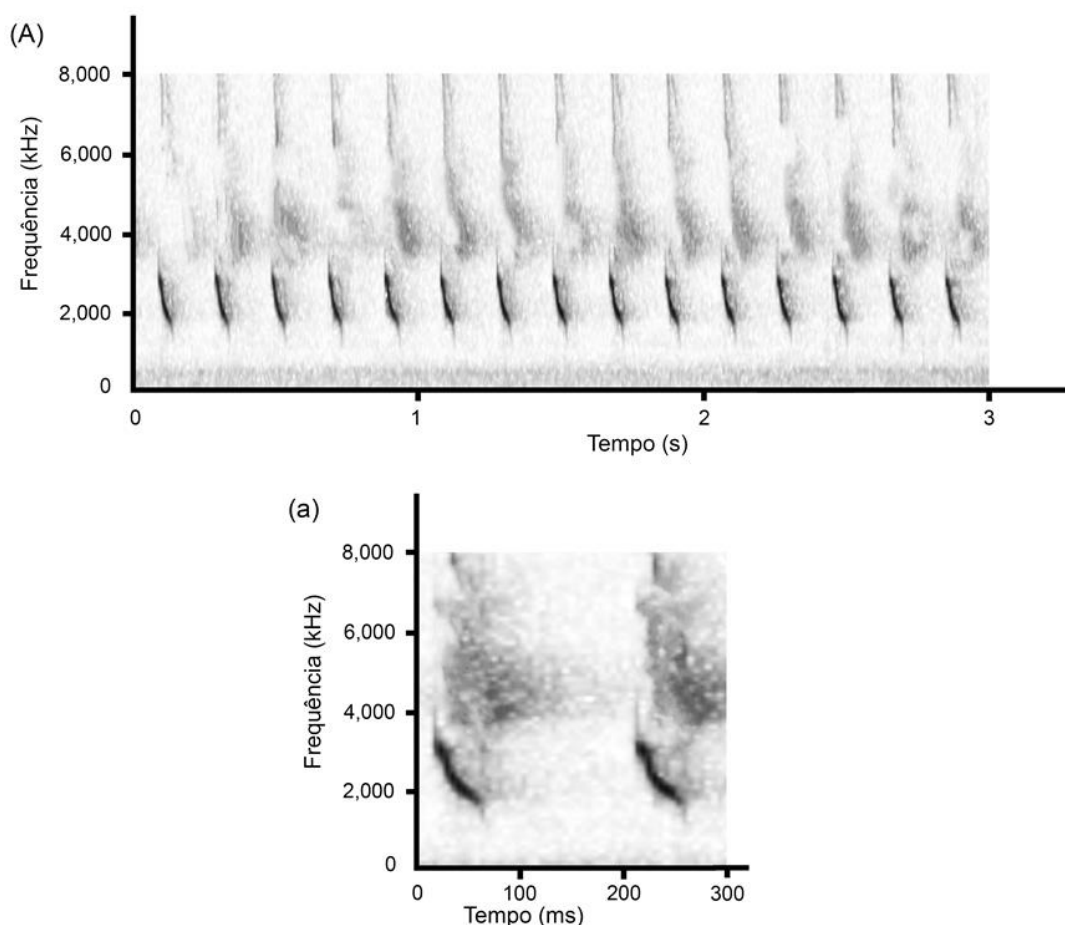


Figura 7 – Espectrogramas do canto da população da Serra dos Órgãos. (A e a) Notas de canto apresentando somente modulação de frequência descendente. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A população da Escarpa Devoniana/Planalto apresenta cantos com notas mais curtas. Pode apresentar modulações de frequências ascendente ligeiramente distintas das modulações descendentes (Figura 8A e 8a). O ápice é bastante agudo. Também apresentam canto com notas com modulação de frequência ascendente pouco aparente, lembrando o formato de nota do canto da população da Serra dos Órgãos (Figura 8B e 8b).

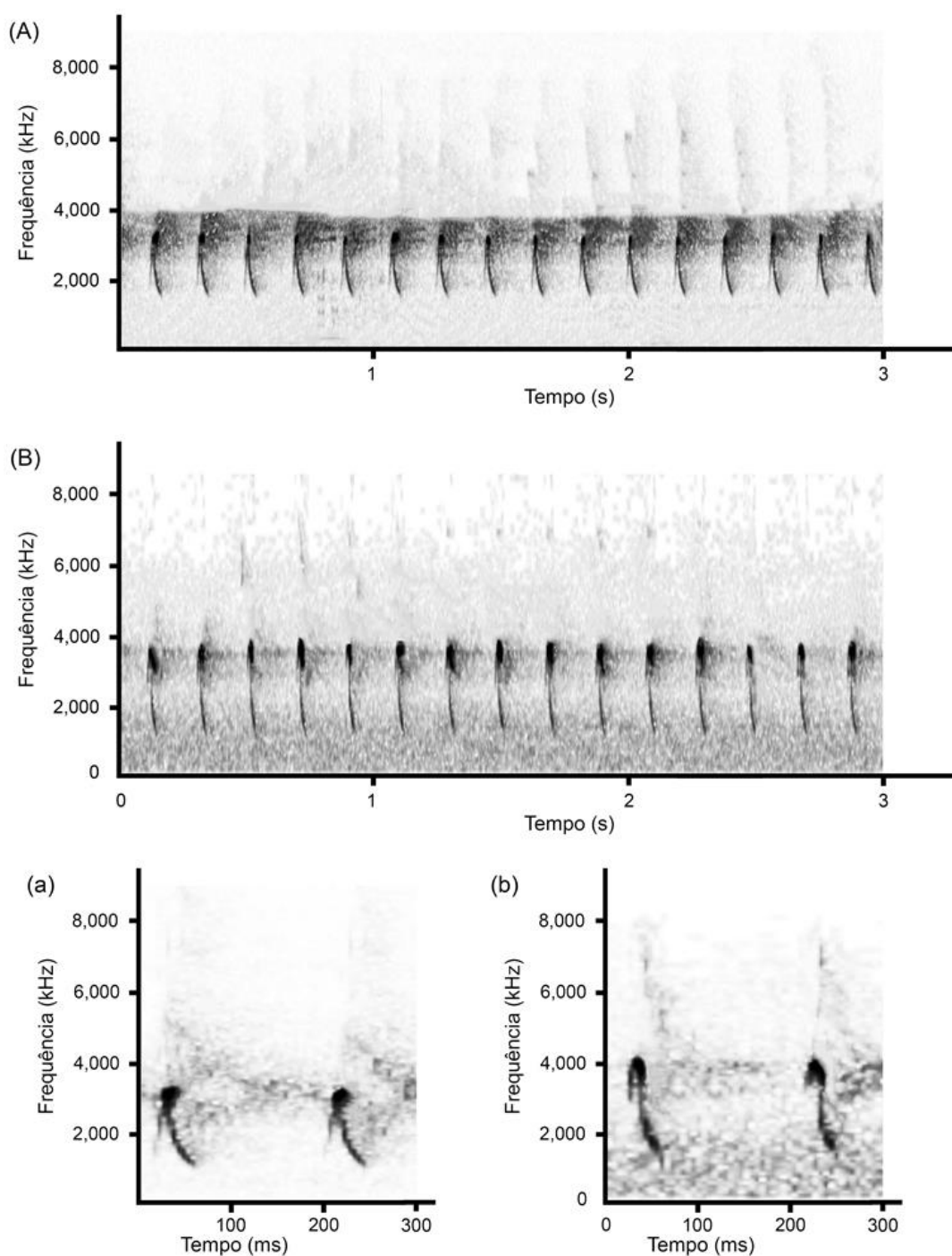


Figura 8 – Espectrogramas do canto da população da Escarpa Devoniana/Planalto. (A e a) Notas do canto com modulação de frequência desiguais. (B e b) Notas do canto com modulação de frequência ascendente de baixa amplitude. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A Figura 9 apresenta as notas típicas de canto de cada população lado a lado para uma melhor comparação dos seus formatos.

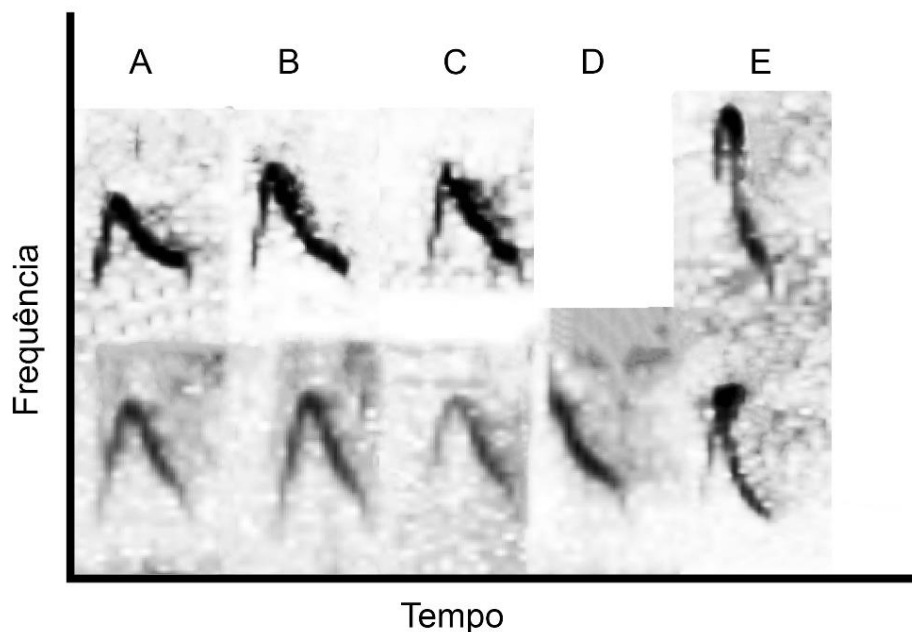


Figura 9 – Espectrogramas das notas típicas do canto de cada população. Os formatos de nota que mais se repetiram são os que estão abaixo e os de cima são os que se repetiram com menor frequência. As notas estão em mesma escala. (A) Serra da Mantiqueira; (B) Serra da Bocaina; (C) Serra do Caparaó; (D) Serra dos Órgãos; (E) Escarpa Devoniana/Planalto.

3.3.2 Chamado de alarme

Para a população da Serra da Mantiqueira, o formato da nota do chamado de alarme apresentou-se, na grande maioria das gravações, em um formato de arco bastante obtuso (Figura 10A e 10a). Em alguns casos, o arco é tão obtuso que pode parecer uma linha reta horizontal no espectrograma (Figura 10B e 10b). Um pequeno número de indivíduos apresentou ondulações nas notas deste tipo de chamado.

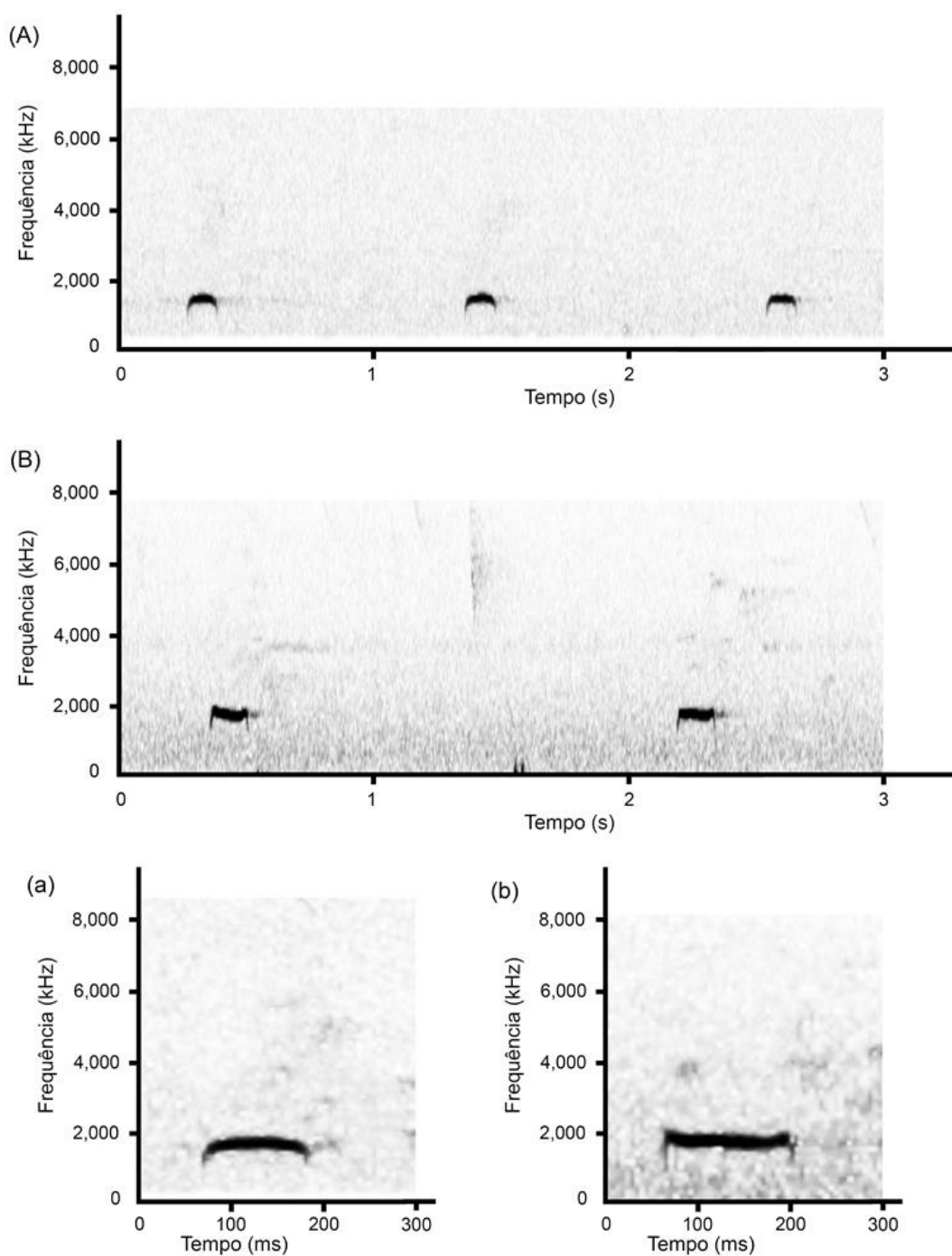


Figura 10 – Espectrogramas do chamado de alarme da população da Serra da Mantiqueira. (A e a) Notas do chamado de alarme com formato de arco bastante obtuso. (B e b) Notas do chamado de alarme em que o arco é quase que completamente reto. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

Os indivíduos da Serra da Bocaina emitem um chamado de alarme com notas semelhantes a população da Serra da Mantiqueira, em formato de arco bastante obtuso (Figura 11A e 11a). Apenas um indivíduo apresentou um chamado de alarme com notas distintas, emitindo notas com somente modulação de frequência descendente. (Figura 11B e 11b).

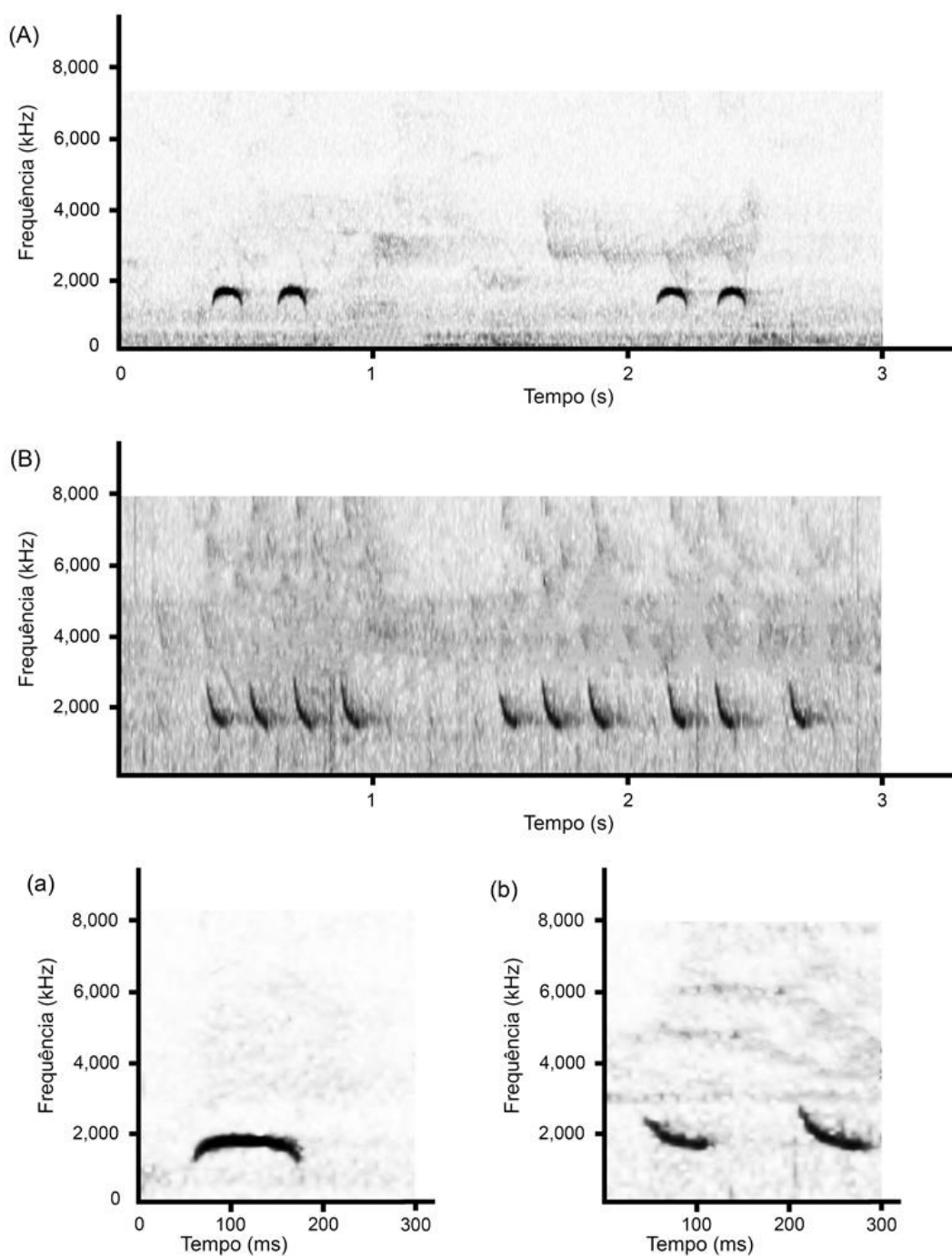


Figura 11 – Espectrogramas do chamado de alarme da população da Serra da Bocaina. (A e a) Notas do chamado de alarme em formato de arco bastante obtuso. (B e b) Notas do chamado de alarme apresentando somente modulação de frequência descendente. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A população da Serra do Caparaó emite notas com formato semelhante às notas das populações da Serra da Mantiqueira e da Bocaina, um arco bastante obtuso (Figura 12A e 12a). Porém, alguns indivíduos apresentam uma pequena modulação de frequência ao final das notas, formando um novo e pequeno arco (Figura 12B e 12b).

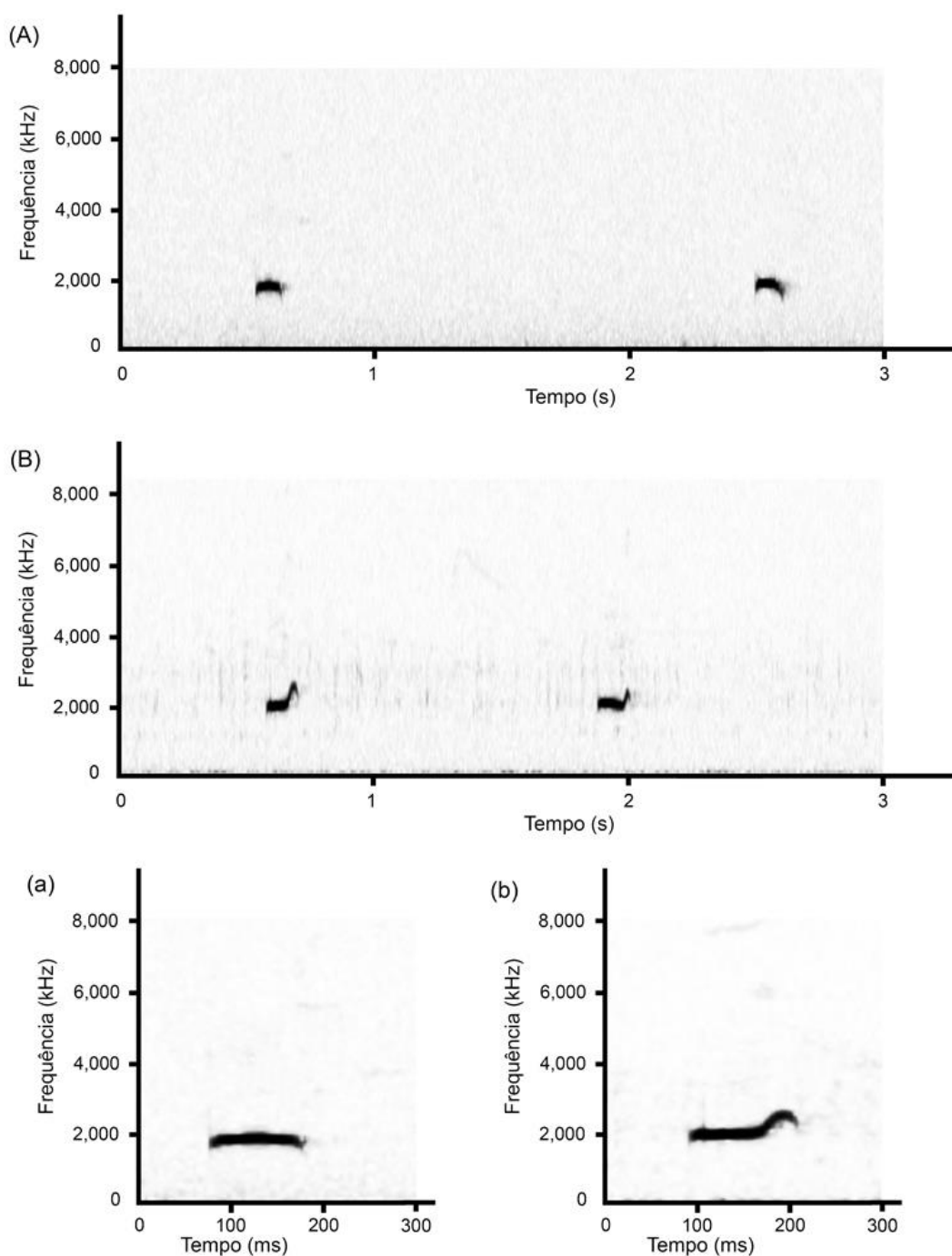


Figura 12 – Espectrogramas do chamado de alarme da população da Serra do Caparaó. (A e a) Notas do chamado de alarme em formato de arco bastante obtuso. (B e b) Notas do chamado de alarme apresentando um pequeno arco no seu final. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

Os indivíduos da Serra dos Órgãos também emitem chamados de alarmes com notas em formato de arco obtuso, assim como as outras populações (Figura 13A e 13a). Apenas uma variação foi identificada em uma das gravações, bastante semelhante à variação da população da Serra da Bocaina, onde há somente modulação de frequência descendente (Figura 13B e 13b).

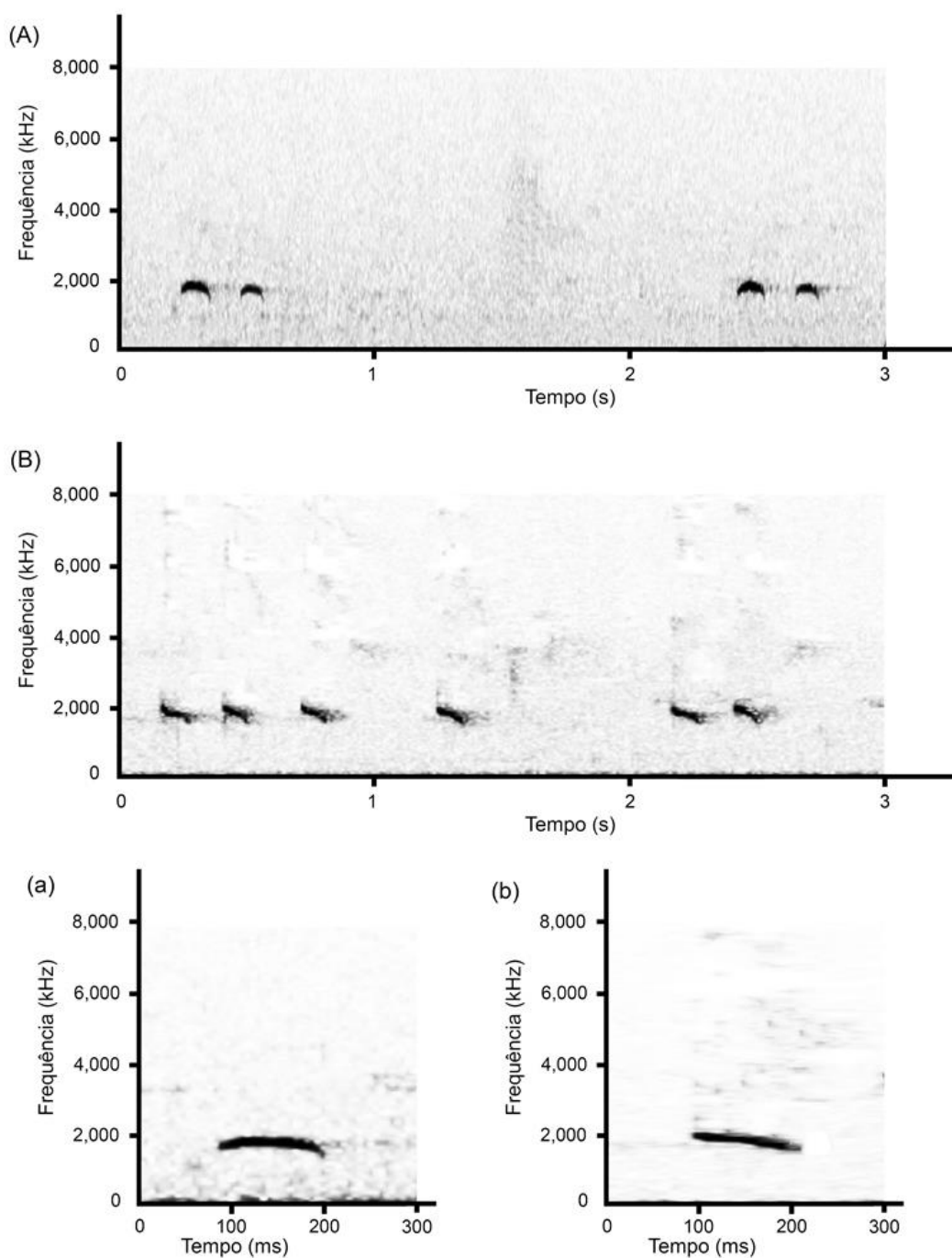


Figura 13 – Espectrogramas do chamado de alarme da população da Serra dos Órgãos. (A e a) Notas do chamado de alarme em formato de arco bastante obtuso. (B e b) Notas do chamado de alarme apresentando somente modulação de frequência descendente. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A população da Escarpa Devoniana/Planalto apresentou o chamado de alarme com notas mais distintas entre as populações do estudo. As notas apresentam somente modulação de frequência descendente, em formato de L (Figura 14A e 14a. Esse formato de nota é bastante similar ao apresentado por um indivíduo da Serra da Bocaina (Figura 11B). Alguns indivíduos apresentam as notas em formato de barra

diagonal (Figura 14B e 14b), e somente um indivíduo apresentou notas em formato de arco como das outras populações.

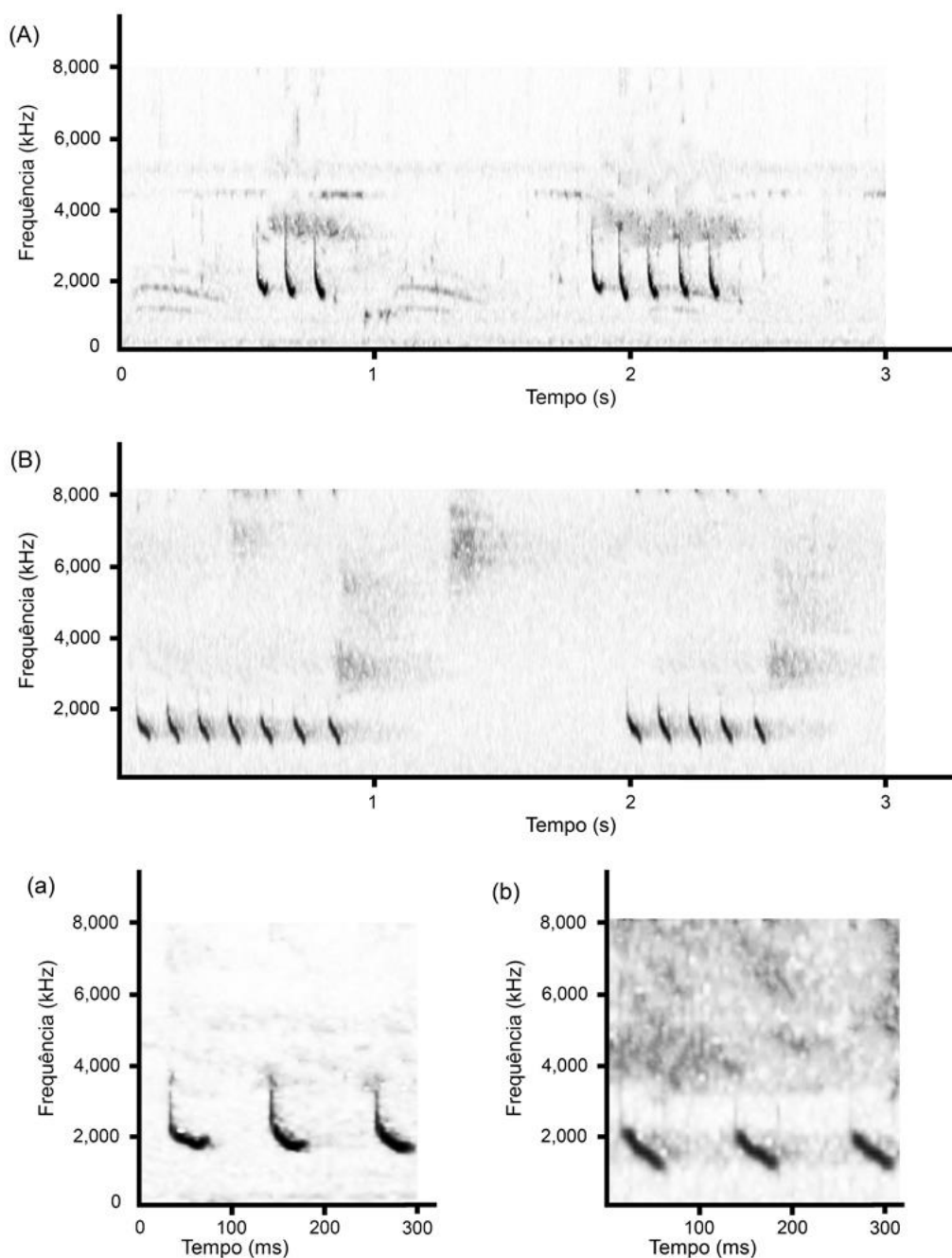


Figura 14 – Espectrogramas do chamado de alarme da população da Escarpa Devoniana/Planalto. (A e a) Notas do chamado de alarme apresentando apenas modulação de frequência descendente. (B e b) Notas do chamado de alarme com nota em formato de barra diagonal. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

A Figura 15 apresenta as notas típicas de canto de cada população lado a lado para uma melhor comparação dos seus formatos.

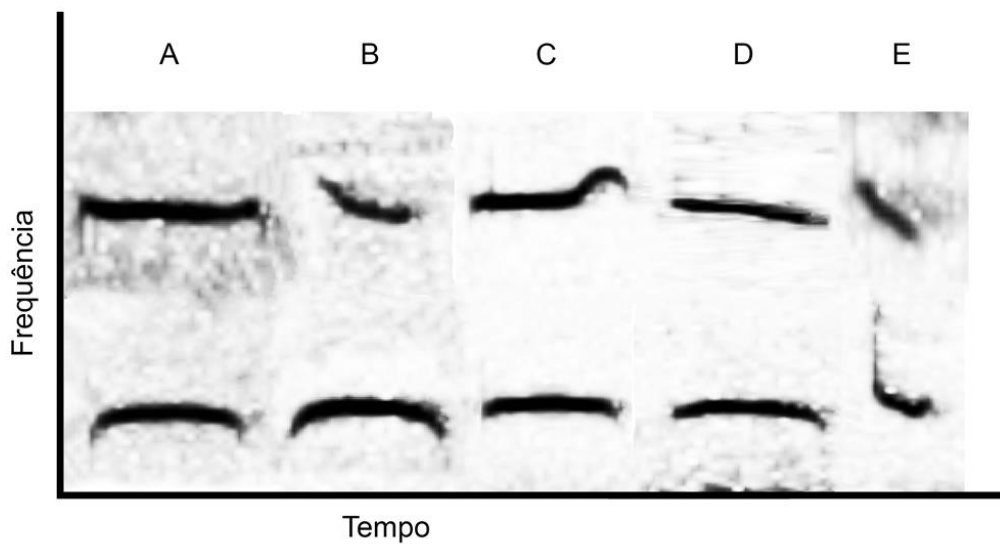


Figura 15 – Espectrogramas das notas típicas do chamado de alarme de cada população. Os formatos de nota que mais se repetiram são os que estão abaixo e o de cima são os que repetiram com menor frequência. As notas estão em mesma escala. (A) Serra da Mantiqueira; (B) Serra da Bocaina; (C) Serra do Caparaó; (D) Serra dos Órgãos; (E) Escarpa Devoniana/Planalto.

3.3.3 Chamado de contato

O chamado de contato da Serra da Mantiqueira é composto por quatro notas bem curtas em formato de arco, seguidas de uma quinta nota mais longa, dando um aspecto trinado ao chamado. Esse formato da última nota no chamado de contato é bem distinto das outras duas populações estudadas (Figura 16).

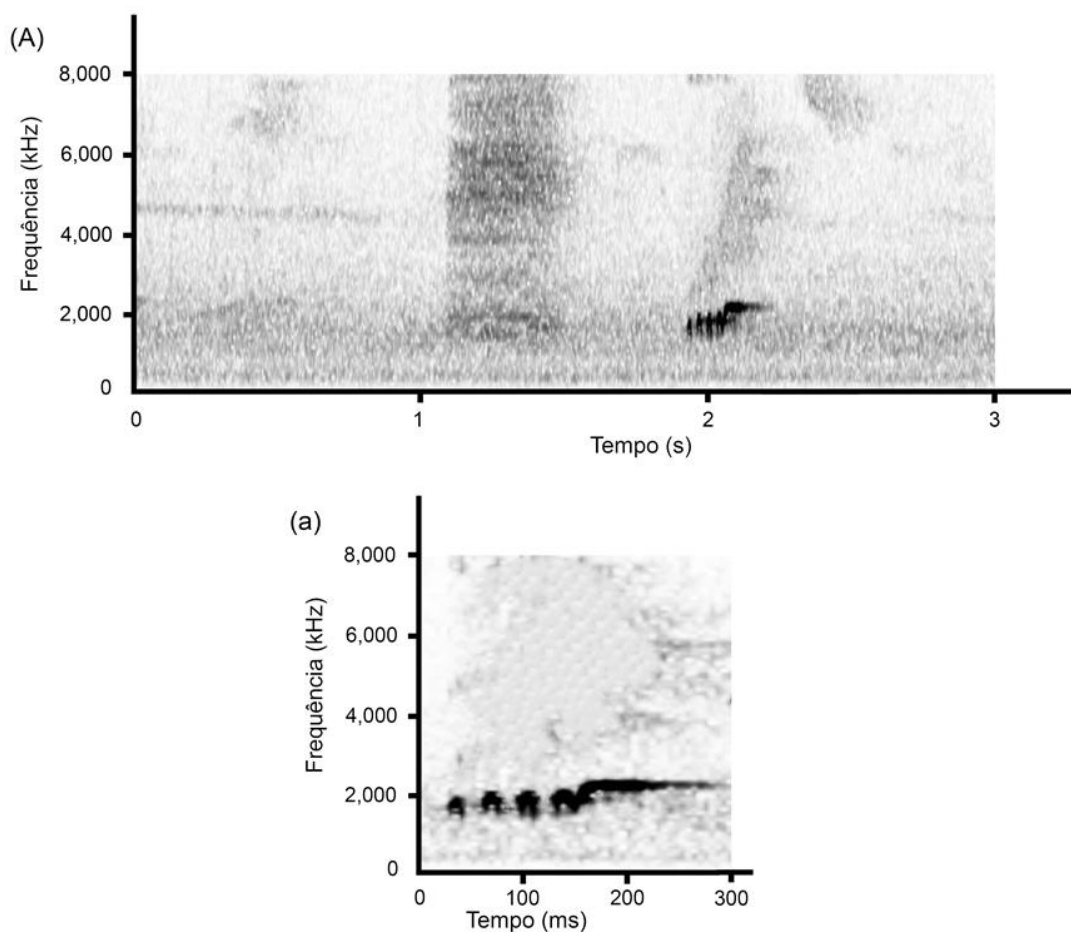


Figura 16 – Espectrograma do chamado de contato da população da Serra da Mantiqueira. (A e a) Notas do chamado de contato em formato de arco bastante curtas e uma última mais longa. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

Ambos indivíduos da Serra do Caparaó emitem um chamado de contato composto por quatro ou cinco notas rápidas e uma última nota mais longa, todas em formato de arco (Figura 17). Esta vocalização também apresenta um aspecto trinado, semelhante ao da população da Serra da Mantiqueira.

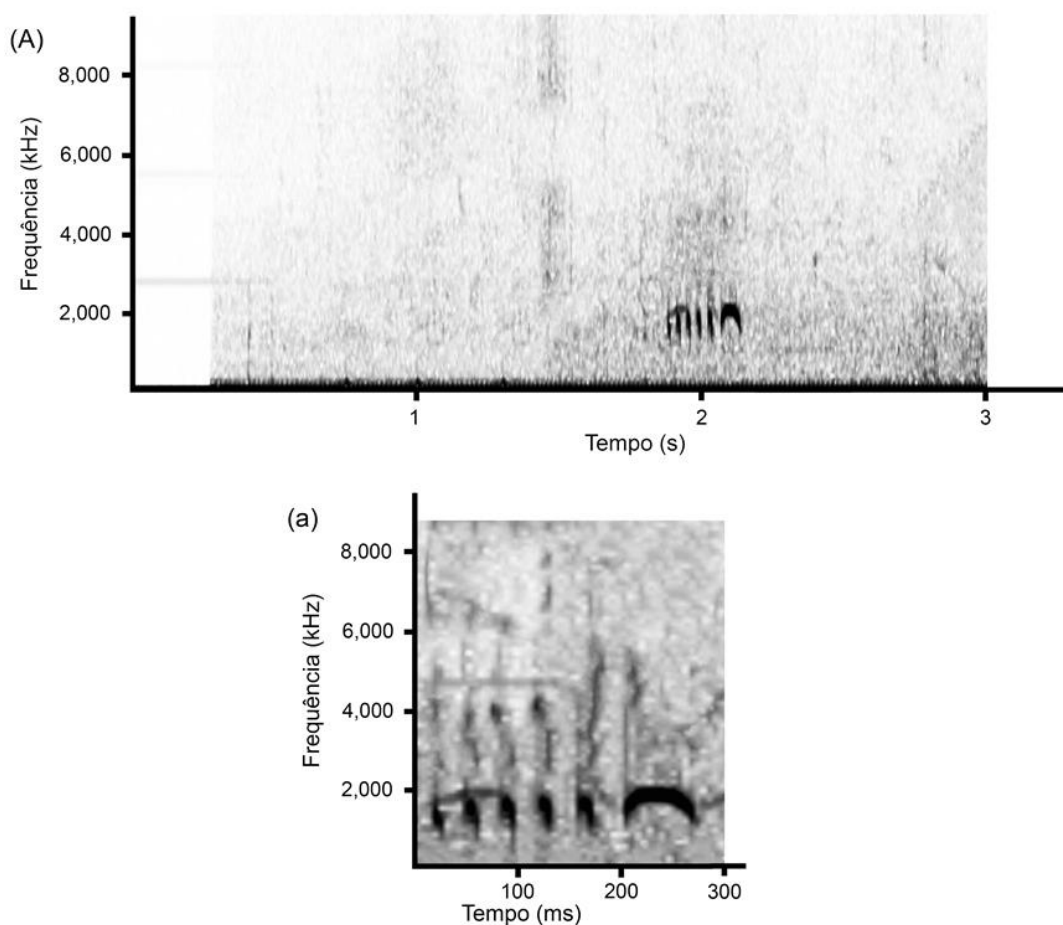


Figura 17 – Espectrogramas do chamado de contato da população da Serra do Caparaó. (A e a) Notas do chamado de contato em formato de arco curtas e uma última mais longa. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

Os indivíduos da Serra dos Órgãos apresentaram um chamado de contato com apenas duas notas, ambas em formato de arco, sendo a primeira nota curta e a segunda ligeiramente mais longa (Figura 18). Diferentemente das outras duas populações, os indivíduos dessa população não apresentam um chamado trinado.

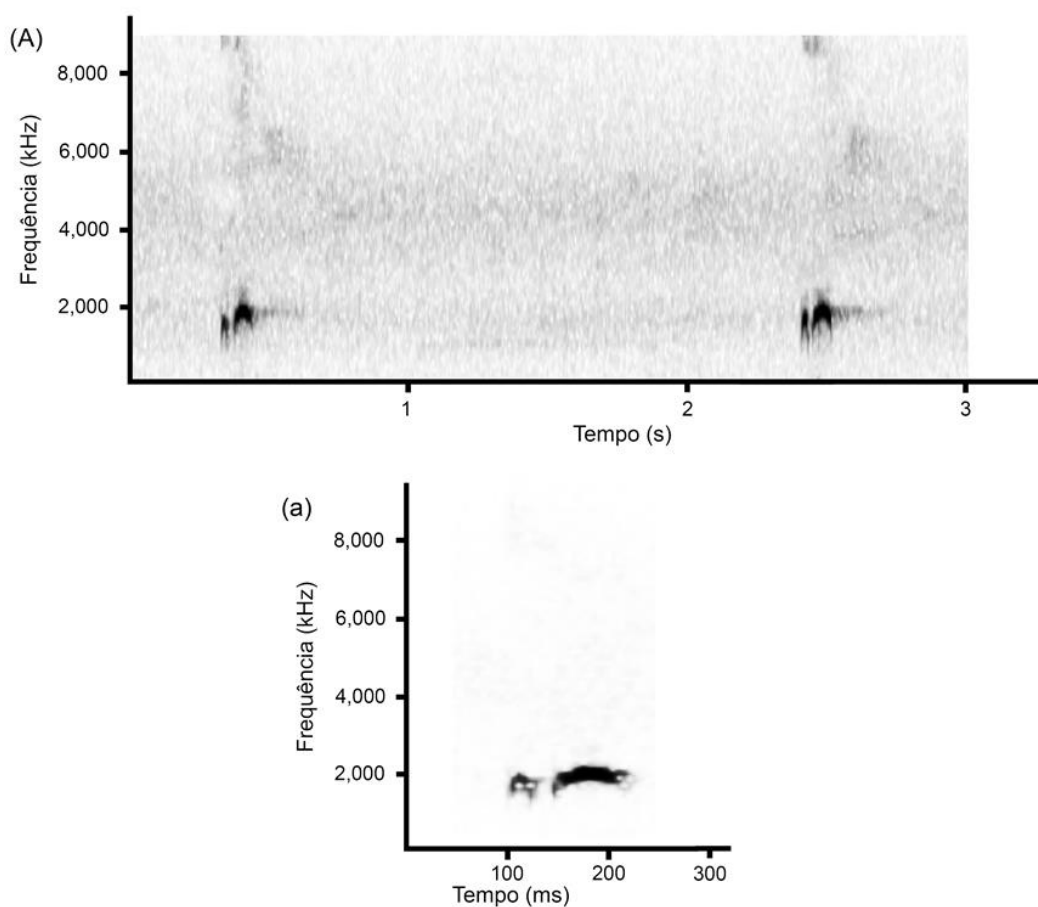


Figura 18 – Espectrogramas do chamado de contato da população da Serra dos Órgãos. (A e a) Notas do chamado de contato em formato de arco, sendo a primeira mais curta que a segunda. Medidas abreviadas: s = segundos, ms = milissegundos e kHz = kilohertz.

Na Figura 19 é possível comparar o formato e composição das notas chamado de contato das populações da Serra da Mantiqueira, Serra do Caparaó e Serra dos Órgãos.

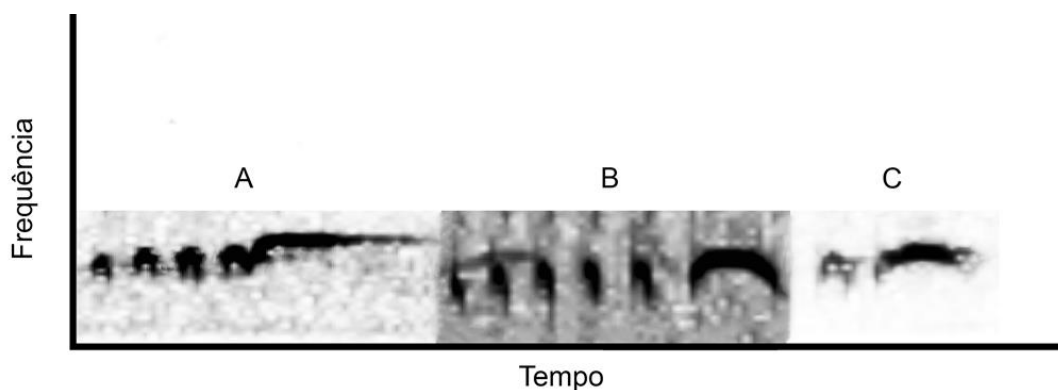


Figura 19 – Espectrogramas dos chamados de contato de três populações de *Scytalopus speluncae*. (A) Serra da Mantiqueira; (B) Serra do Caparaó; (C) Serra dos Órgãos.

4 Discussão

Alguns dos resultados aqui apresentados vão ao encontro de trabalhos moleculares realizados com indivíduos que pertencem as mesmas populações aqui analisadas.

Pulido-Santacruz *et al.* (2016) demonstraram que *Scytalopus speluncae* possui sete linhagens, ou unidades evolutivas, bem definidas e divergentes. Algumas dessas divergências entre linhagens também estão presentes nas vocalizações. Em parte, estas linhagens haviam sido recuperadas por Mata *et al.* (2009). Em ambos trabalhos fica bem definida a divergência entre as populações de *Scytalopus speluncae* norte e sul, tendo ocorrido há aproximadamente dois milhões de anos, no início do Pleistoceno.

A população da Escarpa Devoniana/Planalto, única representante da população do sul no presente estudo, apresentou ao menos duas diferenças em parâmetros quando comparada com as populações do norte. No canto, os parâmetros que mais se diferenciaram foram o comprimento de nota, consideravelmente menor do que das outras populações, a frequência superior, que foi similar somente com a população da Serra do Caparaó, e o passo, que apenas não se diferenciou da população da Serra da Bocaina. No alarme, apresentou número de notas e passo, este último sem sobreposição, maior que todas as populações do norte, e um comprimento de nota menor. E só não se diferenciou na duração do chamado de alarme com a população da Serra da Bocaina. Os valores para os comprimentos de nota e passo, tanto para o canto quanto para o chamado de alarme, foram similares aos encontrados por Maurício (2005). Somado a isso, Escarpa Devoniana/Planalto apresenta diferença no formato da nota do canto e chamado de alarme. O formato da nota de canto apresenta um ângulo mais agudo que o das outras populações, e foi a

única população que apresentou chamado de alarme com notas com apenas modulação de frequência descendente em todas as gravações analisadas. Essas diferenças nos parâmetros vocais e formato das notas, somados as diferenças genéticas e ao isolamento geográfico que a população tem das demais, demonstram que *Scytalopus speluncae* sul, ou pelo menos a população da Escarpa Devoniana/Planalto, é diferente de *Scytalopus speluncae* norte. Seguindo os critérios adotados recentemente por Krabbe *et al.* (2020) para o reconhecimento de espécie de *Scytalopus*, a população da Escarpa Devoniana/Planalto pode representar uma nova espécie, já que está isolado reprodutivamente da população do norte, possui uma diagnose vocal e é geneticamente distinta das demais. O único critério não preenchido, até o momento, é ser morfológicamente diagnosticável. Trabalhos posteriores são necessários para preencher esta lacuna.

Em 2006, Raposo *et al.* (2006) descreveram uma nova espécie de *Scytalopus*, nomeada *Scytalopus notorius*, com Nova Friburgo, Rio de Janeiro, sendo a localidade tipo. Posteriormente, Maurício *et al.* (2010b) propuseram a mudança da localidade tipo de *S. speluncae*, então atribuída como São João del Rei, Minas Gerais, para a Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro. Em função disso, Maurício *et al.* (2010b) propuseram a sinonimização de *S. notorius* em favor de *S. speluncae*. Dentro de *S. speluncae* norte, a população da Serra dos Órgãos foi a que apresentou as diferenças mais consistentes. Nos parâmetros vocais de canto, se mostrou diferente da população da Serra da Mantiqueira em três parâmetros (passo, comprimento de nota e frequência inferior), e da Bocaina em um (frequência inferior). Porém, possui formato de nota bem distinto em relação às demais populações, apresentando somente modulação de frequência descendente, no que lembra o formato da nota do canto de *S. pacheco*i (MAURÍCIO, 2005). Além disso, os indivíduos da população da Serra dos Órgãos, apresentaram indícios de diferença na composição do chamado de contato, já que este tipo de chamado apresentou somente duas notas contra quatro ou cinco das outras duas populações de *S. speluncae* norte. O chamado de alarme apresentou diferenças somente com a população da Serra da Bocaina (passo mais lento, e comprimento de nota e frequência inferior menores). Estas diferenças vocais indicam que a população de *S. speluncae* da Serra dos Órgãos representa uma espécie distinta das demais populações atribuídas à *S. speluncae*, sendo a que retém o nome *S. speluncae*, acatando-se Maurício *et al.* (2010b). Pulido-Santacruz *et al.* (2016),

mostram que a população da Serra dos Órgãos é monofilética e divergiu das demais populações mais ao sul há aproximadamente 2,5 milhões de anos e da população da Serra da Mantiqueira e Caparaó há aproximadamente 1,8 milhões de anos. Mantendo a localidade tipo de *Scytalopus speluncae* como a região da Serra dos Órgãos, como foi proposto por Maurício *et al.* (2010b), as demais populações representariam espécies não nomeadas, enquanto a população da Serra dos Órgãos ficaria com o nome *Scytalopus speluncae*.

Tanto o cladograma de Mata *et al.* (2009) quanto de Pulido-Santacruz *et al.* (2016) apontam que as populações da Serra da Mantiqueira e da Serra do Caparaó formam um clado monofilético representando uma linhagem dentro de *Scytalopus speluncae*. Porém, ambos trabalhos apontaram divergências entre estas duas populações apesar de terem sido agrupadas. Foram encontradas diferenças bastante significativas entre as vozes dessas duas populações, no passo e nas frequências. A população da Serra da Mantiqueira possui um canto mais rápido, 5,44 vs. 4,61 notas por segundo, e frequências superior e inferior menores, 2,879 vs. 3,504 kHz e 1,189 vs. 1,407 kHz. As mesmas diferenças ocorrem entre Serra da Bocaina e Serra do Caparaó. Inclusive, a população da Serra do Caparaó apresentou o canto mais lento entre todas as populações estudadas e a maior amplitude de frequência entre as populações do norte. No chamado de alarme houve apenas uma diferença entre as populações da Mantiqueira e Caparaó, com a última possuindo uma frequência superior maior. As diferenças entre as populações do Caparaó e Bocaina se deram no comprimento de nota, número de notas e passo. Os formatos de nota do canto e do chamado de alarme não apresentaram diferenças que poderiam levar a uma diagnose. Somente alguns indivíduos emitiram chamado com uma ondulação no final, um maior número amostral é necessário para verificar se esta ondulação pode vir a ser uma característica diagnóstica da população. Porém, o formato e a composição do chamado de contato apontam uma possível diferença. O chamado de contato da população da Serra do Caparaó apresentou um maior número de notas e a última nota em formato de arco, enquanto a população da Mantiqueira possui a última nota do chamado de contato sem modulação de frequência descendente. O baixo número de gravações analisadas e a ausência de gravações deste tipo de chamado das outras populações impede a diagnose das populações da Serra da Mantiqueira e Serra do Caparaó, mas mostra indícios de diferenças nesse chamado. Novamente, baseando-

se nos critérios utilizados por Krabbe *et al.* (2020), a população da Serra do Caparaó apresenta indícios de ser uma espécie distinta de *Scytalopus speluncae*. Possui diferenças significativas na voz (canto mais lento e frequências maiores), está totalmente isolada e possui divergências genéticas das demais populações, que ainda precisam passar por análises mais amplas.

Apenas o chamado de alarme apresentou diferenças entre as populações da Serra da Mantiqueira e Serra da Bocaina, na duração, número de notas e comprimento de nota. É difícil determinar a diagnose entre essas duas populações devido à forte sobreposição dos parâmetros e a semelhança do formato e composição dos seus cantos e chamados. Talvez, a única diferença entre os indivíduos da Serra da Bocaina e as demais populações seja pelo seu comprimento de nota do chamado de alarme, o menor entre as populações do norte. Este parâmetro junto do formato de nota do chamado de alarme apresentado por um dos indivíduos analisados, a aproxima da população da Escarpa Devoniana/Planalto, que possui o chamado de alarme com notas com o mesmo formato e o menor comprimento de nota também. Estas pequenas semelhanças podem sugerir que estas duas populações possam ter ou tiveram algum tipo de contato, já que são grupos-irmãos (PULIDO-SANTACRUZ, 2016). As semelhanças entre a população da Serra da Bocaina e as populações da Serra da Mantiqueira e Escarpa Devoniana/Planalto demonstram a complexidade deste grupo próximo da região da cidade de São Paulo, já que a primeira população apresenta características das outras duas populações. Uma hipótese pode ser levantada para explicar este fenômeno, a população da Serra da Bocaina teve ou tem contato com as outras duas populações e alguns indivíduos são resultado de hibridação. As diferenças são pequenas entre as populações da Serra da Mantiqueira e da Serra da Bocaina, porém as diferenças genéticas, que apontam que as linhagens divergiram há mais de 2,5 milhões de anos, fazem surgir dúvidas se estas representam a mesma espécie (PULIDO-SANTACRUZ, 2016). Trabalhos mais amplos, com um número maior de vozes da população da Bocaina principalmente, e que incluam características morfológicas, são necessários para um melhor entendimento das diferenças e semelhanças das duas populações.

A baixa mobilidade do gênero *Scytalopus* e as barreiras físicas encontradas no Sudeste do Brasil parecem ser alguns dos responsáveis pela diferenciação nas populações de *S. speluncae*. Aves tendem a apresentar substituição de espécies ao

longo de gradientes altitudinais ou de forma alopátrica em regiões elevadas isoladas, principalmente nos Andes (KRABBE *et al.*, 2020). No Equador, ao menos dez espécies e subespécies de *Scytalopus* ocorrem ao longo de um gradiente altitudinal de 350 à 3900 m, apresentando substituição de espécies ou subespécies de acordo com a região (KRABBE; SCHULENBERG, 1997). Na descrição de *S. gettyae* realizada por Hosner *et al.* (2013), os autores verificaram que ao menos nove espécies ocorrem ao longo de um gradiente altitudinal que vai de 1400 a 3200 m no departamento de Junín, Peru. A espécie descrita substitui *S. femoralis* na faixa entre 2400 a 2500 m de altitude e é substituída por *S. acutirostris* na faixa de 2900 a 3200 m de altitude. As espécies recém descritas por Krabbe *et al.* (2020) também apresentam esse padrão de substituição de espécies. Como exemplo, ao norte de sua área de ocorrência, *S. frankeae* é substituída por *S. altirostris*, e ao sul do seu limite de distribuição, é substituída por *S. whitneyi*, na mesma altitude. Este fenômeno parece ocorrer também com os *Scytalopus* do Brasil. Com *S. speluncae* habitando as regiões mais costeiras e passa a ser substituída em áreas mais afastadas. Por exemplo, *S. speluncae* é substituída por *S. petrophilus* e *S. novacapitalis* na região Sudeste e por *S. pachecoi* na região Sul (MAURÍCIO, 2005; SICK, 2001; WHITNEY *et al.*, 2010). Esse processo de substituição ocorre também com outro membro da família Rhinocryptidae, *Eleoscytalopus indigoticus* tem sua distribuição sobreposta a de *S. speluncae*, do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, mas ocorre em altitudes mais baixas (KRABBE; SCHULENBERG, 2003). Os resultados encontrados neste trabalho sugerem que esse fenômeno de substituição ocorre dentro das populações isoladas de *S. speluncae*, já que apresentam diferenças genéticas e/ou na voz, e podem representar até espécies distintas.

Esse padrão de substituição de espécies ou padrão de especiação por isolamento (alopatria), não é exclusivo das aves, podendo ocorrer com outros táxons montanos da Mata Atlântica, a exemplo dos anuros do gênero *Brachycephalus*. Eles ocorrem especialmente em montanhas de parte da Mata Atlântica, da Bahia à Santa Catarina (BORNSCHEIN *et al.*, 2016). No entanto, enquanto em *S. speluncae sensu lato* ocorre uma população passível de ser reconhecida como espécie distinta por grande conjunto montanhoso (e.g., Serra dos Órgãos, Serra da Mantiqueira), em *Brachycephalus* ocorre mais de uma espécie endêmica por conjunto montanhoso. Ademais, das 38 espécies de *Brachycephalus* (FROST, 2021), somente duas (*B.*

didactylus e *B. ephippium*) ocorrem em mais de uma grande região montanhosa (BORNSCHEIN *et al.*, 2016, 2019), ao contrário do padrão em *S. speluncae*, mas elas estão sob revisão taxonômica e devem ser desmembradas (M. R. Bornschein com. pess.). As barreiras físicas e baixa mobilidade dos gêneros *Scytalopus* e *Brachycephalus* são os principais responsáveis por esse padrão de distribuição.



5 Conclusões

A partir dos resultados encontrados, e corroborados por outros trabalhos, verificou-se que os indivíduos de *Scytalopus speluncae* da região da Escarpa Devoniana/Planalto são diferentes dos encontrados nas regiões que pertencem a *S. speluncae* norte (*sensu* MAURÍCIO, 2005), já que são diagnosticáveis através da voz e de caracteres genéticos. Este pode ser um indício de que as populações do norte e do sul de *S. speluncae* são espécies diferentes. Os indivíduos da Serra dos Órgãos podem ser considerados como pertencentes a uma espécie distinta das demais populações do norte, já que podem ser diagnosticados geneticamente e vocalmente através do canto. A população da Serra do Caparaó apresenta sinais de que possa representar uma espécie diferente de *S. speluncae*, devido ao canto mais lento e com maiores frequências, mas o número baixo de amostras nos trabalhos moleculares envolvendo esta população dão pouco suporte a esta indicação. É clara a necessidade de futuras pesquisas que envolvam características morfológicas, uma maior amostragem molecular de algumas populações e um número maior de gravações de chamados de alarme para que seja possível diagnosticar todas as populações, e assim, ter novas espécies descritas.

Referências

BORNSCHEIN, Marcos Ricardo; *et al.* Descrição, ecologia e conservação de um novo *Scytalopus* (Rhinocryptidae) do sul do Brasil, com comentários sobre a morfologia da família. **Ararajuba**, v. 6, n. 1, p. 3-36, 1998.

BORNSCHEIN, Marcos Ricardo *et al.* Diamantina Tapaculo, a new *Scytalopus* endemic to the Chapada Diamantina, northeastern Brazil (Passeriformes: Rhinocryptidae). **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 151-174, 2007.

BORNSCHEIN, Marcos R. *et al.* Geographical and altitudinal distribution of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) endemic to the Brazilian Atlantic Rainforest. **PeerJ**, v. 4, p. e2490, 2016.

BORNSCHEIN, Marcos R.; *et al.* Conservation status of *Brachycephalus* toadlets (Anura: Brachycephalidae) from the Brazilian Atlantic rainforest. **Diversity**, v. 11, n. 9, p. 150, 2019.

BRITO, Guilherme R. R. South American Classification Committee - Proposal (559): Synonymize *Scytalopus petrophilus* with *Scytalopus speluncae* and recognize *Scytalopus notorius*: 2012. Disponível em: <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCprop559.htm>. Acesso em: 18 de jul.

CADENA, Carlos Daniel *et al.* Systematics, biogeography and diversification of *Scytalopus* tapaculos (Rhinocryptidae), an enigmatic radiation of Neotropical montane birds. **bioRxiv**, p. 600775, 2019.

CLEMENTS, James Franklin *et al.* The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2018. Disponível em: <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

FROST, Darrel. Amphibian Species of the World: An Online Reference v6.1, 2021. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org>. Acesso em: 16 ago. 2021.

HAMMER, Ø *et al.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HOSNER, Peter A. *et al.* A new species of *Scytalopus* tapaculo (Aves: Passeriformes: Rhinocryptidae) from the Andes of central Peru. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 125, n. 2, p. 233-242, 2013.

KRABBE, Niels; SCHULENBERG, Thomas. Species limits and natural history of *Scytalopus* tapaculos (Rhinocryptidae), with descriptions of the Ecuadorian taxa, including three new species. **Ornithological Monographs**, p. 46-88, 1997.

KRABBE, Niels.; SCHULENBERG, Thomas. Tapaculos (Rhinocryptidae). In: del Hoyo, Josep *et al.* (eds.). **Handbook of the Birds of the World**. Barcelona: Lynx Edicions, 2003.

KRABBE, Niels K. *et al.* Untangling cryptic diversity in the High Andes: Revision of the *Scytalopus* [*magellanicus*] complex (Rhinocryptidae) in Peru reveals three new species. **The Auk**, v. 137, n. 2, p. ukaa003, 2020.

GONZAGA, Luiz P.; CASTIGLIONI, Gloria. **Aves das montanhas do sudeste do Brasil**. Arquivo Sonoro Prof. Elias Coelho, Departamento de Zoologia, Inst. de Biologia, 2001.

MATA, Helena *et al.* Molecular phylogeny and biogeography of the eastern Tapaculos (Aves: Rhinocryptidae: *Scytalopus*, *Eleoscytalopus*): cryptic diversification in Brazilian Atlantic Forest. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, n. 2, p. 450-462, 2009.

MAURÍCIO, Giovanni Nachtigall. Taxonomy of southern populations in the *Scytalopus speluncae* group, with description of a new species and remarks on the systematics and biogeography of the complex (Passeriformes: Rhinocryptidae). **Ararajuba**, v. 13, n. 1, p. 7-28, 2005.

MAURÍCIO, Giovanni Nachtigall. **Análise filogenética da família Rhinocryptidae (Aves: Passeriformes) com base em caracteres morfológicos**. 2010. Tese de (Doutorado em Zoologia). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010a.

MAURÍCIO, Giovanni Nachtigall *et al.* Taxonomy of "Mouse-colored Tapaculos". I. On the application of the name *Malacorrhynchus speluncae* Ménétriés, 1835 (Aves: Passeriformes: Rhinocryptidae). **Zootaxa**, v. 2518, n. 1, p. 32-48, 2010b.

MAURÍCIO, Giovanni Nachtigall *et al.* Taxonomy of “Mouse-colored Tapaculos”(II): an endangered new species from the montane Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil (Passeriformes: Rhinocryptidae: *Scytalopus*). **The Auk: Ornithological Advances**, v. 131, n. 4, p. 643-659, 2014.

PIACENTINI, Vítor *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91-298, 2015.

PULIDO-SANTACRUZ, Paola *et al.* Multiple evolutionary units and demographic stability during the last glacial maximum in the *Scytalopus speluncae* complex (Aves: Rhinocryptidae). **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 102, p. 86-96, 2016.

SICK, Helmut. **Ornitologia brasileira**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

RAPOSO, Marcos A. *et al.* The correct use of the name *Scytalopus speluncae* (Ménétriés, 1835), and the description of a new species of Brazilian tapaculo (Aves: Passeriformes: Rhinocryptidae). **Zootaxa**, v. 1271, n. 1, p. 37-56, 2006.

REMSEN, James Van *et al.* A classification of the bird species of South America - American Ornithological Society: Version 2021. Disponível em: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>. Acesso em: 14 de jul. 2021.

WHITNEY, Bret M. *et al.* *Scytalopus petrophilus* (Rock Tapaculo): a new species from Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 2, p. 73, 2010.

Apêndice A – Gravações de canto e chamado utilizadas

Lista de gravações de canto e chamado de *Scytalopus speluncae*, e suas respectivas localidades, autores e acervos as quais fazem parte. As informações estão divididas por populações e listadas em ordem alfabética, de acordo com o seu estado e, em seguida, o município. Coordenadas em formato decimal. A coluna “código” indica a identificação de cada gravação de acordo com o acervo a qual pertence. Abreviações: ES = Espírito Santo; MG = Minas Gerais; PR = Paraná; RJ = Rio de Janeiro; SP = São Paulo; N/C = não especificada; PN = Parque Nacional; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural; PE = Parque Estadual.

Estado	Município	Localidade	Coordenadas	Autor	Fonte	Código
Serra da Mantiqueira - Cantos						
MG	Camanducaia	N/C	22°45'15.5"S 46°08'35.4"W	E. de Oliveira Jr.	Macaulay Library	ML39236821
MG	Camanducaia	Distrito de Monte Verde	22°51'54.7"S 46°02'05.0"W	R. Gallacci	WikiAves	WA326099
MG	Camanducaia	N/C	22°45'15.5"S 46°08'35.4"W	L. Cardim	WikiAves	WA1983991
MG	Delfim Moreira	Estrada para o Pico dos Marins	22°30'29.5"S 45°16'49.1"W	M. Rezende	WikiAves	WA1947518
MG	Extrema	Serra do Lopo	22°52'28.5"S 46°18'38.4"W	D. Bucci	WikiAves	WA323294
MG	Extrema	N/C	22°51'14.0"S 46°19'19.5"W	R. Gallacci	WikiAves	WA393256
MG	Extrema	Serra do Lopo	22°52'28.5"S 46°18'38.4"W	R. Stubing	WikiAves	WA1160874
MG	Extrema	Serra do Lopo	22°52'28.5"S 46°18'38.4"W	W. Lucheti	WikiAves	WA1587528
MG	Itamonte	Estrada das Agulhas Negras	22°18'37.4"S 44°45'31.6"W	B. Rennó	WikiAves	WA118584
MG	Itamonte	Estrada das Agulhas Negras	22°18'37.4"S 44°45'31.6"W	B. Rennó	WikiAves	WA161675
MG	Itamonte	PN do Itatiaia	22°19'37.9"S 44°46'17.8"W	M. Rezende	WikiAves	WA1293301
MG	Itamonte	RPPN Alto Montana	22°21'10.3"S 44°47'46.0"W	J. M. C. Monteiro	WikiAves	WA1525062
MG	Itamonte	PN do Itatiaia	22°22'16.7"S 44°37'48.3"W	C. Grupilo	WikiAves	WA1673965
MG	Lima Duarte	PE do Ibitipoca	21°42'30.0"S 43°53'21.7"W	B. Pinheiro	WikiAves	WA1972127
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'16.7"S 44°37'48.3"W	T. Parker	Macaulay Library	ML17656
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'00.1"S 44°44'00.2"W	G. Wagner	Xeno-Canto	XC278958
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'16.7"S 44°37'48.3"W	T. Parker	Macaulay Library	ML22129
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'16.7"S 44°37'48.3"W	T. Parker	Macaulay Library	ML23777
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'16.7"S 44°37'48.3"W	M. Isler	Macaulay Library	ML47883
RJ	Itatiaia	N/C	22°29'29.6"S 44°34'13.3"W	P. R. Isler	Macaulay Library	ML48348
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'16.7"S 44°37'48.3"W	T. Parker	Macaulay Library	ML179846

Estado	Município	Localidade	Coordenadas	Autor	Fonte	Código
SP	Campos do Jordão	Pousada Pesca na Montanha	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	L. Souza	WikiAves	WA499239
SP	Campos do Jordão	Estrada dos Alpes	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	R. Marcondes	WikiAves	WA886107
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	M. Barreiros	WikiAves	WA1424785
SP	Campos do Jordão	PE de Campos do Jordão	22°41'13.0"S 45°29'05.0"W	W. Nogueira	WikiAves	WA1660376
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	J. Menezes	WikiAves	WA1856350
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	M. Rezende	WikiAves	WA2619710
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	A. Gomes	WikiAves	WA3197423
SP	Monteiro Lobato	N/C	22°57'14.7"S 45°50'19.6"W	M. Moura	WikiAves	WA2939097
SP	Santo Antônio do Pinhal	N/C	22°31'32.9"S 45°24'15.8"W	R. D. Rosa	Xeno-Canto	XC106911
SP	São José dos Campos	N/C	23°12'12.2"S 45°52'11.6"W	T. Moura	WikiAves	WA379978
SP	São José dos Campos	N/C	23°12'12.2"S 45°52'11.6"W	A. T. Faitarone	WikiAves	WA397183
SP	São José dos Campos	Serra da Mantiqueira	22°52'00.1"S 45°58'00.1"W	R. D. Rosa	Xeno-Canto	XC57691
Serra da Mantiqueira - Alarme						
MG	Delfim Moreira	N/C	22°30'29.5"S 45°16'49.1"W	C. H. Gonçalves	WikiAves	WA2956092
MG	Itamonte	Estrada das Agulhas Negras	22°18'37.4"S 44°45'31.6"W	B. Rennó	WikiAves	WA122311
MG	Itamonte	PN do Itatiaia	22°19'37.9"S 44°46'17.8"W	C. Grupilo	WikiAves	WA1673964
MG	Itamonte	PN do Itatiaia	22°19'37.9"S 44°46'17.8"W	H. Martins	WikiAves	WA2222881
MG	Lima Duarte	PE do Ibitipoca	21°42'30.0"S 43°53'21.7"W	J. Silva	WikiAves	WA613722
RJ	Itatiaia	N/C	22°29'29.6"S 44°34'13.3"W	A. Carosia	WikiAves	WA3232894
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'00.1"S 44°44'00.2"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC253079
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'00.1"S 44°44'00.2"W	J. Fischer	Xeno-Canto	XC295842
RJ	Resende	Sítio da Cachoeira	22°27'26.4"S 44°39'46.4"W	E. A. Ferreira	WikiAves	WA2765805
SP	Campos do Jordão	PE de Campos do Jordão	22°41'13.0"S 45°29'05.0"W	R. Marcondes	WikiAves	WA886055
SP	Campos do Jordão	PE de Campos do Jordão	22°41'13.0"S 45°29'05.0"W	E. A. Ferreira	WikiAves	WA1318583
SP	Campos do Jordão	PE de Campos do Jordão	22°41'13.0"S 45°29'05.0"W	M. Barreiros	WikiAves	WA1424903
SP	Campos do Jordão	PE de Campos do Jordão	22°41'13.0"S 45°29'05.0"W	W. Nogueira	WikiAves	WA1660375
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	A. Oberhuber	WikiAves	WA1822105

Estado	Município	Localidade	Coordenadas	Autor	Fonte	Código
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	J. Menezes	WikiAves	WA1856349
SP	Campos do Jordão	N/C	22°43'56.8"S 45°34'58.6"W	M. Rezende	WikiAves	WA2619708
SP	Guarulhos	N/C	23°24'49.5"S 46°28'56.6"W	M. Melo	WikiAves	WA331837
Serra da Mantiqueira - Contato						
RJ	Itatiaia	PN do Itatiaia	22°22'00.1"S 44°44'00.2"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC253081
Serra da Bocaina - Canto						
SP	Areais	Vale do Rio Vermelho	22°45'00.0"S 44°45'00.0"W	K. Zyskowski	Macaulay Library	ML143864
SP	Guaratinguetá	Estrada das Pedrinhas	22°43'04.4"S 45°24'51.1"W	R. G. Moreira	Macaulay Library	ML194573441
SP	Guaratinguetá	Estrada das Pedrinhas	22°43'04.4"S 45°24'51.1"W	R. G. Moreira	Macaulay Library	ML194573461
SP	Guaratinguetá	Gomeral	22°43'13.0"S 45°23'51.8"W	M. Cruz	WikiAves	WA552109
SP	Guaratinguetá	N/C	22°48'04.0"S 45°10'26.9"W	C. Melo	WikiAves	WA988335
SP	Guaratinguetá	N/C	22°48'04.0"S 45°10'26.9"W	C. Melo	WikiAves	WA2488235
SP	Pindamonhangaba	N/C	22°56'46.3"S 45°24'47.4"W	L. Cardim	WikiAves	WA3315580
SP	Salesópolis	Estação Biológica de Boracéia	23°38'00.2"S 45°52'00.1"W	P. A. Schwartz	Macaulay Library	ML62494
SP	Ubatuba	Núcleo Santa Virginia	23°20'09.4"S 45°08'45.7"W	H. Remold	Macaulay Library	ML103873
Serra da Bocaina - Alarme						
RJ	Angra dos Reis	Serra da Bocaina	22°58'26.8"S 44°28'29.6"W	C. E. Blanco	WikiAves	WA2402241
RJ	Paraty	Estrada Pedra da Macela	23°09'10.5"S 44°49'02.2"W	F. Menoret	WikiAves	WA1351852
SP	Areais	Vale do Rio Vermelho	22°45'00.0"S 44°45'00.0"W	K. Zyskowski	Macaulay Library	ML143853
SP	Areais	Vale do Rio Vermelho	22°45'00.0"S 44°45'00.0"W	K. Zyskowski	Macaulay Library	ML143879
SP	Cunha	PE da Serra do Mar	23°14'22.6"S 45°01'09.3"W	R. Negraes	WikiAves	WA1037646
SP	Salesópolis	Estação Biológica de Boracéia	23°38'00.2"S 45°52'00.1"W	P. A. Schwartz	Macaulay Library	ML62493
SP	Salesópolis	Estação Biológica de Boracéia	23°38'00.2"S 45°52'00.1"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC253054
SP	Ubatuba	N/C	23°23'44.6"S 45°09'52.8"W	D. Finch	Macaulay Library	ML63840
SP	Ubatuba	PN da Serra do Mar	23°19'29.3"S 45°07'58.4"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC80483
Serra do Caparaó - Canto						
ES	Conceição do Castelo	N/C	20°21'57.7"S 41°15'44.0"W	G. Castiglioni	CD	-
Estado	Município	Localidade	Coordenadas	Autor	Fonte	Código

ES	Dores do Rio Preto	PN do Caparaó	20°28'51.6"S 41°49'43.9"W	J. S. Lemos	WikiAves	WA1831820
ES	Dores do Rio Preto	PN do Caparaó	20°28'51.6"S 41°49'43.9"W	C. Brito	WikiAves	WA2295540
ES	Vargem Alta	Alto Castelinho	20°31'30.6"S 40°58'55.3"W	Jacomelli	WikiAves	WA1017041
ES	Vargem Alta	N/C	20°40'21.6"S 41°00'38.0"W	A. F. Santos	WikiAves	WA2042047
ES	Vargem Alta	Alto Castelinho	20°31'30.6"S 40°58'55.3"W	R. O. Silva	WikiAves	WA2342647
ES	Vargem Alta	Alto Castelinho	20°31'30.6"S 40°58'55.3"W	R. O. Silva	WikiAves	WA2503473
ES	Vargem Alta	N/C	20°40'21.6"S 41°00'38.0"W	G. R. Peres	WikiAves	WA2541534
ES	Vargem Alta	N/C	20°40'21.6"S 41°00'38.0"W	R. O. Silva	WikiAves	WA2562085
ES	Vargem Alta	Sítio Canto da Saíra	20°40'21.6"S 41°00'38.0"W	R. Betzel	WikiAves	WA3611424
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'34.4"S 41°48'19.6"W	T. Lyra	WikiAves	WA3425467
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'20.2"S 41°48'30.6"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC236167
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'20.2"S 41°48'30.6"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC317289
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'20.2"S 41°48'30.6"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC352241
Serra do Caparaó - Alarme						
ES	Ibitirama	Toca da Truta	20°28'03.7"S 41°43'47.6"W	F. Pacheco	WikiAves	WA3012082
ES	Muniz Freire	N/C	20°27'48.4"S 41°24'47.6"W	M. Favoreto	WikiAves	WA3008456
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°25'18.5"S 41°51'11.2"W	F. Giordano	WikiAves	WA2917585
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°28'51.6"S 41°49'43.9"W	C. Brito	WikiAves	WA3759190
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'20.2"S 41°48'30.6"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC236133
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'20.2"S 41°48'30.6"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC236156
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°27'20.2"S 41°48'30.6"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC236490
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°28'51.5"S 41°49'45.7"W	C. Brito	Xeno-Canto	XC556580
Serra do Caparaó - Contato						
MG	Alto Caparaó	PN do Caparaó	20°28'51.5"S 41°49'45.7"W	C. Brito	WikiAves	WA3767871
MG	Divino	Serra da Vargem Grande	20°34'20.5"S 42°07'06.0"W	G. N. Maurício	Acervo Pessoal	-
Serra dos Órgãos - Canto						
RJ	N/C	PN da Serra dos Órgãos	22°29'11.1"S 43°04'02.8"W	D. Finch	Macaulay Library	ML63907
Estado	Município	Localidade	Coordenadas	Autor	Fonte	Código
RJ	Macaé	N/C	22°22'56.1"S 41°47'27.4"W	P. Tinoco	WikiAves	WA1431467

RJ	Nova Friburgo	Pico da Caledônia	22°20'45.2"S 42°35'12.8"W	G. Quintanilha	WikiAves	WA3675625
RJ	Nova Friburgo	Macaé de Cima	22°23'38.4"S 42°30'03.6"W	N. Athanas	Xeno-Canto	XC6480
RJ	Nova Friburgo	Pico da Caledônia	22°20'45.2"S 42°35'12.8"W	E. DeFonso	Xeno-Canto	XC249247
RJ	Nova Friburgo	Pico da Caledônia	22°20'45.2"S 42°35'12.8"W	J. Fischer	Xeno-Canto	XC283369
RJ	Nova Friburgo	Pico da Caledônia	22°21'00.4"S 42°35'00.2"W	B. Wilcox	Xeno-Canto	XC391823
RJ	Nova Friburgo	Pico da Caledônia	22°20'45.2"S 42°35'12.8"W	O. V. da Fonseca	Xeno-Canto	XC473784
RJ	Petrópolis	APA Morro do Palmares	22°25'25.6"S 43°14'34.2"W	A. R. Pereira	WikiAves	WA578275
RJ	Petrópolis	Pedra do Retiro	22°28'30.0"S 43°11'23.2"W	R. Mayworm	WikiAves	WA823700
RJ	Petrópolis	Pedra do Retiro	22°28'30.0"S 43°11'23.2"W	E. Martins	WikiAves	WA2014924
RJ	Petrópolis	PN da Serra dos Órgãos	22°27'47.0"S 43°05'26.8"W	R. Mayworm	WikiAves	WA3175810
RJ	Teresópolis	PN da Serra dos Órgãos	22°26'21.5"S 43°00'12.2"W	R. Gagliardi	WikiAves	WA65618
RJ	Teresópolis	N/C	22°25'37.8"S 42°58'52.7"W	F. Pacheco	WikiAves	WA2971849

Serra dos Órgãos - Alarme

RJ	N/C	PN da Serra dos Órgãos	22°29'11.1"S 43°04'02.8"W	D. Finch	Macaulay Library	ML63917
RJ	N/C	PN da Serra dos Órgãos	22°29'11.1"S 43°04'02.8"W	L. P. Gonzaga	CD	-
RJ	Petrópolis	APA Morro do Palmares	22°25'25.6"S 43°14'34.2"W	A. R. Pereira	WikiAves	WA304794
RJ	Petrópolis	Rocio	22°28'36.4"S 43°14'44.2"W	A. Gaertner	WikiAves	WA1362710
RJ	Petrópolis	Rocio	22°28'36.4"S 43°14'44.2"W	F. Valentim	WikiAves	WA1366773
RJ	Petrópolis	Taquaril	22°18'08.3"S 43°04'37.2"W	R. Gagliardi	Xeno-Canto	XC8458
RJ	Santa Maria Madalena	PE do Desengano	21°54'19.1"S 41°57'03.5"W	J. A. Marins	WikiAves	WA1318462
RJ	Teresópolis	PN da Serra dos Órgãos	22°28'00.1"S 43°00'36.0"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC253062

Serra dos Órgãos - Contato

RJ	Teresópolis	PN da Serra dos Órgãos	22°26'52.8"S 43°00'36.0"W	R. Gagliardi	Xeno-Canto	XC15827
RJ	Teresópolis	PN da Serra dos Órgãos	22°28'00.1"S 43°00'36.0"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC80481
RJ	N/C	PN da Serra dos Órgãos	22°29'11.1"S 43°04'02.8"W	L. P. Gonzaga	CD	-

Estado	Município	Localidade	Coordenadas	Autor	Fonte	Código
Escarpa Devoniana/Planalto - Canto						
SP	Apiáí	Alto do Ribeira	24°30'40.2"S 48°50'41.0"W	C. Brito	WikiAves	WA2509976

SP	Apiáí	Pousada Serra das Arapongas	24°25'03.6"S 48°34'24.9"W	L. Cardim	WikiAves	WA3299389
SP	Iporanga	PE Intervalos	24°16'33.2"S 48°25'05.2"W	D. Lane	Xeno-Canto	XC75542
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°14'20.4"S 48°20'12.1"W	R. Paiva	WikiAves	WA1255940
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°14'20.4"S 48°20'12.1"W	M. Holderbaum	WikiAves	WA2292902
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°14'20.4"S 48°20'12.1"W	L. Bernardes	WikiAves	WA2353033
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°14'20.4"S 48°20'12.1"W	L. Cardim	WikiAves	WA2533556
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°14'20.4"S 48°20'12.1"W	M. Poletti	WikiAves	WA2666144
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°14'20.4"S 48°20'12.1"W	R. Paiva	WikiAves	WA2943133
SP	Sete Barras	PE Carlos Botelho	24°11'37.3"S 47°55'06.6"W	R. Silva e Silva	Xeno-Canto	XC33310
SP	Tapiraí	Trilha dos Tucanos	24°00'14.4"S 47°33'46.2"W	C. Masiero	WikiAves	WA1426633
SP	Tapiraí	N/C	23°57'50.8"S 47°30'29.0"W	L. Sanchez	WikiAves	WA1456711
SP	Tapiraí	Trilha dos Tucanos	24°00'14.4"S 47°33'46.2"W	F. Zurdo	WikiAves	WA2424140

Escarpa Devoniana/Planalto - Alarme

PR	Adrianópolis	Fazenda Primavera	24°50'59.8"S 48°44'07.8"W	M. Villegas	WikiAves	WA720453
SP	Apiáí	Alto do Ribeira	24°30'40.2"S 48°50'41.0"W	C. Brito	WikiAves	WA2509938
SP	Apiáí	Alto do Ribeira	24°30'40.2"S 48°50'41.0"W	C. Brito	WikiAves	WA2510028
SP	Botucatu	N/C	22°53'03.1"S 48°26'39.1"W	V. Antonelli	Xeno-Canto	XC463367
SP	Iporanga	N/C	24°34'56.5"S 48°35'39.9"W	H. Langenegger	WikiAves	WA3474276
SP	Miracatu	N/C	24°16'49.0"S 47°26'54.5"W	E. Kaseker	WikiAves	WA693091
SP	Ribeirão Grande	N/C	24°06'16.5"S 48°21'59.8"W	A. Gomes	WikiAves	WA2812158
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°17'00.2"S 48°26'00.2"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC80484
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°17'00.2"S 48°26'00.2"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC331914
SP	Ribeirão Grande	PE Intervalos	24°17'00.2"S 48°26'00.2"W	J. Minns	Xeno-Canto	XC340072