

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA APLICADA
AO MANEJO E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS.**

THIAGO ORION SIMÕES AMORIM

**ESTUDO BIOACÚSTICO DO FORMIGUEIRO-ASSOBIADOR (*Myrmeciza
loricata* (LICHTENSTEIN, 1823); AVES: THAMNOPHILIDAE) NA RESERVA
BIOLÓGICA MUNICIPAL POÇO D'ANTA, JUIZ DE FORA – MG.**

**JUIZ DE FORA
2012**

THIAGO ORION SIMÕES AMORIM

ESTUDO BIOACÚSTICO DO FORMIGUEIRO-ASSOBIADOR (*Myrmeciza loricata* (LICHTENSTEIN, 1823); AVES: THAMNOPHILIDAE) NA RESERVA BIOLÓGICA MUNICIPAL POÇO D'ANTA, JUIZ DE FORA – MG.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Orientador: Artur Andriolo

Co-orientador: Marco Antônio Manhães

**JUIZ DE FORA
MARÇO DE 2012**

Amorim, Thiago Orion Simões.

Estudo bioacústico do formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823); Aves: Thamnophilidae) na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora –MG / Thiago Orion Simões Amorim. – 2012.

78 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia)—Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

1. Mata atlântica. 2. Aves I. Título.

CDU 591.9:918.1

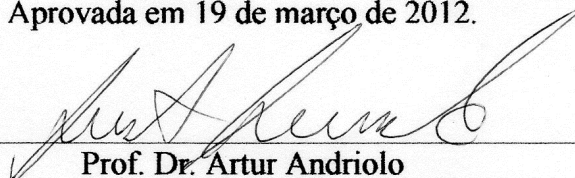
ESTUDO BIOACÚSTICO DO FORMIGUEIRO-ASSOBLADOR (*MYRMECIZA LORICATA* (LICHTENSTEIN, 1823); AVES: *THAMNOPHILIDAE*) NA RESERVA BIOLÓGICA MUNICIPAL POÇO D'ANTA, JUIZ DE FORA – MG.

Thiago Orion Simões Amorim

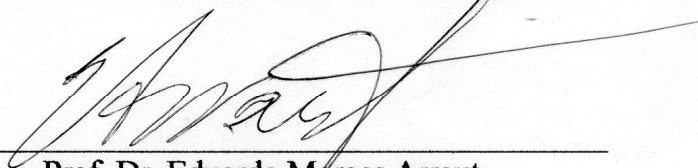
Orientador: Prof. Dr. Artur Andriolo

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

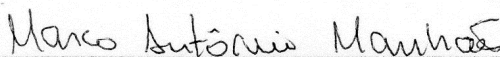
Aprovada em 19 de março de 2012.



Prof. Dr. Artur Andriolo
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof. Dr. Eduardo Moraes Arraut
CCST/INPE



Prof. Dr. Marco Antônio Manhães
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

Para minha mãe Simone e meu irmão Matheus.

AGRADECIMENTOS

À Cíntia Feliciano por apostar em mim e pela força nessa caminhada, e certamente nas próximas. Obrigado por “clarear” quando tudo estava “escuro”. Obrigado pelo carinho!

Ao meu orientador Dr. Artur Andriolo, meus sinceros agradecimentos pela oportunidade, pelos ensinamentos durante todo o tempo de convívio e pela fundamental participação na minha formação e em mais uma etapa da minha vida.

Ao meu co-orientador Dr. Marco Antônio Manhães pelas longas conversas e sugestões durante todo estudo, pela ajuda em todos os momentos que precisei, e disponibilidade em me mostrar a área de estudo.

Agradeço à minha mãe, guerreira incansável, e ao meu irmão, meu companheiro, por todos os momentos de paz, sorrisos, acolhimento, incentivo, paciência e amor incondicional. Obrigado pela força!!! Todas as palavras parecem simples quando tento falar do amor que sinto por vocês.

Ao meu pai, que mesmo distante sempre esteve presente, e sem o qual este trabalho teria sido mais difícil.

À minha tia, meus carinhosos agradecimentos, pela atenção, preocupação e pela alegria de cada momento que passamos juntos.

À Vivi Lua pela amizade, por sempre me ouvir, pela alegria que me passa em todas as conversas e por sempre me ajudar quando preciso. Quanta afinidade!

Agradeço às minhas amigas Helô e Márcia pelos bons momentos que passamos juntos. Em especial agradeço à Prana-vallabha Devi Dasi (Celeste) minha amiga e professora, pelos ensinamentos em busca de desenvolver a consciência.

Ao Dr. Eduardo pela atenção, disponibilidade e por colaborar para o aperfeiçoamento do meu trabalho.

À AGENDA-JF pela permissão para a realização do estudo na Reserva Biológica Poço D’Anta.

Aos funcionários da Reserva, “Sebastiãozinho” e Sabará, exemplos de simplicidade, obrigado pela confiança, disponibilidade e por compartilhar seus conhecimentos.

Agradeço ao José Carlos por sempre estar disposto a ajudar.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de mestrado.

"Fomos ensinados a sentar e desfrutar do silêncio. Fomos ensinados a usar os nossos órgãos de cheiro para olhar, quando aparentemente não havia nada para ver, e ouvir atentamente quando tudo estava aparentemente tranquilo."

(Luther Standing Bear)

SUMÁRIO

Índice de figuras.....	vii
Índice de tabelas	viii
Introdução geral.....	1
Objetivos	3
Referências bibliográficas	4
Capítulo 1: Repertório vocal de <i>Myrmeciza loricata</i> (Lichtenstein, 1823).....	6
Resumo	6
Abstract	7
1. Introdução	8
2. Material e métodos	11
2.1 Área de estudo	13
2.2 Metodologia.....	13
2.3 Análise acústica	15
2.4 Análise estatística	16
3. Resultados	17
3.1 Canto	17
3.2 Chamado I – alarme	19
3.3 Chamado II	20
3.4 Chamado III	22
4. Discussão	32
5. Conclusões	37
6. Referências bibliográficas	38
Capítulo 2: O formigueiro-assobiador e a habituação acústica: plasticidade sonora em diferentes estações do ano.....	43
Resumo	43
Abstract	44
1. Introdução	45
2. Material e métodos	49
2.1 Área de estudo	49
2.2 Metodologia.....	49
2.3 Análise acústica	51
2.4 Análise estatística	52
3. Resultados	53
4. Discussão	61
5. Conclusão	66
6. Referências bibliográficas	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1:

Figura 1: Mapa e localização da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora – MG.	14
Figura 2: Sonogramas do canto do macho de <i>Myrmeciza loricata</i>	18
Figura 3: Sonogramas do dueto emitido pelo par de <i>Myrmeciza loricata</i>	18
Figura 4: Sonogramas do chamado I - alarme (“rattle”) de <i>Myrmeciza loricata</i>	20
Figura 5: Sonogramas do chamado II de <i>Myrmeciza loricata</i>	21
Figura 6: Sonogramas da nota C do chamado III de <i>Myrmeciza loricata</i>	23
Figura 7: Sonograma das nota D e E do chamado III de <i>Myrmeciza loricata</i>	25
Figura 8: Sonograma da nota F do chamado III de <i>Myrmeciza loricata</i>	25
Figura 9: Sonograma da nota G do chamado III de <i>Myrmeciza loricata</i>	25
Figura 10: Sonograma da nota H do chamado III <i>Myrmeciza loricata</i>	26
Figura 11: Sonograma da nota I do chamado III de <i>Myrmeciza loricata</i> , emitida após o chamado II.....	26
Figura 12: Sonograma da nota J do chamado III de <i>Myrmeciza loricata</i> , emitida entre notas do chamado II.....	26

Capítulo 2:

Figura 1: Mapa e localização da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora – MG.....	50
Figura 2: <i>Box plots</i> dos parâmetros acústicos do canto que apresentaram diferenças significativas no teste de Mann-Whitney entre as estações seca e chuvosa.....	53
Figura 3: <i>Box plots</i> dos parâmetros acústicos do chamado I - alarme que apresentaram diferenças significativas no teste de Mann-Whitney entre as estações seca e chuvosa.....	56
Figura 4: <i>Box plots</i> do intervalo entre frases/notas do chamado II que apresentou diferença significativa no teste de Mann-Whitney entre as estações seca e chuvosa.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 1:

Tabela 1: Contexto comportamental observado durante as emissões das vocalizações do formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata*).....27

Tabela 2: Dados descritivos dos parâmetros acústicos das quatro vocalizações (canto de macho e fêmea, chamado I - alarme, chamado II e chamado III) de *Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823) mensurados no decorrer de um ano na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG.....28

Tabela 3: Dados descritivos dos parâmetros acústicos para cada tipo de nota do chamado III de *Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823) mensurados no decorrer de um ano na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG.....30

Capítulo 2:

Tabela 1: Resultados da análise de correlação de Spearman entre a distância e a intensidade do canto do macho, chamado I - alarme e chamado II de *Myrmeciza loricata* e os respectivos valores mínimo e máximo da distância de avistamento.....53

Tabela 2: Dados descritivos e valores encontrados no teste de Mann-Whitney para comparação dos parâmetros acústicos das vocalizações de *Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823) entre as estações seca e chuvosa, na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG.....59

INTRODUÇÃO GERAL

Muitos animais, tanto em meio terrestre quanto em meio aquático, produzem sons que servem para a comunicação intra e interespecífica (KROODSMA & MILLER, 1996). A comunicação é essencialmente a relação estabelecida pela transmissão de sinais e evocação de resposta, estando implícitos o emissor, o receptor e o sinal (THORPE, 1958). O sinal emitido possui uma mensagem codificada que é transmitida ao longo deste processo, podendo gerar uma resposta do receptor. Para isso utilizam um sinal de comunicação, que pode ser químico, visual ou sonoro (BRADBURY & VEHRENCAMP, 1998; VIELLIARD, 2004).

A comunicação é a forma com que os animais lidam com suas relações sociais, não apenas com os membros da sua própria espécie, mas também com os de outras espécies com os quais podem competir por recursos, ou ainda com predadores e presas. Portanto compreender como e porque os animais se comunicam é importante para que se possa entender o comportamento e as relações sociais (SNOWDON, 2007).

Embora as aves sejam conhecidas pelo alto desenvolvimento de seu sistema visual, a maioria delas utiliza também o sinal sonoro para comunicação (CATCHPOLE & SLATER, 1995). Por serem conspícuas, de taxonomia relativamente bem estabelecida, pois grande parte das espécies pode ser identificada visualmente com auxílio de binóculos ou pela emissão de seu canto específico, e por serem em suas maiorias diurnas, as aves são ótimos objetos de estudo em bioacústica (SILVA & VIELLIARD, 2009).

A bioacústica consiste no estudo das características e funções dos sons levando em conta também os mecanismos e forças que atuam na sua produção, propagação e recepção (BAPTISTA & GÓMEZ, 2002; HAUSER, 1996) e constitui um vasto campo do conhecimento, sendo uma ferramenta utilizada em diversas áreas como na realização de levantamentos rápidos de diversidade e em estudos demográficos (VIELLIARD, 2000), em estudos filogenéticos (VIELLIARD, 1995; DESUTTER-GRANCOLAS & ROBILLARD, 2004) e em interações ecológicas (ZUK & KOLLURU, 1998).

O som como sinal no processo de comunicação, além de ter grande potencial informativo, oferece vantagens como dispersão rápida por longas distâncias e duração breve que garante a atualização constante da mensagem (LAMBRECHTS & DHONDT,

1995). Por isso, os estímulos sonoros são mais eficientes em locais como as florestas fechadas, onde a luminosidade é baixa e geralmente os galhos das árvores impossibilitam a visualização, principalmente em se tratando de animais muito pequenos (CATCHPOLE & SLATER, 1995).

Os sinais são compostos por mensagens que se relacionam a classes de atividades diversas. Pode-se reconhecer cada mensagem a partir do comportamento que aparece consistentemente correlacionado com os sinais que o codificam. Um único sinal pode acontecer em vários contextos, associado em momentos diferentes não só com atividades diferentes, mas também com uma variedade de outros sinais. A interpretação do significado biológico pode ser iniciada pela procura da função mais geral que cada sinal tem no ciclo biológico da espécie (FANDIÑO-MARIÑO, 1989).

As propriedades básicas de um som são: sua frequência, sua intensidade e sua duração. A frequência é expressa em ciclos por segundo, ou Hertz (Hz) e está inversamente relacionada com o seu comprimento de onda: um som de alta frequência possui um comprimento de onda pequeno, com um elevado número de ciclos por segundo, enquanto que, um som de baixa frequência possui um comprimento de onda grande, com um pequeno número de ciclos por segundo. A intensidade relaciona-se à amplitude da onda sonora. Um som tem pequena intensidade ou baixo volume quando a amplitude da onda é pequena, e o som tem grande intensidade ou alto volume quando a amplitude da onda é grande. A duração de um som é uma característica temporal da onda sonora, ou seja, o tempo de duração do som (MARQUES, 2008).

OBJETIVOS

Os objetivos foram tratados em dois capítulos:

Capítulo 1:

Descrever o repertório vocal do formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata*) e caracterizar os parâmetros acústicos em registros espontâneos.

Capítulo 2:

Verificar a plasticidade acústica dos parâmetros sonoros das vocalizações do formigueiro-assobiador em diferentes estações do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, L. F. & GÓMEZ, J. E. M. 2002. La investigación bioacústica de las aves del Archipiélago de Revillagigedo: un reporte de avance. **Huitzil**, 3(2): 33- 41.
- BIRREGARD JR., R. O. & LOVEJOY, T. E. 1989. Effects of forest fragmentation on amazonian understory bird communities. **Acta Amazônica**, 19: 215-241.
- BRADBURY, J. W. & VEHRENCAMP, S. L. 1998. **Principles of animal communication**. Sinauer Associates Inc. Sunderland, 917pp.
- CATCHPOLE, C. K. & SLATER, P. J. B. 1995. **Bird song: biological themes and variations**. Cambridge University Press, 256pp.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. 2011. **Listas das aves do Brasil**. 10ª Edição. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 12/12/2011.
- DESUTTER-GRANDCOLAS, L. & ROBILLARD, T. 2004. Acoustic evolution in crickets: need for phylogenetic study and reappraisal of signal effectiveness. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 76(2): 301-315.
- FANDIÑO-MARIÑO, H. A. 1989. **Comunicação sonora do Anu-branco *Guira guira***. Campinas: Editora Unicamp, 302pp.
- HAUSER, M. D. 1996. **The evolution of communication**. Massachusetts Institute technology, 760 pp.
- KROODSMA, D. & MILLER, E. H. 1996. **Ecology and evolution of acoustic communication in birds**. Comstock, 587pp.
- LAMBRECHTS, M. M. & DHONDT, A. A. 1995. Individual voice discrimination in birds. In: POWER, D. M. (ed.). **Current Ornithology**. Plenum Press, New York, 12: 115-139.
- MARINI, M. A.; MALACCO, G. B.; LAMAS, I. R.; GUIMARÃES, L. S. L.; BRANDT, L. F. S.; VASCONCELOS, M. F.; ANDRADE, M. V.; ANDRADE, M. A. & DINIZ, M. G. 2005. Aves. In: DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A. & ANTONINI, Y. (eds.) **Biodiversidade em Minas Gerais: Um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 55-63pp.
- MARQUES, A. B. 2008. **Abordagens sobre a bioacústica na ornitologia Parte I - Conceitos básicos**. Atualidades Ornitológicas. Disponível em <<http://www.ao.com.br>>. Acesso em: 09/09/2010.

- ROBERSON, D. 2011. **Bird families of the world – antbirds Thamnophilidae**. Disponível em < <http://creagrus.home.montereybay.com/antbirds.html>>. Acesso em: 20/10/2011.
- SICK, H. 2001. **Ornitologia brasileira**. Editora: Nova fronteira, 914 pp.
- SIGRIST, T. 2006. **Aves do Brasil – uma visão artística**. Editora: Avis Brasilis, 672pp.
- SILVA, M. L. & VIELLIARD, J. M. E. 2009. A aprendizagem vocal em aves: evidências comportamentais e neurobiológicas. In: HENRIQUES, A. L.; ALVES, G. J.; BRITO, A. R. C. S. & MARTIN, W. L. B. (eds.). **Estudos do Comportamento II**. Editora da UFPA, Belém, 177-197pp.
- SKUTCH, A. F. 1996. **Antbirds and ovenbirds: their lives and homes**. Univ. of Texas Press, Austin, Texas, 268pp.
- SNOWDON, C. T. 2007. Comunicação. In: YAMAMOTO, M. E. & VOLPATO, G. L. (orgs.). **Comportamento animal**. Editora: UFRN, Natal, 298pp.
- STOUFFER, P.C. & BIRREGARD JR., R. O. 1995. Use of amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. **Ecology**, **76**: 2429-2445.
- THORPE, W. H. 1958. The learning of song patterns by birds with special reference to the song of Chaffinch, *Fringilla coelebs*. **Ibis**, **100**: 535-570.
- VIELLIARD, J. M. E. 1995. Phylogeny of bioacoustic parameters in birds. **Bioacoustics**, **6**: 171-174.
- VIELLIARD, J. M. E. 2000. Bird community as an indicator of biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **72**(3): 323-330.
- VIELLIARD, J. M. E. 2004. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. **Anais do I Seminário Música Ciência e Tecnologia: Acústica Musical**, **1**: 145-152.
- ZIMMER, K. J. & ISLER, M. L. 2003. Family Thamnophilidae (Typical antbirds). In: HOYO, J. D.; ELLIOT, A. & CHRISTIE D.A. (eds.). **Handbook of the birds of the world**. Lynx Edicions. Barcelona, 8: 448-681.
- ZUK, M. & KOLLURU, G. R. 1998. Exploitation of sexual signals by predators and parasitoids. **Quaternary Review of Biology**, **73**(4): 415-438.

CAPÍTULO 1

REPERTÓRIO VOCAL DE *Myrmeciza loricata* (LICHTENSTEIN, 1823).

RESUMO

O repertório vocal das aves é composto pelo canto e por chamados, e esses dois tipos de vocalizações se diferenciam em nível estrutural e funcional. O repertório vocal é uma ferramenta que pode ser utilizada para embasar estudos em sistemática, conservação, ecologia, além de ser uma informação bastante valiosa no comportamento de uma espécie. O formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata*) é uma ave endêmica da Mata Atlântica brasileira pertencente à família Thamnophilidae, uma das mais importantes em número e espécies em toda a região Neotropical. O objetivo deste estudo foi descrever o repertório vocal do formigueiro-assobiador. O trabalho de campo foi realizado durante um ano na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora – MG. As vocalizações foram gravadas por gravador digital portátil Zoom H4N e microfone condensador unidirecional, e cada evento vocal foi registrado em planilha de campo com a descrição do comportamento exibido. O programa RAVEN Pro. 1.3 forneceu os sonogramas das vocalizações para as mensurações dos parâmetros acústicos. O repertório vocal do formigueiro-assobiador é composto pelo canto e três tipos de chamados. A emissão do canto do macho desencadeou respostas de outros indivíduos presentes no entorno, o que pode sugerir que esta vocalização está relacionada com a defesa territorial. O chamado I - alarme foi emitido quando o observador caminhava pela trilha e se aproximava de um local onde havia indivíduos. Observou-se que o chamado II foi emitido por machos e fêmeas quando estavam próximos ou distantes um dos outros, e durante o vôo. O casal pode usar esse chamado para reconhecimento mútuo e para manterem contato. O chamado III foi observado durante o forrageamento e quando o macho se aproximava da fêmea. Foi observado que machos e fêmeas cantam em dueto e apresentam cantos distintos. Machos sempre iniciaram os duetos e fêmeas não foram observadas cantando sozinhas, elas cantavam em resposta ao canto emitido pelo macho. O dueto pode estar relacionado com a manutenção do casal e como uma forma de sincronizarem sua fisiologia reprodutiva, além de advertir a possíveis intrusos a condição de acasalado do indivíduo.

ABSTRACT

The vocal repertoire of a bird is composed by song and calls, which has structural and functional differences. The vocal repertoire is a tool that can be used to support studies in systematics, conservation, ecology, and moreover is absolutely relevant on behavioral studies. The White-bibbed Antbird (*Myrmeciza loricata*) is an endemic bird of the Atlantic Forest and belongs to the family Thamnophilidae, which is one of the most important families in the Neotropics. The aim of this study was to describe the White-bibbed Antbird vocal repertoire. Fieldwork was conducted through one year in the Biological Reserve of Poço D'Anta, Juiz de Fora – MG, Brazil. The vocalizations were recorded with Zoom H4n digital portable recorder and unidirectional condenser microphone and each vocal event was registered in spreadsheet. The software Raven Pro 1.3 was used to produce the sonograms of vocalizations which allowed measuring the acoustic parameters. We found that the White-bibbed Antbird repertoire is composed by three calls and the song. The male song emission promoted responses from others animals in the neighborhood, which may suggest that this vocalization is related to territorial defense. The call I - alarm was emitted when the observer walked in the trail and when he was approaching a place where there were individuals. The call II was emitted by the males and females when they were near or far away from each other, and during the flight. The couple can use this call for mutual recognition and to keep in touch. The call III was emitted when the animals were foraging and when the individuals of the couple were very near from each other. Males and females sing in duet and the male and female songs were individually distinct. We found that males initiate all duets, that females does not sing in isolation from males, and that duets therefore occur as a result of females replying to male songs. The duet is possibly related with keeping the pair bond, synchronize breeding and to warn potential intruders the mated condition of the pair.

1. INTRODUÇÃO

Os sons produzidos pelas aves possuem estruturas acústicas bem distintas e grande diversidade nos tipos e formas como eles se arranjam no repertório (BRENOWITZ *et al.*, 1997). O sucesso reprodutivo é a questão mais comumente abordada em estudos de repertório (SEARCY, 1992; HORN *et al.*, 1993), porém em muitos casos, a função do repertório está relacionada não com o número de tipos de vocalizações, mas com as diferenças entre elas, podendo essas diferenças, serem usadas para vários propósitos durante a comunicação (BYERS, 1995).

O estudo do repertório vocal apresenta limitações. Em primeiro lugar deve-se tomar cuidado para não alterar o comportamento exibido pela espécie. Nesse aspecto o som tem a vantagem de poder ser registrado à distância e eventualmente fora da presença do observador. Outra dificuldade é conseguir identificar o contexto comportamental da espécie, o que é fundamental para reconhecer com segurança a função biológica dos sinais. O repertório vocal específico, por mais intensamente observado, nunca poderá ser considerado completo com absoluta certeza, já que sons até então desconhecidos podem aparecer em situações comportamentais raras e novas (VIELLIARD & SILVA, 2007). É importante evitar elaboração de conclusões prematuras sobre a função ou uso de um sinal; é mais prudente descrever cuidadosamente os contextos em que ele ocorre, quais indivíduos tipicamente emitem esse tipo de vocalização e que resposta é dada de forma característica pelos demais animais após escutarem a vocalização. Nesse sentido, a observação do contexto no qual o sinal ocorre pode ser usado para se “compreender” o que o emissor está expressando (SNOWDON, 2007).

O repertório vocal das aves é composto por chamados e pelo canto. No que diz respeito ao nível estrutural os cantos são geralmente maiores e mais complexos acusticamente, envolvendo variedade de notas; os chamados são frequentemente menores, com simples padrões de frequência (MARLER, 2004). Funcionalmente os cantos estão relacionados com a defesa de território contra possíveis intrusos e manutenção ou atração do par para o acasalamento (CATCHPOLE & SLATER, 1995; BRENOWITZ, *et al.*, 1997). O canto também pode indicar reconhecimento específico e individual (BECKER, 1982; SLABBEKOORN & SMITH, 2002; VIELLIARD, 1987) e

passar a informação do estado fisiológico e a capacidade de defesa territorial do indivíduo que o emitiu (LAMBRECHTS & DHONDT 1986; BAKER & BOYLAN, 1999). A informação que cada função carrega pode ser transmitida através de mudanças na duração, amplitude, frequência e complexidade do canto (RITCHISON, 1988).

Os parâmetros acústicos do canto são utilizados por machos e fêmeas, de diversas maneiras, como um critério de avaliação da habilidade dos indivíduos. Segundo COLLINS (2004) é possível que características individuais sejam refletidas no canto, de forma que machos com cantos mais habilidosos podem ter maior sucesso reprodutivo, repelindo rivais e atraindo fêmeas. Os parâmetros do canto estão relacionados diretamente com o emissor, por isso a mensagem contida na vocalização pode sugerir a outro macho, características como tamanho e idade do emissor e qualidade do seu território. Possíveis intrusos tendem a evitar invadir territórios de machos que cantam, por exemplo, mais vezes, com mais intensidade, maior número de notas ou frases mais longas, já que essas características podem indicar a habilidade de competição e potencial agressivo do emissor na defesa do território. O significado da complexidade e do tamanho do repertório varia de acordo com as circunstâncias e para cada espécie, por isso fazer predições sobre qual parâmetro indica a habilidade ou nível de agressão pode ser equivocado, o fato é que pode haver combinações nos sinais usados para transmitir uma mensagem (COLLINS, 2004).

Fêmeas também usam o desempenho vocal na tomada de decisão de escolha do parceiro, preferindo machos com maiores habilidades de canto. Por exemplo, fêmeas têm boa razão para preferirem machos que possuem taxas de canto maiores já que isso é um indicativo da boa qualidade do território, condição e habilidade física do emissor. Altas taxas de canto também indicam melhor reserva de energia do macho e por isso, a fêmea que o escolher obterá um melhor território (COLLINS, 2004).

Em quase todos os casos é possível relacionar os chamados com alguma tendência comportamental geral (MARLER, 1956), em vista disso, as funções do chamado incluem não somente as reprodutivas, mas também alarme contra predador, anúncio ou requerimento por alimento e manutenção da composição e integração dos indivíduos inseridos no contexto comportamental, como coesão do grupo, contato e separação e identidade para aqueles chamados que carregam informação individual. Portanto, os chamados são ricos em informação e significado (MARLER, 2004), e de

acordo com FARABAUGH & DOOLING (1996), estão mais intimamente relacionados com questões de sobrevivência do que o canto.

O repertório de chamados dos pássaros pode variar de simples e pequeno até grande e complexo. Poucos estudos têm conseguido documentar todo o repertório de chamados de uma espécie, por isso é preciso ter conhecimento de todos os contextos comportamentais da espécie estudada, em todas as estações e circunstâncias para dar uma estimativa real do tamanho do repertório (MARLER, 2004).

Geralmente as canções são emitidas somente pelos machos uma vez que é de sua responsabilidade defender o território e competir com rivais pelo acesso às fêmeas. Entretanto, em algumas espécies, fêmeas emitem cantos (LANGMORE, 2000), podendo constituir um dueto juntamente com os machos. Duetos ocorrem quando membros de um par cantam em associação um com outro, tanto em sincronia ou alternadamente (LANGMORE, 1998).

Fêmeas que cantam foram documentadas em pelo menos 40 espécies, mais comumente nas tropicais, e tem sido pouco estudadas, o que sugere que número de espécies que apresentam fêmeas cantoras seja maior. O canto das fêmeas pode ter algumas possíveis funções: atrair seu parceiro e induzi-lo ao acasalamento ou atrair outro macho para uma cópula extra. Alternativamente, fêmeas podem cantar para, assim como machos, defenderem seus territórios de intrusos que poderiam competir com elas e suas proles por alimento e, também, afastarem outras fêmeas que estariam buscando em seus pares, uma cópula extra (COLLINS, 2004). ROGERS *et al.* (2006) demonstraram que fêmeas de *Psophodes olivaceus*, na Austrália, cantam em dueto com o macho para defender sua condição de acasalada. COONEY & COCKBURN (1995) demonstraram que fêmeas de *Malurus cyaneus* cantam para defenderem seu território, talvez pelo fato de que os machos saem em busca de cópulas extras, entretanto o canto dessas fêmeas encoraja outros machos a visitarem seus territórios e assim elas têm acesso a outras cópulas.

De acordo com SCOTT & LEIN (2004) o conhecimento sobre a ontogenia e as variações intra-específicas da comunicação sonora dos Passeriformes é voltado principalmente para os estudos dos membros da subordem Oscines. A subordem Suboscines parece diferir destes, pois apresentam cantos estereotipados e sem evidências de variações populacionais. No entanto, em virtude da diversidade específica

deste grupo e da quase completa ausência de estudos detalhados sobre o seu comportamento vocal, é imprudente fazer generalizações.

Cerca de 10000 espécies de aves são conhecidas no mundo, com aproximadamente 3000 na América do Sul. O Brasil abriga 1832 espécies (CBRO, 2011), mais da metade registrada para o continente. Destas, 785 espécies se encontram no estado de Minas Gerais (MARINI *et al.*, 2005).

Dentre as diversas famílias de aves que ocorrem na mata Atlântica está a *Thamnophilidae*, composta por espécies essencialmente insetívoras e uma das mais importantes na composição da avifauna Neotropical (SKUTCH, 1996). Não é raro ser a família mais representada em inventários avifaunísticos de florestas neotropicais mais próximas da linha do Equador (BIERREGAARD JR. & LOVEJOY, 1989; STOUFFER & BIERREGAARD, 1995), região considerada como centro de evolução da família (ZIMMER & ISLER, 2003). As espécies podem ter de pequeno a médio porte, com plumagem em vários tons de preto, cinza e avermelhado. A maioria das espécies possui dimorfismo sexual, sendo quase todas monogâmicas com pares permanentes. Sua distribuição altitudinal caracteriza-se por poucas espécies ocorrendo acima de 1300m, com a maioria ocorrendo até 600m (ROBERSON, 2011).

Dentro desta família, o gênero *Myrmeciza* reúne pássaros com padrões complexos de plumagem, percorrendo o sub-bosque e a serrapilheira solitários, aos casais ou em pequenos grupos familiares. Ocasionalmente seguem correições de formigas ou capturam suas presas revirando folhas secas na serrapilheira do solo. Constroem ninhos sobre a serrapilheira ou próximo ao solo em forma de taça aberta e profunda. A maioria das espécies possui comportamento altamente territorial (RIDGELY *et al.*, 1994; SIGRIST, 2006).

A espécie *Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823) apresenta cerca de 14,5 cm de comprimento, ocorre na Mata Atlântica abaixo de 500 m de altitude ou, muito raramente, atinge os 950m de altitude. Os casais vasculham a serrapilheira à procura de artrópodes e, aparentemente não segue bandos mistos (SIGRIST, 2006). Ocorre na Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro (RIDGELY *et al.*, 1994; SICK, 2001).

As características vocais dos Suboscines são, cada vez mais, consideradas importantes parâmetros taxonômicos (JOHNSON *et al.*, 1999; HELBIG *et al.*, 2002) e a

realização de estudos com essas espécies podem contribuir para que se tenha uma melhor compreensão dos fatores que regem seu comportamento vocal. Na família Thamnophilidae, ISLER *et al.* (1998) usaram as vocalizações de oito pares de espécies sintópicas para estabelecer o limite entre elas. ZIMMER *et al.* (1997) estudou as vocalizações, o comportamento e a distribuição de *Cercomacra carbonaria* e possíveis relações com outras espécies desse grupo. BARD *et al.* (2002) compararam cantos de machos e fêmeas de *Hylophylax naevioides* para avaliar se existe diferenças consistentes entre os indivíduos. CHAVES *et al.* (2010) avaliaram se *Myrmeciza laemosticta laemosticta* e *Myrmeciza laemosticta palliata* são espécies distintas com bases em diferenças vocais. ZIMMER (1999) apresentou o repertório de *Myrmeciza disjuncta* e seu comportamento. BRAUN *et al.* (2005) utilizaram vocalizações em seu trabalho sobre especiação de *Percnostola leucostigma saturata*. ISLER & ISLER (2003) usaram vocalizações como base em seu estudo de limite entre espécies e considerações taxonômicas de *Myrmotherula brachyura ignota*. Caracterizações vocais também são usadas em estudos de variação dentro e entre grupos de uma mesma região geográfica (LOVELL *et al.*, 2004; GONZÁLES *et al.*, 2005; ISLER *et al.*, 2005) e em estudos de seleção sexual (SEDDON *et al.*, 2008).

Apesar das limitações, o repertório vocal é uma informação extremamente valiosa para entender o comportamento de uma espécie. Ele vai revelar quais são as estratégias de vida das espécies estudadas, uma vez que a emissão de um determinado sinal de comunicação deve corresponder a alguma exigência de sobrevivência do indivíduo e da espécie (VIELLIARD & SILVA, 2007).

O objetivo deste estudo foi descrever o repertório vocal e caracterizar os parâmetros acústicos das vocalizações do formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Reserva Biológica Municipal Poço D'anta (21°44'58.79" S e 43°19'7.09" O) é uma unidade de conservação com 277 ha, estabelecida dentro do perímetro urbano do município de Juiz de Fora – MG e foi criada pelo Decreto Municipal nº 2.794 em 21/09/1982, preservando um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica da região. O clima é o tropical de altitude do tipo Cwa (mesotérmico com verão quente e chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual em torno de 19°C e precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1.500 mm, apresentando duas estações bem definidas: uma, que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas. A Reserva Poço D'anta está classificada dentro das fisionomias vegetais da Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO *et al.*, 1991), possuindo cobertura florestal composta por floresta secundária (Fig. 1).

2.2 Metodologia

O trabalho de campo foi realizado entre junho de 2010 a maio de 2011, sendo constituído de um dia de coleta por semana, totalizando quatro dias por mês.

Os encontros com a espécie e os registros oportunistas de emissões espontâneas se deram por busca ativa. As trilhas dentro da mata foram percorridas arbitrariamente e nos momentos de vocalização foi utilizado o gravador portátil Zoom H4N acoplado ao microfone condensador uni-direcional Yoga HT 81 para as gravações. Os locais onde se realizaram as gravações foram georreferenciados através do GPS Garmin eTrex H.

Cada evento vocal foi devidamente registrado em planilhas de campo seguindo protocolo pré-estabelecido por KETTLE & VIELLIARD (1991); cada planilha continha: número do campo, hora de chegada e saída, operador do gravador, data, condição atmosférica momentânea na hora da chegada, número da gravação, hora em que o animal iniciou a vocalização, localidade incluindo latitude, identificação visual, número de indivíduos (caso a visualização fosse possível), idade aparente (filhote, jovem ou adulto), sexo, tipo de vocalização emitida (canto ou chamados), distancia

aproximada do observador, observações comportamentais e se os indivíduos acompanhavam bando misto.

O esforço de gravação foi de seis horas por dia, da seguinte maneira: na primeira semana do mês as coletas de registros vocais se estenderam das seis horas até as 12 horas e na segunda semana das 12 horas até as 18 horas. O mesmo procedimento foi repetido na terceira e quarta semanas. Dessa forma cada mês obteve 24 horas de esforço de campo igualitário.

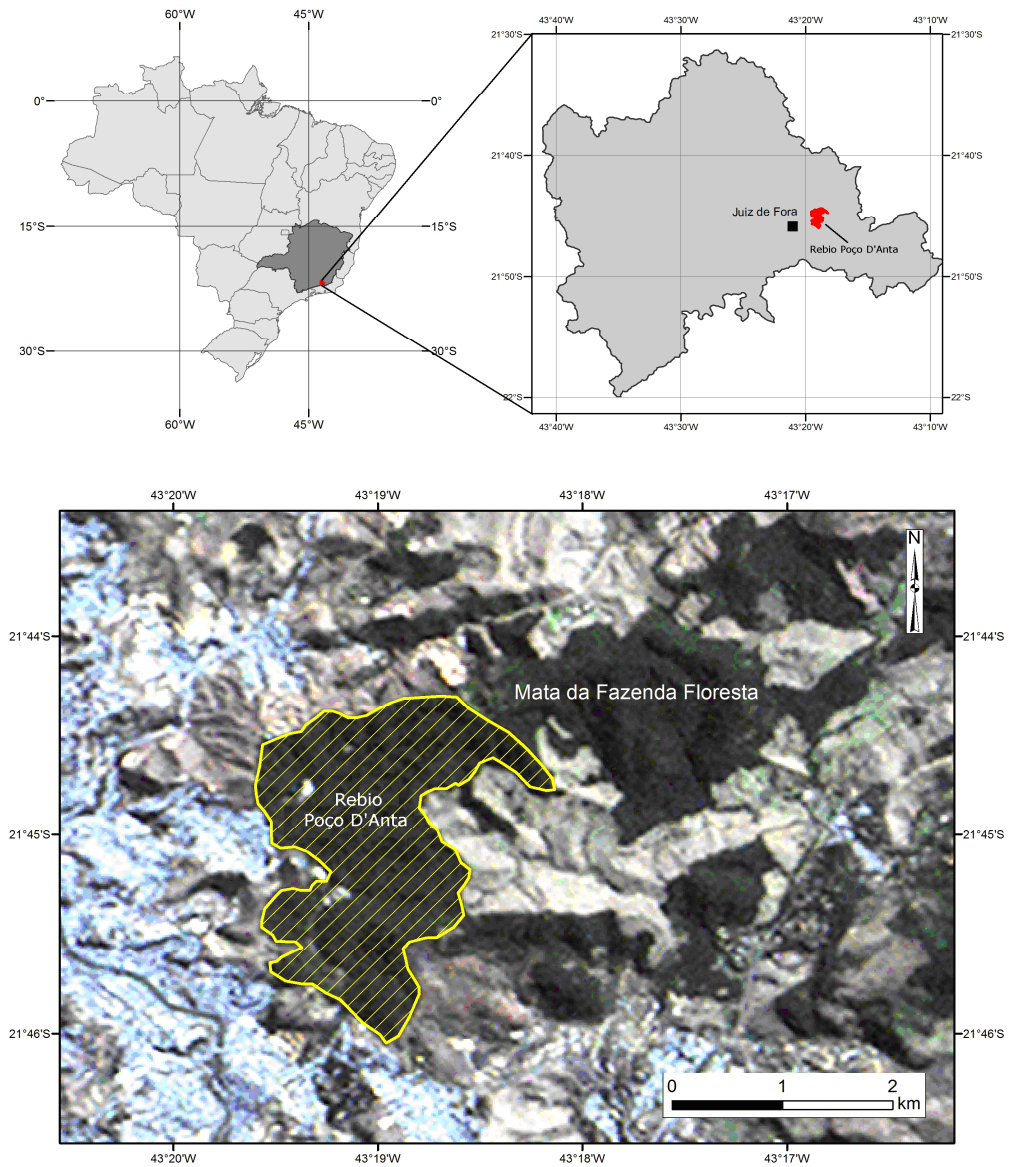


Figura 1: Mapa e localização da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora – MG.

2.3 Análise acústica

As gravações foram digitalizadas em velocidade normal e taxa de amostragem de 44,1 kHz/16 Bits, através do programa RAVEN 1.3 (*Cornell Laboratory of Ornithology*) que produziu os sonogramas dos registros vocais de *Myrmeciza loricata*.

Abaixo seguem os parâmetros acústicos mensurados e as respectivas definições:

- Frequência mínima (Hz): frequência mais baixa encontrada.
- Frequência máxima (Hz): frequência mais alta encontrada.
- Largura de banda (Hz): diferença entre a frequência mais alta e a frequência mais baixa. Esta medida também pode ser chamada de variação da frequência.
- Frequência central (Hz): frequência que divide a seleção feita no sonograma em dois intervalos de frequência de mesma energia.
- Pico de frequência (Hz): frequência em que ocorre maior energia.
- 1º. quartil da frequência (Hz): frequência que divide a seleção em dois intervalos contendo 25% e 75% da energia.
- 3º. quartil da frequência (Hz): frequência que divide a seleção em dois intervalos contendo 75% e 25% da energia.
- Número de notas: quantidade de notas na seleção. A nota foi definida como a menor unidade do som aparecendo no sonograma como um traço contínuo (SLABBEKOORN, 2004).
- Duração da frase/nota (s): tempo decorrido do início da primeira nota ao final da última nota. A frase foi definida como uma sequência de notas. Em vocalizações que as notas não formavam frases a medida utilizada foi a duração da nota.
- Ritmo (notas/s): razão entre o número total de notas na frase pela duração da frase.
- Intervalo entre frases/notas (s): tempo decorrido do final da última nota de uma frase até o início da primeira nota da frase seguinte, ou tempo de silêncio entre as frases. Em vocalizações que as notas não formavam frases a medida utilizada foi o intervalo entre notas.

2.4 Análise estatística

Foram calculados os valores mínimo, máximo e a média de todos os parâmetros acústicos para cada gravação registrada (evento vocal). Eventos vocais emitidos consecutivamente, mas separados por curto espaço de tempo e registrados em diferentes gravações, foram mensurados juntos quando em campo foi possível perceber se tratar de vocalizações de um mesmo indivíduo. Dessa forma foi gerada uma planilha com a distinção dos indivíduos e seus respectivos eventos vocais.

Para a caracterização do repertório vocal foram calculados as médias e os desvios-padrão dos valores mínimos, máximos e médias das variáveis acústicas, para cada tipo de vocalização registrada durante todo o ano de coleta.

3. RESULTADOS

O repertório vocal de *Myrmeciza loricata* foi caracterizado por quatro tipos diferentes de vocalizações, dentre elas o canto e três tipos de chamado. Os indivíduos observados caminhavam pelo chão da mata e frequentemente empoleiravam-se em arbustos e troncos caídos.

3.1 Canto

Foram analisadas 2816 frases do canto, dentre elas 2801 emitidas pelo macho e 15 emitidas pela fêmea.

O canto do macho é composto por dois tipos de notas (A e B) emitidas alternadamente e com estrutura harmônica (primeiro harmônico e segundo harmônico). Ambas as notas são caracterizadas por um ponto de inflexão (frequência ascendente - descendente), porém a nota A possui uma modulação mais rápida, sendo mais curta do que a nota B (Fig. 2). Foram observados machos cantando em contexto indefinido, enquanto forrageavam e quando outros machos cantavam. Frequentemente a emissão do canto por um macho desencadeava a emissão do canto de outros indivíduos no entorno.

A fêmea foi vista cantando juntamente com o macho, indicando que o casal forma duetos. Os cantos de machos e fêmeas apresentaram-se distintos. O canto da fêmea é composto por dois tipos de notas (A' e B') caracterizadas por um ponto de inflexão (frequência ascendente - descendente), e com estrutura harmônica (primeiro harmônico). A nota A' possui modulação mais rápida, sendo mais curta do que a nota B'.

A sequência em que as notas são arranjadas nas frases variou. A primeira estruturação se caracterizou pela emissão alternada das notas A' e B' semelhante ao canto do macho. A segunda estruturação se caracterizou pela emissão rápida e em série da nota A' no início da frase, o que caracteriza um trinado (RITCHISON, 1988; ARMSTRONG, 1963) e seguindo o após o trinado as notas A' e B' são emitidas alternadamente (Fig. 3).

O número de notas A' do trinado variou apresentando uma média de $4,66 \pm 0,58$ notas. Foi observado que o dueto era iniciado pelo macho e a fêmea emitia seu canto em resposta ao canto do macho, quando estava próxima ou distante dele. Normalmente

quando macho e fêmea estavam distantes, após o macho iniciar o dueto a tendência foi de aproximação do casal. No encontro o macho eriçava as penas, mantinha-se em frente à fêmea e movimentava a cauda de baixo para cima. Durante o dueto também foi observado que o macho e a fêmea emitiram frases do canto de forma sobreposta (Fig. 3).

O contexto comportamental observado durante as emissões do canto do macho e do canto da fêmea estão apresentados na tabela 1. Os dados descritivos dos parâmetros acústicos do canto do macho e da fêmea estão apresentados na tabela 2.

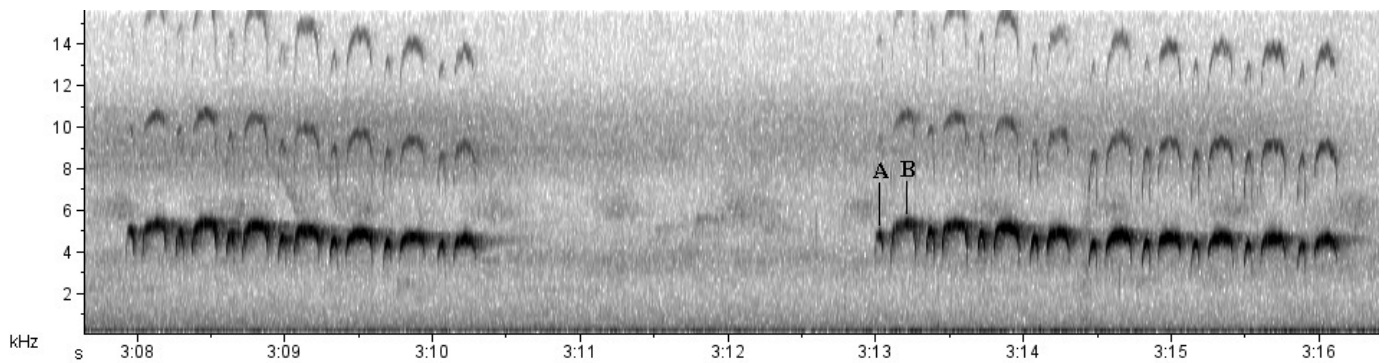
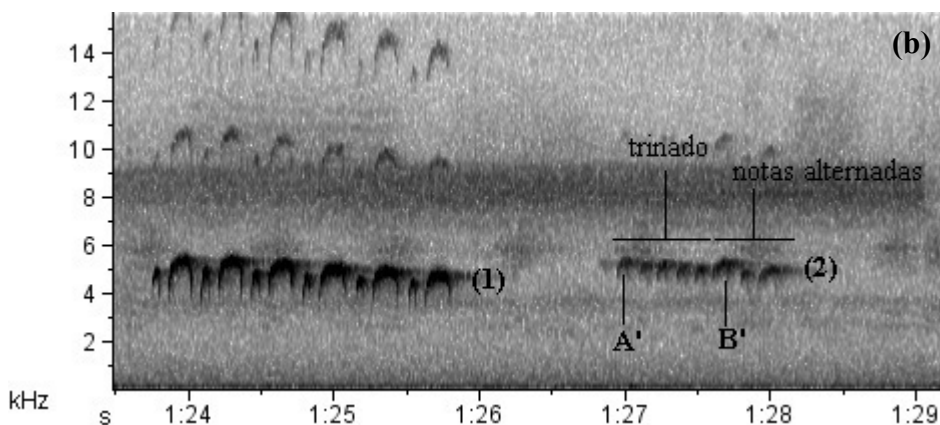
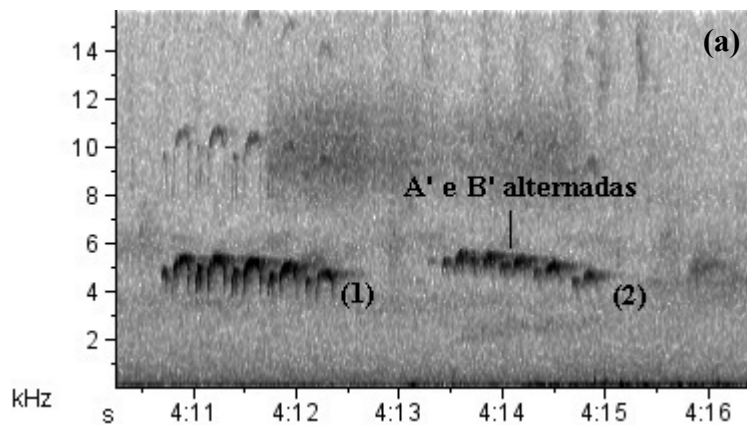


Figura 2: Sonogramas do canto do macho de *Myrmeciza loricata*. A e B representam as notas que compõem as frases.



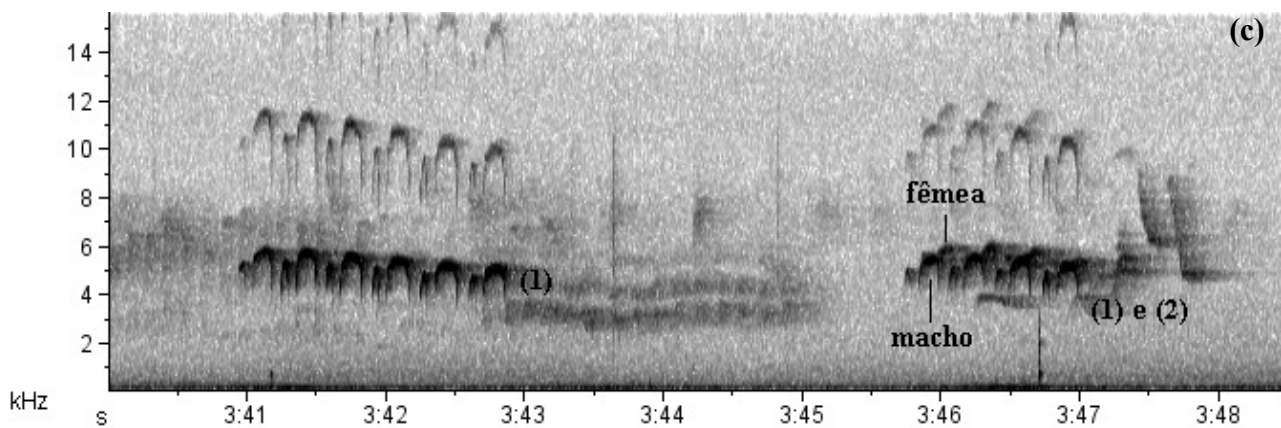


Figura 3: Sonogramas do dueto emitido pelo par de *Myrmeciza loricata*. (a) - Frase do canto do macho (1) e frase do canto da fêmea (2) composta pelas notas A' e B' alternadas. (b) - Frase do canto do macho (1) e frase do canto da fêmea (2) iniciada com um trinado e seguida pelas notas A' e B' alternadas. (c) - Frase do canto do macho (1) e frases sobrepostas do canto do macho e da fêmea (1) e (2).

3.2 Chamado I - alarme

Foram analisadas 3005 frases do chamado I - alarme. Foi observado que este tipo de chamado era emitido quando o observador caminhava pela trilha ou se aproximava do local onde havia indivíduos.

O chamado I - alarme é composto por notas verticais emitidas rapidamente, em série (“*rattle*”) e de estrutura harmônica (primeiro harmônico) (Fig. 4).

O contexto comportamental observado durante as emissões do chamado I - alarme está apresentado na tabela 1. Os dados descritivos dos parâmetros acústicos do chamado I - alarme estão apresentados na tabela 2.

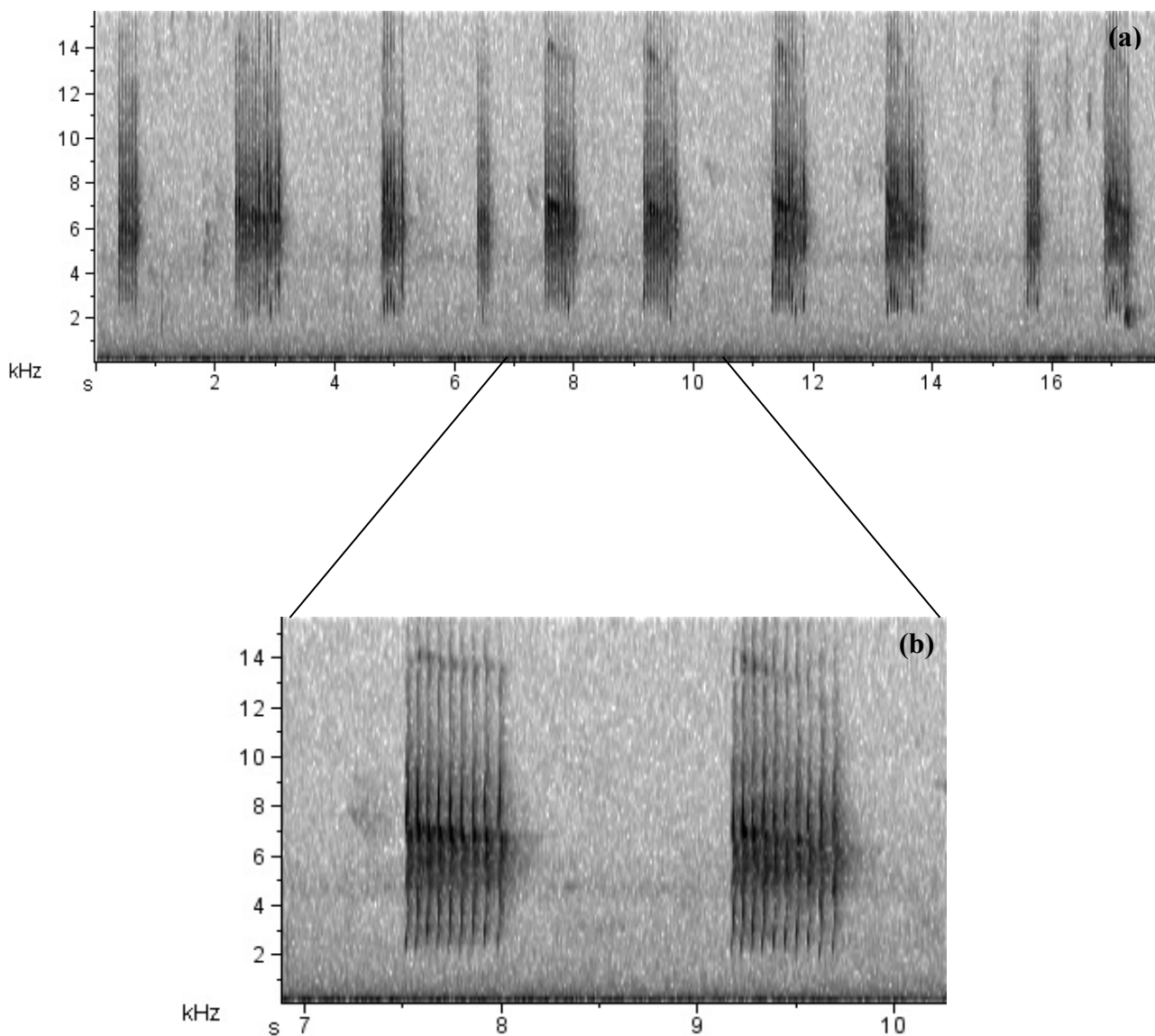


Figura 4: Sonogramas do chamado I - alarme (“rattle”) de *Myrmeciza loricata*. (a) - Sequência de frases do chamado I - alarme. (b) - Zoom mostrando as notas verticais que compõem as frases.

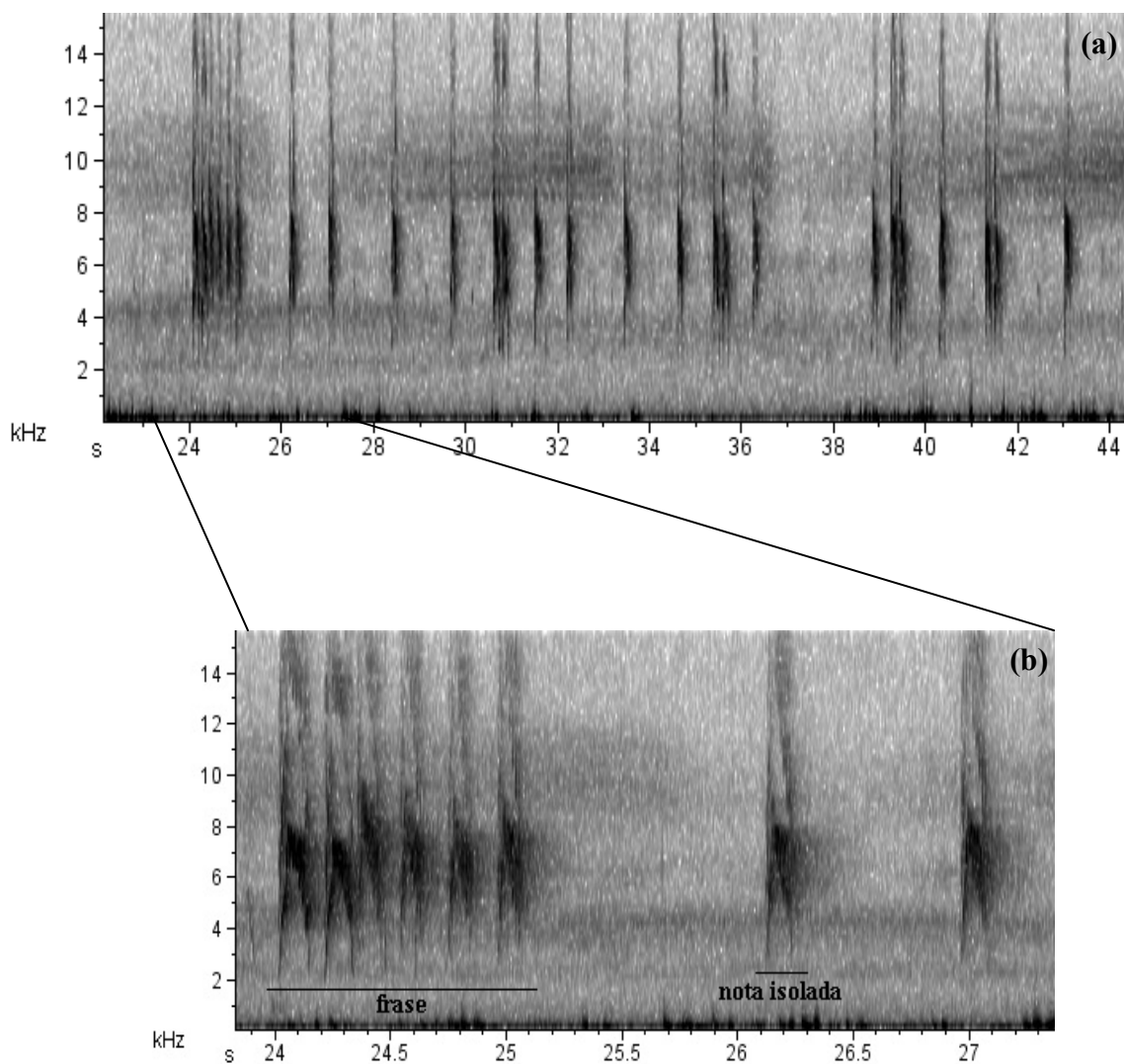
3.3 Chamado II

O chamado II é composto por um tipo de nota que pode ser emitida isoladamente ou em conjunto formando frases. Foram analisadas 2189 notas e 53 frases.

Observou-se que este tipo de alarme era emitido em alta intensidade por machos e fêmeas quando próximos, por exemplo, no momento em que o casal caminhava na serrapilheira, ou quando distantes, e nesse contexto o casal se aproximava ou mantinha

a distância, mas permaneciam vocalizando. Esse chamado também foi observado eventualmente durante o voo e nesse momento as notas sempre eram emitidas em sequência formando frase. Esta vocalização não apresentou diferença entre machos e fêmeas. A nota possui uma modulação de frequência ascendente seguida de uma rápida modulação descendente e apresenta estrutura harmônica (primeiro harmônico e segundo harmônico) (Fig. 5).

O contexto comportamental observado durante as emissões chamado II está apresentado na tabela 1. Os dados descritivos dos parâmetros acústicos do chamado II estão apresentados na tabela 2.



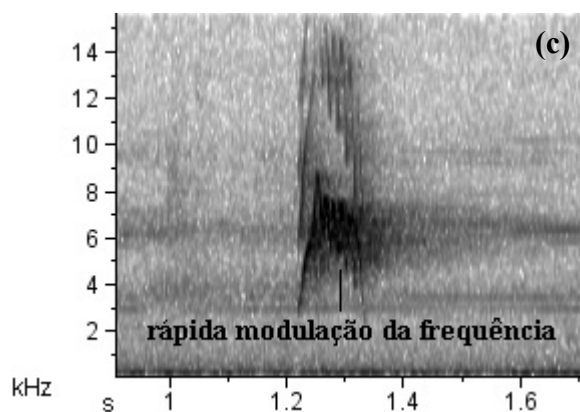


Figura 5: Sonogramas do chamado II de *Myrmeciza loricata*. (a) – Sequência de frases e notas do chamado II. (b) – Zoom mostrando uma frase e uma nota emitida isoladamente. (c) Rápida modulação da frequência na nota.

3.4 Chamado III

Este chamado é composto por vários tipos de notas que foram emitidas isoladamente ou em conjunto formando frases. Foram analisadas 114 notas e 21 frases. Foi observado que este tipo de chamado era emitido pelo macho enquanto forrageava ou quando se aproximava da fêmea. No momento da aproximação, geralmente precedido pelo canto, foi observado o mesmo comportamento exibido pelo macho na aproximação após o dueto, porém ele também emitia este chamado.

O chamado III foi emitido em baixa intensidade e, portanto, sua gravação somente era possível quando o animal estava próximo ao observador. Os diferentes padrões de notas estão descritos a seguir:

- Nota C (n = 43): apresenta um ponto de inflexão (frequência ascendente - descendente) e estrutura harmônica (primeiro harmônico). Foi emitida isoladamente ou entre frases do canto, chamado I - alarme e chamado II (Fig. 6).

- Notas D e E (n = 10): ambas apresentam um ponto de inflexão (frequência ascendente - descendente), sem estrutura harmônica. Foram emitidas juntas, porém isoladas de outros tipos de vocalizações (Fig. 7).

- Nota F (n = 11): apresenta três pontos de inflexão (frequência ascendente – descendente – ascendente - descendente), sem estrutura harmônica. Podem ser emitidas isoladamente ou em frases (Fig. 8).

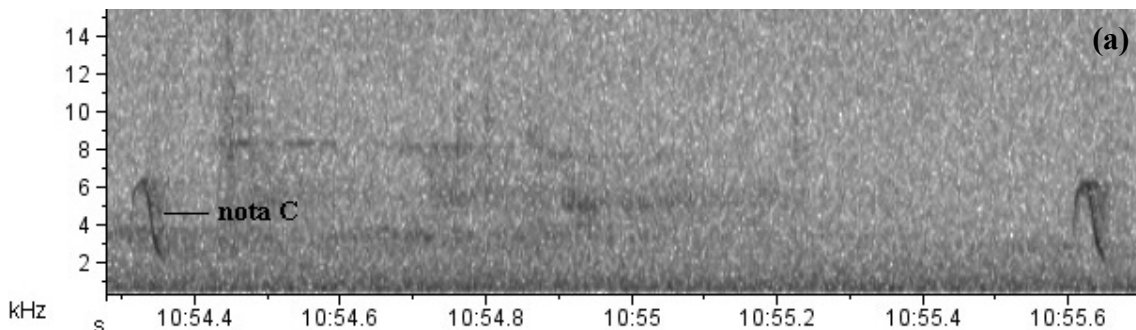
- Nota G (n = 22): apresenta dois pontos de inflexão (frequência ascendente – descendente - ascendente), e estrutura harmônica (primeiro harmônico, segundo harmônico e terceiro harmônico). Foi emitida isoladamente (Fig. 9).

- Nota H (n = 17): apresenta três pontos de inflexão (frequência ascendente – descendente – ascendente - descendente), sem estrutura harmônica. Foi emitida isoladamente (Fig. 10).

- Nota I (n = 23): apresenta três pontos de inflexão (frequência ascendente – descendente – ascendente - descendente) e estrutura harmônica (primeiro harmônico). Foi emitida após o chamado II (Fig. 11).

- Nota J (n = 9): apresenta frequência descendente sem ponto de inflexão e estrutura harmônica. Foi emitida entre notas do chamado II (Fig. 12).

O contexto comportamental observado durante as emissões do chamado III está apresentado na tabela 1. Os dados descritivos dos parâmetros acústicos do chamado III estão apresentados na tabela 2 e os dados descritivos para cada tipo de nota deste chamado estão apresentados na tabela 3.



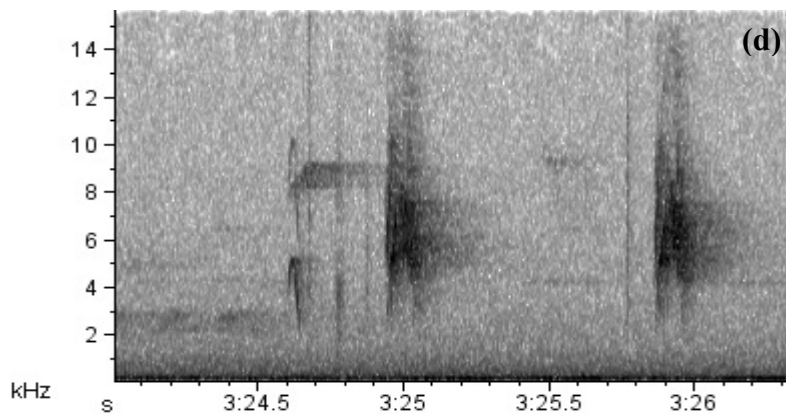
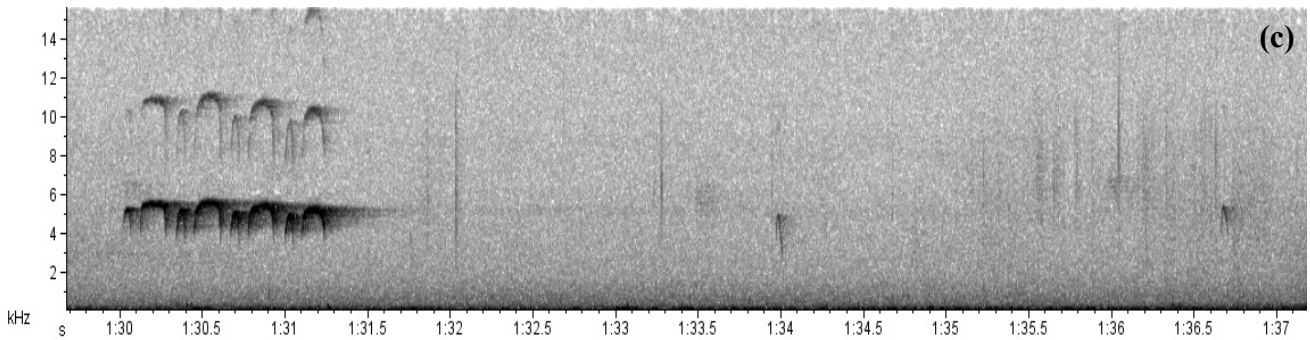
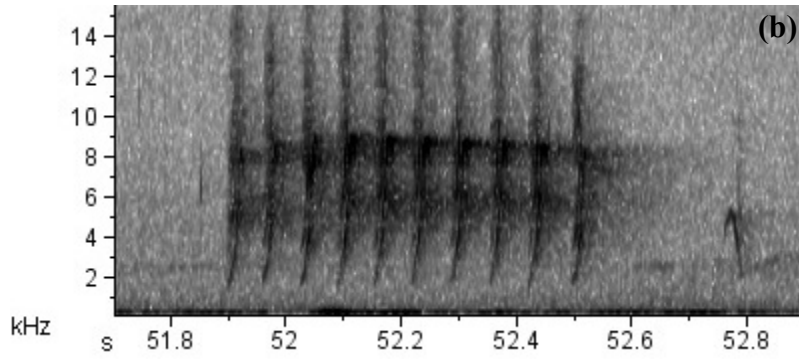


Figura 6: Sonogramas da nota C do chamado III de *Myrmeciza loricata*. (a) - Nota emitida isoladamente. (b) - Nota emitida entre o chamado I - alarme. (c) - Nota emitida entre o canto do macho. (d) - Nota emitida entre chamados II.

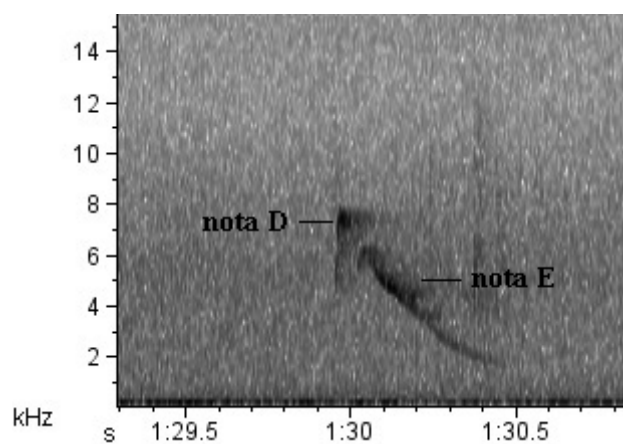


Figura 7: Sonograma das nota D e E do chamado III de *Myrmeciza loricata*.

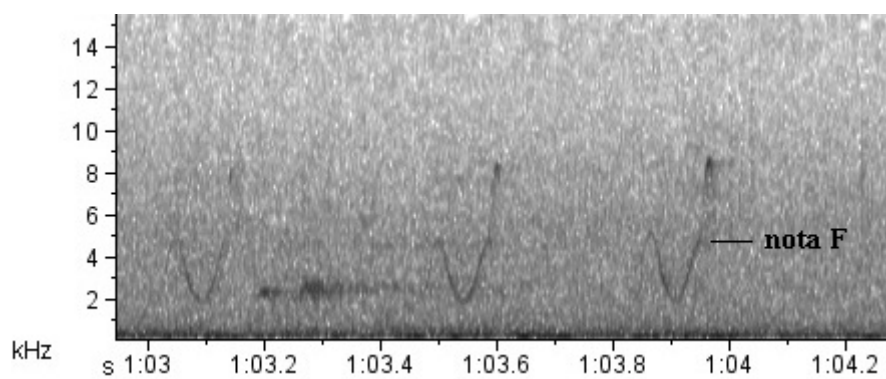


Figura 8: Sonograma da nota F do chamado III de *Myrmeciza loricata*.

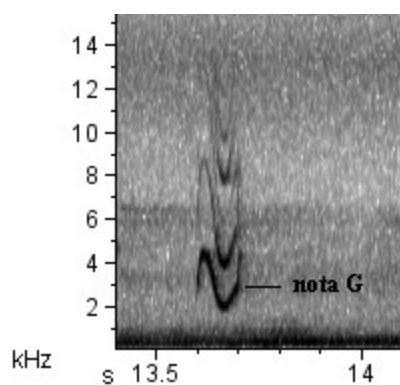


Figura 9: Sonograma da nota G do chamado III de *Myrmeciza loricata*.

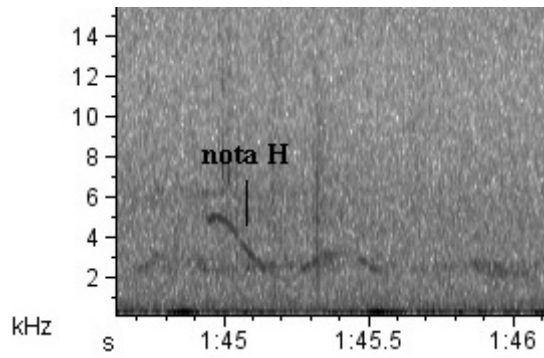


Figura 10: Sonograma da nota H do chamado III *Myrmeciza loricata*.

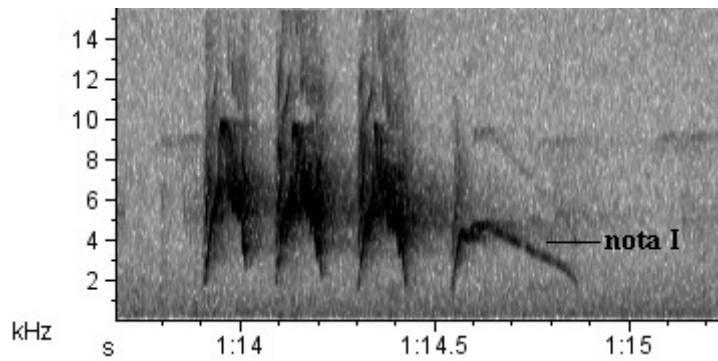


Figura 11: Sonograma da nota I do chamado III de *Myrmeciza loricata*, emitida após o chamado II.

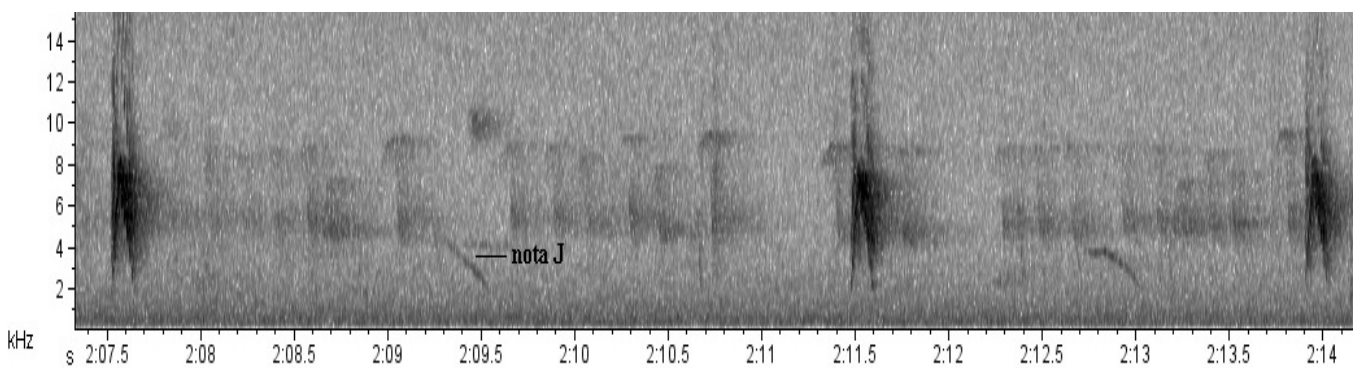


Figura 12: Sonograma da nota J do chamado III de *Myrmeciza loricata*, emitida entre notas do chamado II.

Tabela 1: Contexto comportamental observado durante as emissões das vocalizações do formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata*).

Vocalizações	Contexto comportamental
Canto do macho	Durante o forrageamento, em resposta a outros machos ou em contexto indefinido.
Canto da fêmea	Durante o dueto (em resposta ao macho).
Chamado I - alarme	Quando o observador se aproximava.
Chamado II	Emitido pelo casal quando estavam próximos (caminhando na serrapilheira) ou distantes um do outro e eventualmente ao voar.
Chamado III	Durante forrageamento e na aproximação do casal.

Tabela 2: Dados descritivos dos parâmetros acústicos das quatro vocalizações (canto de macho e fêmea, chamado I - alarme, chamado II e chamado III) de *Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823) mensurados no decorrer de um ano na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG.

Parâmetros acústicos	Canto		Chamado I - alarme	Chamado II	Chamado III	
	Macho	Fêmea				
Frequência mínima (Hz)	mín.	3420,8 ± 357,6	3767,0 ± 187,9	1395,4 ± 778,5	2599,6 ± 921,4	1914,6 ± 517,9
	máx.	4089,6 ± 297,6	4144,9 ± 162,5	2997,2 ± 866,4	4326,2 ± 622,1	2511,1 ± 385,1
	média	3749,7 ± 291,9	3934,1 ± 107,3	2153,0 ± 741,1	3506,4 ± 722,4	2175,9 ± 471,3
Frequência máxima (Hz)	mín.	5525,1 ± 374,0	5963,0 ± 323,1	10996,4 ± 2235,9	7373,7 ± 1150,5	4655,4 ± 763,6
	máx.	5927,4 ± 346,7	6193,4 ± 331,0	13081,8 ± 694,7	9255,8 ± 945,3	5465,7 ± 620,6
	média	5733,6 ± 295,2	6091,2 ± 299,8	12101,8 ± 2260,1	8238,9 ± 664,3	5037,9 ± 559,5
Largura de banda (Hz)	mín.	1632,2 ± 306,1	1851,0 ± 306,6	8489,5 ± 2626,0	3642,8 ± 1061,2	2666,8 ± 915,1
	máx.	2391,9 ± 406,9	2344,5 ± 458,8	11266,8 ± 2892,9	6119,4 ± 1428,6	3519,8 ± 843,9
	média	2030,1 ± 330,1	2157,1 ± 350,4	9955,0 ± 2721,9	4742,9 ± 1030,8	3089,5 ± 809,9
Frequência central (Hz)	mín.	4848,3 ± 121,8	5236,9 ± 231,1	5506,9 ± 1652,6	5206,4 ± 1385,8	3319,8 ± 871,0
	máx.	5203,5 ± 142,7	5340,2 ± 243,6	7407,4 ± 805,5	20100,1 ± 43333,6	4461,2 ± 683,2
	média	5025,2 ± 118,6	5288,5 ± 224,6	6684,4 ± 828,5	12531,3 ± 21361,3	3927,1 ± 620,6
Pico de frequência (Hz)	mín.	4613,9 ± 400,2	5236,8 ± 231,1	4490,2 ± 2017,7	4743,9 ± 969,5	3115,2 ± 842,2
	máx.	5405,2 ± 168,9	5615,6 ± 377,2	8065,4 ± 738,6	7703,4 ± 632,3	4593,8 ± 575,2
	média	5085,7 ± 122,5	5431,0 ± 281,5	6911,1 ± 982,8	6474,3 ± 662,0	3799,0 ± 510,4
1º. Q da frequência (Hz)	mín.	4638,6 ± 145,5	5030,2 ± 188,7	4269,9 ± 1449,9	4739,5 ± 1046,2	2545,3 ± 988,0
	máx.	5011,7 ± 163,2	5168,0 ± 243,6	6517,9 ± 936,8	6136,5 ± 1155,3	3450,3 ± 1192,0
	média	4809,2 ± 116,8	5092,2 ± 201,5	5567,2 ± 855,1	5404,2 ± 947,2	2939,7 ± 990,9
3º. Q da frequência (Hz)	mín.	5061,3 ± 139,4	5340,2 ± 322,3	6647,8 ± 1376,8	5958,6 ± 1050,9	3406,6 ± 1245,4
	máx.	5390,1 ± 144,9	5581,4 ± 261,2	8037,2 ± 721,9	7505,5 ± 1322,0	4412,2 ± 1448,6
	média	5222,5 ± 135,0	5483,8 ± 273,1	7435,7 ± 666,2	6813,3 ± 1234,7	3968,7 ± 1309,0
Duração da frase/nota (s)	mín.	1,287 ± 0,317	1,250 ± 0,266	0,297 ± 0,148	0,150 ± 0,045	0,053 ± 0,018
	máx.	2,378 ± 0,286	1,841 ± 0,173	0,886 ± 0,251	0,378 ± 0,242	0,203 ± 0,232
	média	1,911 ± 0,161	1,549 ± 0,159	0,547 ± 0,132	0,557 ± 2,157	0,100 ± 0,093
Número de notas	mín.	7,29 ± 2,13	7,80 ± 1,79	4,03 ± 2,17	1	1
	máx.	13,38 ± 1,81	10,60 ± 1,14	12,77 ± 4,72	1,59 ± 0,97	1,08 ± 0,29
	média	10,91 ± 0,99	9,63 ± 0,87	7,59 ± 2,47	1,03 ± 0,04	1,06 ± 0,22

Continuação da tabela 2:

Parâmetros acústicos		Canto		Chamado I - alarme	Chamado II	Chamado III
		Macho	Fêmea			
Ritmo (notas/s)	mín.	0,005 ± 0,001	0,006 ± 0,001	8,199 ± 5,318	3,669 ± 1,206	12,556 ± 7,900
	máx.	0,712 ± 1,904	1,098 ± 2,441	16,625 ± 2,599	7,133 ± 1,581	21,839 ± 8,485
	média	0,044 ± 0,128	0,225 ± 0,488	13,401 ± 1,972	5,147 ± 1,043	17,003 ± 7,073
Intervalo entre frases/notas (s)	mín.	3,154 ± 1,062	9,879 ± 4,749	1,964 ± 1,775	2,038 ± 4,995	7,328 ± 10,459
	máx.	16,226 ± 15,741	34,544 ± 34,469	13,807 ± 32,637	19,522 ± 31,861	27,212 ± 24,505
	média	5,457 ± 1,523	20,379 ± 17,523	3,381 ± 1,780	6,388 ± 14,402	14,286 ± 15,935

Valores representados no formato média ± desvio padrão.

Tabela 3: Dados descritivos dos parâmetros acústicos para cada tipo de nota do chamado III de *Myrmeciza loricata* (Lichtenstein, 1823) mensurados no decorrer de um ano na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora - MG.

Parâmetros acústicos		Notas						
		C	D + E	F	G	H	I	J
Frequência mínima (Hz)	mín.	1609,2 ± 490,6	1726,2 ± 33,9	1667,1 ± 91,3	1239,7 ± 204,0	1665,5 ± 183,0	1659,0 ± 102,0	3007,0 ± 94,5
	máx.	2555,1 ± 376,6	2332,0 ± 6,9	1886,0 ± 90,5	1805,1 ± 211,0	1794,9 ± 149,4	2159,0 ± 278,7	3118,4 ± 112,1
	média	2029,6 ± 400,7	2045,8 ± 86,9	1776,5 ± 89,1	1527,1 ± 193,0	1708,6 ± 149,4	1945,8 ± 140,5	3084,9 ± 96,6
Frequência máxima (Hz)	mín.	4531,0 ± 111,8	3558,2 ± 68,2	3829,2 ± 305,6	3772,1 ± 502,1	4628,7 ± 104,4	3418,9 ± 387,6	5256,7 ± 189,0
	máx.	5936,2 ± 270,3	3962,1 ± 54,3	4310,8 ± 292,3	5829,5 ± 511,5	4534,0 ± 169,0	3962,1 ± 217,5	5434,9 ± 185,5
	média	5236,3 ± 152,5	3768,0 ± 2,6	4070,0 ± 291,4	4568,3 ± 476,3	4540,9 ± 169,0	3729,8 ± 29,5	5368,0 ± 166,7
Largura de banda (Hz)	mín.	602,9 ± 298,4	1356,0 ± 163,2	2162,1 ± 299,0	2057,5 ± 630,9	861,4 ± 487,3	1644,5 ± 122,3	2249,7 ± 94,5
	máx.	1851,9 ± 294,2	2106,1 ± 165,2	1550,4 ± 266,8	4561,7 ± 647,7	1033,6 ± 344,6	1918,6 ± 224,4	2316,5 ± 77,1
	média	1325,0 ± 207,5	1722,2 ± 89,5	1302,8 ± 285,9	3041,2 ± 597,8	861,3 ± 344,6	1783,9 ± 170,0	2283,1 ± 73,2
Frequência central (Hz)	mín.	2670,2 ± 652,2	3100,8 ± 243,6	2907,0 ± 286,4	2584,0 ± 331,2	3445,3 ± 487,2	2756,3 ± 243,6	4737,3 ± 121,8
	máx.	4478,9 ± 372,1	3531,5 ± 121,8	3273,0 ± 281,3	3962,1 ± 342,5	3359,2 ± 455,7	3359,2 ± 121,8	4909,6 ± 172,3
	média	3816,2 ± 253,0	3251,5 ± 30,4	3090,0 ± 276,1	3326,9 ± 315,7	3273,0 ± 455,7	3100,8	4866,5 ± 144,1
Pico de frequência (Hz)	mín.	2454,8 ± 494,8	2584,0 ± 487,2	2605,5 ± 684,7	1894,9 ± 786,2	3703,7 ± 852,6	3014,7 ± 609,0	4909,6 ± 121,8
	máx.	4823,4 ± 140,6	3617,6 ± 121,8	3789,8 ± 680,4	4478,9 ± 793,3	3789,8 ± 652,2	3531,5 ± 121,8	5081,9 ± 172,3
	média	3697,9 ± 254,0	3246,7 ± 98,1	3197,7 ± 682,5	3413,0 ± 768,1	3560,1 ± 652,2	3359,2 ± 121,8	5038,8 ± 144,2
1°. Q da frequência (Hz)	mín.	2411,7 ± 579,9	2670,1 ± 121,8	2347,1 ± 221,6	2067,2 ± 411,1	2928,5 ± 243,7	2411,8 ± 243,6	4134,4 ± 198,9
	máx.	3746,8 ± 294,2	3186,9 ± 121,8	2584,0 ± 218,7	3445,3 ± 425,3	2842,4 ± 263,1	2842,4 ± 121,8	4306,7 ± 198,9
	média	3138,9 ± 331,4	2879,4 ± 38,9	2465,6 ± 213,6	2637,8 ± 388,2	2813,7 ± 263,1	2684,5 ± 20,3	4306,7 ± 154,1
3°. Q da frequência (Hz)	mín.	3445,3 ± 344,5	3273,0 ± 487,3	3402,2 ± 296,6	3100,8 ± 347,4	3789,8 ± 730,9	3100,8 ± 487,3	4909,6 ± 121,8
	máx.	5038,8 ± 165,0	3703,7 ± 121,8	3789,8 ± 292,8	4306,6 ± 349,8	3876,0 ± 553,8	3703,7 ± 121,8	5081,9 ± 172,3
	média	4463,9 ± 166,8	3506,3 ± 5,1	3596,0 ± 282,9	3832,9 ± 336,7	3675,0 ± 553,8	3459,7 ± 101,5	5038,8 ± 144,2
Duração da frase/nota (s)	mín.	0,031 ± 0,008	0,285 ± 0,037	0,106 ± 0,015	0,079 ± 0,018	0,454 ± 0,115	0,053 ± 0,004	0,069 ± 0,013
	máx.	0,068 ± 0,006	0,536 ± 0,033	0,121 ± 0,015	0,171 ± 0,019	0,483 ± 0,115	0,069 ± 0,015	0,069 ± 0,019
	média	0,049 ± 0,005	0,410 ± 0,012	0,113 ± 0,015	0,122 ± 0,020	0,500 ± 0,115	0,059 ± 0,006	0,078 ± 0,016
Número de notas	mín.	1	2	1	1	1	1	1
	máx.	1	2	1	1	1	1	1
	média	1	2	1	1	1	1	1

Continuação da tabela 3:

Parâmetros acústicos		C	D + E	F	G	H	I	J
Ritmo (notas/s)	mín.	14,895 ± 1,246	3,742 ± 0,232	9,768 ± 1,763	5,848 ± 1,216	2,279 ± 0,579	14,950 ± 3,241	11,565 ± 1,776
	máx.	33,832 ± 7,052	7,076 ± 0,913	14,493 ± 1,807	12,864 ± 1,235	2,186 ± 0,535	18,868 ± 3,220	16,949 ± 3,353
	média	21,918 ± 3,154	5,128 ± 0,115	12,131 ± 1,691	8,338 ± 1,569	2,080 ± 0,535	17,155 ± 1,272	13,225 ± 2,716
Intervalo entre frases/notas (s)	mín.	6,087 ± 4,491	3,304 ± 4,672	0,097 ± 0,015	0,109 ± 0,032	0,915 ± 0,105	6,059 ± 0,776	0,104 ± 0,025
	máx.	30,199 ± 48,203	21,414 ± 7,601	6,663 ± 2,126	3,414 ± 2,469	4,963 ± 6,989	18,503 ± 11,717	3,169 ± 2,814
	média	18,707 ± 21,041	11,200 ± 0,270	1,245 ± 1,053	0,761 ± 0,266	3,545 ± 6,199	12,717 ± 5,668	0,663 ± 0,104

Valores representados no formato média ± desvio padrão.

4. DISCUSSÃO

Este é o primeiro trabalho a detalhar o repertório vocal e a formação de duetos em *Myrmeciza loricata*. O repertório vocal de *M. loricata* descrito neste trabalho é composto por um canto relativamente simples e vários tipos de chamados. Diversos estudos com outras espécies da família Thamnophilidae também descreveram repertórios com esta mesma configuração. Foi observado que as notas do canto do formigueiro-assobiador possuem um ponto de inflexão assim como encontrado por WILLIS (1972) em seu estudo do repertório de *Hylophylax naevioides*. O chamado I – alarme foi caracterizado por notas emitidas em série (“rattle”) e foi vocalizado durante a aproximação do observador, WILLIS (1972) também descreveu para *H. naevioides*, a mesma configuração em “rattle” para este tipo de chamado, e de acordo com este autor ele foi utilizado contra animais de grande porte e humanos, por exemplo, quando o observador caminhava pela mata.

O chamado II do formigueiro-assobiador apresenta notas com frequência ascendente-descendente e primeiro e segundo harmônicos; as notas foram emitidas isoladamente ou em frases em alta intensidade. WILLIS (1972), no mesmo trabalho do repertório de *Hylophylax naevioides*, descreveu notas de um tipo de chamado com configuração semelhante ao chamado II, na forma das notas, número de harmônico e alta intensidade, e a emissão das notas também foi isoladamente ou em série. *Myrmeciza loricata* emite este tipo de chamado em dois contextos comportamentais: um entre machos e fêmeas quando estavam separados, podendo haver a aproximação do casal, ou quando estavam bem próximos, indicando que esta vocalização pode estar relacionada com a comunicação e o contato entre o par. No outro contexto comportamental o formigueiro-assobiador emitiu este chamado no voo, enquanto que *H. naevioides* emite quando os indivíduos estão bastante excitados, por exemplo, ao avistarem falcões voando e, em outro contexto, também no momento do voo.

Foi observado que o chamado III – C foi emitido em baixa intensidade na aproximação de machos e fêmeas e durante o forrageio. WILLIS (1972) descreveu notas semelhantes a este chamado sendo emitidas também em baixa intensidade na aproximação de machos e fêmeas e durante a cópula. Além disso, o mesmo comportamento observado na aproximação do casal de *M. loricata* foi descrito para *H. naevioides*: o macho eriçava as penas e permanecia vocalizando em frente à fêmea. No mesmo trabalho o autor relata que o macho pode alternar este chamado com o canto, o

que também foi observado no formigueiro-assobiador, como uma forma de manutenção do par.

Assim como foi observado para o formigueiro-assobiador, WILLIS (1968) em seu estudo do comportamento de *Gymnopithys lunulatus* e *Gymnopithys salvini*, descreveu chamados semelhantes ao chamado I - alarme sendo também emitidos quando o animal era perturbado pelo observador ou por outros animais. Notas semelhantes ao chamado III - C foram encontradas no mesmo trabalho, sendo emitidas com baixa intensidade na aproximação do casal e durante a alimentação. Além disso, foram descritas para ambas as espécies, vocalizações semelhantes ao chamado II do formigueiro-assobiador, emitidas quando o animal apresentava-se em alarme ou excitado. Outro chamado de alarme também foi descrito por WILLIS (1982) para a espécie *Willisornis poecilonotus* sendo utilizado em resposta a grandes animais e humanos.

Foi observado que o formigueiro-assobiador emitiu o chamado III – C juntamente com o canto. WILLIS & ONIKI (1972) no seu estudo com *Myrmeciza exsul*, descreveu um chamado semelhante a este de *M. loricata*, vocalizado por machos após emitirem o canto e quando ele se aproximava da fêmea e a alimentava. Os mesmos autores em 1981 descreveram para *Rhopornis ardesiaca* um chamado de alarme semelhante ao encontrado em *M. loricata*, sendo utilizado para alertar a presença de possíveis predadores.

Portanto é provável que os chamados de alarme e chamados com notas equivalentes às notas C do chamado III de *M. loricata*, sejam uma característica ancestral ou tenham convergido dentro da família Thamnophilidae em relação à configuração geral e utilização em resposta a grandes animais e humanos, e durante comportamentos de corte, respectivamente.

Diferentes características acústicas podem moldar a funcionalidade dos chamados. O espaço ativo do chamado é a área entorno do emissor em que o chamado pode ser detectado. É preciso levar em conta que o chamado não é somente endereçado para os membros da mesma espécie ou ao par e seus filhotes, mas também aos predadores. Logo a estrutura acústica do chamado é crucial para desempenhar da melhor forma sua função. Chamados com ampla largura de banda e emitidos repetidamente em série tornam a localização do emissor mais fácil do que os que possuem banda mais estreita e poucas repetições. Da mesma forma, altas frequências atingem distâncias menores e conseqüentemente limitam o espaço ativo do chamado

(MARLER, 2004). Em vista disso, como foi observado, o chamado II parece bem adaptado a desempenhar as funções de comunicação e contato entre o par. A largura de banda relativamente estreita e a emissão em frequências mais baixas desse chamado devem dificultar a localização por predadores e aumentar o espaço ativo da vocalização assegurando a troca de informação efetiva entre o par, principalmente quando estão distantes. O chamado I - alarme possui ampla largura de banda e notas repetidas em série o que o faz ser um sinal de menor espaço ativo e de localização mais fácil. De acordo com MARLER (2004) o *design* dessa vocalização atende às suas funções, fornecendo rapidamente uma informação clara. Após a emissão do chamado de alarme o predador pode ser desencorajado, pois o emissor reduz a probabilidade do ataque indicando que o predador foi detectado e que seu ataque não será mais inesperado. Além de informar a presença do perigo, esta modalidade de chamado pode incorporar a localização exata do perigo iminente, incitar a fuga ou avisar o cônjuge para que mantenha sua posição no abrigo e desta forma aumentar a chance de proteção de seu grupo familiar. Da mesma forma, as características do chamado III, largura de banda mais estreita e baixa intensidade, podem ser favoráveis durante o forrageamento e a interação do casal, já que podem ser momentos em que os animais estão mais suscetíveis ao ataque de predadores.

Chamados de contato identificam os indivíduos de um grupo social ou de um par durante o período reprodutivo e são utilizados principalmente por espécies que habitam florestas densas (MARLER, 2004). De acordo com o que foi observado, é possível que o chamado II propicie o reconhecimento específico entre machos e fêmeas, já que mesmo afastados indivíduos acasalados respondiam um ao outro. O reconhecimento individual é um pré-requisito para relações sociais complexas, tais como o cuidado parental e cooperação (STODDARD, 1996), sendo importante principalmente para a coordenação de esforços reprodutivos (FALLS, 1982). Animais que discriminam coespecíficos familiares provavelmente evitam desperdício de tempo e energia durante as interações sociais (LAMBRECHTS & DHONDT, 1995), isso é essencial no período reprodutivo para evitar esforços de respostas a indivíduos estranhos, principalmente na ausência de contato visual (GNAM, 1991).

Foi observado neste estudo que os animais também emitiam o chamado II durante o vôo, porém nesse momento a emissão das notas era em sequência e formava frase. De acordo com CONSTANTINE & THE SOUND APPROACH (2006) diferentes aspectos na estrutura de um chamado são utilizados para funções distintas em contextos

comportamentais diferentes. Além disso, segundo MARLER (2004), muitas espécies utilizam chamados de contato em momentos de vôo modificando a estrutura temporal e intensidade. Portanto, a emissão das notas do chamado II do formigueiro-assobiador em forma de frase constitui um chamado de vôo.

O chamado III foi caracterizado por diferentes tipos de notas emitidas em baixa intensidade e, além disso, foi observado que os comportamentos de forrageamento e côrte eram acompanhadas pela emissão dessas notas. Segundo VIELLIARD & SILVA (2007) sons que apresentam uma estrutura variável são simples variações do mesmo sinal com as mesmas funções biológicas. A baixa intensidade da emissão pode minimizar a detectabilidade dos indivíduos (NUNES & BETINI, 2002) e, por isso, essa característica parece ser vantajosa durante o forrageamento e comportamento de côrte do formigueiro-assobiador.

Observou-se durante o estudo que machos e fêmeas cantam em dueto podendo fazê-lo com ou sem sobreposição das frases. FARABAUGH (1982) definiu dueto como sendo a união de *displays* acústicos, onde duas aves coordenam seu canto com algum grau de precisão temporal. HALL (2004), baseado nessa definição, conceituou o dueto como uma ligação sobreposta de vocalizações emitidas por indivíduos pareados. O fato dos machos de *M. loricata* cantarem com mais frequência do que as fêmeas e sempre iniciar o dueto está de acordo com outros estudos desenvolvidos com espécies da família Tamnophilidae. Por exemplo, o estudo realizado por SEDDON & TOBIAS (2005), demonstrou que fêmeas de *Hypocnemis cantator* raramente cantam isoladamente e que na maior parte das vezes estas cantam em resposta ao macho. ZIMMER *et al.* (1997) verificaram que o dueto de *Cercomacra carbonaria* iniciava com uma ou mais frases do macho, para então a fêmea vocalizar. WILLIS (1972) descreveu machos e fêmeas de *Hylophylax naevioides* cantando em dueto e quando afastados, a fêmea canta em resposta ao canto do macho.

Parceiros usam o dueto como uma forma de sincronizarem sua fisiologia reprodutiva e manutenção do par (SEDDON & TOBIAS, 2005), principalmente em aves que habitam densas florestas onde a visibilidade é limitada (HAAL, 2004; THORPE, 1972). É provável que as espécies utilizem o dueto como uma das formas de garantirem o sucesso reprodutivo, uma vez que ele assegura a sincronia reprodutiva. Além disso, respondendo ao canto do seu parceiro em um dueto, o indivíduo estaria advertindo aos coespecíficos, sua condição de acasalado e repelindo rivais em potencial que eventualmente foram atraídos pelo canto solo do seu parceiro. Em contrapartida,

caso o parceiro cante para atrair parceiros adicionais, o dueto é uma consequência de conflito entre o casal, por isso o canto deve ser alto e revelar o sexo e a localidade do emissor. Outra função do dueto é a defesa do território e seus recursos. A participação de ambos os sexos na defesa territorial torna-a mais efetiva (HALL, 2004; LANGMORE, 1998; KROODSMA, 2007), talvez por que cada membro do par possa defender seu território contra intrusos do mesmo sexo, como sugerido para *Cercomacra tyrannina* (Tamnophilidae) (COLLINS, 2004).

Assim como encontrado em *M. loricata* no presente estudo, BARD *et al.* (2002), demonstraram diferenças entre o canto de machos e fêmeas de *Hylophylax naevioides*. Essas diferenças podem indicar para o casal o sexo do intruso, e isso provavelmente poderá interferir nas estratégias que envolvem a defesa territorial.

5. CONCLUSÕES

- O repertório vocal de *Myrmeciza loricata* apresentou-se bastante semelhante aos repertórios de outras espécies da família *Thamnophilidae*, principalmente em relação à configuração dos chamados.
- O canto do formigueiro-assobiador é simples e na maioria das vezes provocou resposta de outros indivíduos, o que sugere que essa vocalização carrega a mensagem específica de defesa do território.
- O chamado I - alarme possui configuração em “*rattle*” e foi utilizado, assim como em outras espécies da mesma família, no alerta a outros animais e a humanos.
- A emissão do chamado II pelo casal, quando se encontravam próximos ou distantes, sugere que seja um chamado de contato entre par e possua caráter de reconhecimento individual.
- O formigueiro-assobiador também emite o chamado II durante o voo, porém de forma diferente, sugerindo que mudanças na estrutura de um chamado geram funções distintas em outros contextos comportamentais.
- O chamado III está associado ao forrageamento e ao comportamento de cômte. Este chamado apresentou vários tipos de notas e isso, provavelmente está relacionado com o fato de que sinais com estrutura variável possam desempenhar as mesmas funções biológicas.
- Machos e fêmeas de *M. loricata* cantam em dueto, assim como outras espécies da família *Thamnophilidae*, e este sempre é iniciado pelo macho. O canto nesse contexto se relaciona com a manutenção/formação do casal.
- Os cantos da fêmea e do macho são diferentes, e ela somente o emite na presença do macho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, E. A. 1963. **The structure and components of bird song: a study of bird song**. Oxford University Press, New York, 33-43pp.
- BAKER, M. C. & BOYLAN, J. T. 1999. Singing behavior, mating associations and reproductive success in a population of hybridizing Lazuli and Indigo Buntings. **The Condor**, **101**: 493–504.
- BECKER, P. 1982. The coding of species-specific characteristics in bird sounds. In: KROODSMA, D. & MILLER, E. (eds.). **Acoustic Communication in Birds**. Academic, New York. Vol. 1, 213-252pp.
- BARD, S. C.; HAU, M.; WIKELSKI, M. & WINGFIELD, J. C. 2002. Vocal distinctiveness and response to conspecific playback in the Spotted Antbird, a neotropical suboscine. **The Condor**, **104**: 387-394.
- BRAUN, M. J.; ISLER, M. L.; ISLER, P. R.; BATES, J. M. & ROBBINS, M. B. 2005. Avian speciation in the Pantepui: the case of the Roraiman Antbird (*Percnostola* [*Schistocichla*] “*leucostigma*” *saturata*). **The Condor**, **107**: 327-341.
- BRENOWITZ, E. A.; MARGOLIA, S. H. D. & NORDEEN, K. W. 1997. An introduction to birdsong and the avian song system. **Journal of Neurobiology**, **33**(5): 495-500.
- BYERS, B. E. 1995. Song types, repertoires and song variation in a population of Chestnut-sided Warblers. **The condor**, **97**: 390-401.
- CATCHPOLE, C. K. & SLATER, P. J. B. 1995. **Bird song: biological themes and variations**. Cambridge University Press, 256 pp.
- CHAVES, J. C.; CUERVO, A. M.; MILLER, M. J. & CADENA, C. D. 2010. Revising species limits in a group of *Myrmeciza* Antbirds reveals a cryptic species within *M. laemosticta* (Thamnophilidae). **The Condor**, **112**(4): 718-730.
- COLLINS, S. 2004. Vocal fighting and flirting: the functions of birdsong. In: MARLER, P. & SLABBEKOORN, H. (eds.). **Nature’s music: The science of birdsong**. Elsevier Academic Press, San Diego, California, 513pp.
- CONSTANTINE, M & THE SOUND APPROACH. 2006. **The sound approach to birding: a guide to understanding bird sound**. The sound approach, 192pp.
- COONEY, R. & COCKBURN, A. 1995. Territorial defence is the major function of female song in the Superb Fairy-wren *Malarus cyaneus*. **Animal Behavior**, **49**: 1635-1647.
- FALLS, J. B. 1982. Individual recognition by sound in birds. In: KROODSMA, D. & MILLER, E. H. (eds.). **Acoustic Communication in Birds**. Academic, New York. Vol. 1, 213-252pp.

- FARABAUGH S. M. 1982. The ecological and social significance of duetting. In: KROODSMA, D. & MILLER, E. H. (eds). **Acoustic Communication in Birds**. Academic, New York. Vol. 1, 85-124pp.
- FARABAUGH, S. M. & DOOLING, R. J. 1996. Acoustic communication in parrots: Laboratory and field studies of Budgerigars, *Melopsittacus undulates*. In: KROODSMA, D. & MILLER, E. H. (eds). **Ecology and evolution of acoustic communication in birds**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 587pp.
- GNAM, R. S. 1991. Nesting behavior of the Bahama Parrot *Amazona leucocephala bahamensis* on Abaco Island, Bahamas. In: BELL, B. D.; COSSEE, R. O.; FLUX, J. E. C.; HEATHER, B. D.; HITCHMOUGH, R. A.; ROBERTSON, C. J. R. & WILLIAMS, M. J. (eds.). **Acta XX Congressus Internationalis Ornithologici**. New Zealand: New Zealand Ornithological Congress Trust Board. Vol. 2, 673-680pp.
- GONZÁLES, C. & ORNELAS, J. F. 2005. Song structure and microgeographic song variation in Wedge-tailed Sabrewings (*Campylopterus curvipennis*) in Veracruz, Mexico. **The Auk**, **122**: 593–607.
- HALL, M. L. 2004. A review of hypotheses for the functions of avian duetting. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **55**: 415-430.
- HELBIG, A. J.; KOX, A. G.; PARKIN, D. T.; SANGSTER, G. & COLLINSON, M. 2002. Guidelines for assigning species rank. **Ibis**, **144**: 518–525.
- HORN, A. G.; DICKINSON, T. E. & FALLS, N. D. J. B. 1993. Male quality and song repertoires in Western Meadowlarks, *Sturnella neglecta*. **Canadian Journal of Zoology**, **71**: 1059-1061.
- ISLER, M. L.; ISLER, P. R. & WHITNEY, B. M. 1998. Use of vocalizations to establish species limits in antbirds (Passeriformes: Thamnophilidae). **The Auk**, **115**: 577-590.
- ISLER, M. L. & ISER, P. R. 2003. Species limits in the Pygmy Antwren (*Myrmotherula brachyura*) complex (Aves: Passeriformes: Thamnophilidae): 1. The taxonomic status of *Myrmotherula brachyura ignota*. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, **116**(1): 23-28.
- ISLER, M. L.; ISLER, P. R. & BRUMFIELD, R. T. 2005. Clinal variation in vocalizations of an antbird (Thamnophilidae) and implications for defining species limits. **The Auk**, **122**(2): 433-444.
- JOHNSON, N. K.; REMSEN JR, J. V. & CICERO, C. 1999. Resolution of the debate over species concepts in ornithology: A new comprehensive biological species concept. In: ADAMS, N. J. & SLOTOW, R. H. (eds.). **BirdLife South Africa**. Acta XXII Congressus Internationalis Ornithologici, 1470-1482pp.

- KETTLE, R. & VIELLIARD, J. M. E. 1991. Documentation standards for wildlife sound recordings. **Bioacoustics**, **3**:235-238.
- KROODSMA, D. 2007. **The singing life of birds: the art and science of listening to birdsong**. Houghton Mifflin, 482pp.
- LAMBRECHTS, M. M. & DHONDT, A. A. 1995. Individual voice discrimination in birds. In: POWER, D. M. (ed.). **Current Ornithology**, **12**: 115-139.
- LANGMORES, N. E. 1998. Functions of duet and solo songs of female birds. **Trends in Ecology & Evolution**, **13**: 136-140.
- LANGMORE, N. E. 2000. Female bird song. In.: ESPMARK, Y.; AMUNDSEN, T. & ROSENQVIST, G. (eds.). **Signalling and signal design in animal communication**. Tapir Academic Press, 496pp.
- LOVELL, S. F. & LEIN M. R. 2004. Song variation in a population of Alder Flycatchers. **Journal of Field Ornithology**, **75**: 146–151.
- MARLER, P. 1956. The voice of Chaffinch and its function as language. **Ibis**, **98**(2): 231-261.
- MARLER, P. 2004. Birds call: a cornucopia for communication. In.: MARLER, P. & SLABBEKOORN, H. (eds.). **Nature's music: The science of birdsong**. Elsevier Academic Press, San Diego, California. 513pp.
- NUNES, E. G. & BETINI, S. 2002. Métodos de estimativa de abundância de psitacídeos. In.: M. GALETTI, M. & PIZO, M. A. (eds.) **Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil**. Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas, 99-112pp.
- RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. & BROWN, W. L. 1994. **The Birds of South America: The suboscine passerines**. University of Texas Press. Vol 2. 940pp.
- RITCHISON, G. 1988. Song repertoire and the singing behavior of male northern cardinals. **The Wilson Bulletin**, **100**(4): 583-603.
- ROGERS, A. C.; LANGMORE, N. E. & MULDER, R. A. 2006. Function of pair duets in the Eastern Whipbird: cooperative defense or sexual conflict? **Behavioral Ecology**, **10**: 182-188.
- SEARCYW, A. 1992. Song repertoire and mate choice in birds. **American Zoologist**, **32**: 71-80.
- SEDDON, N. & TOBIAS, J. A. 2005. Duets defend mates in a Suboscine Passerine, the Warbling Antbird (*Hypocnemis cantator*). **Behavioral Ecology**, **10**:73-83.

- SEDDON, N.; MERRIL, R. M. & TOBIAS, J. A. 2008. Sexually selected traits predict patterns of species richness in a diverse clade of Suboscine birds. **The American Naturalist**, **171**(5): 620-631.
- SCOTT, F. L. & LEIN, M.R. 2004. Song variation in a population of Alder Flycatchers. **Journal of Field Ornithology**, **75**: 146-151.
- SLABBEKOORN, H., & SMITH, T. B. 2002. Bird song, ecology and speciation. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, **357**: 493–503.
- SLABBEKOORN, H. 2004. Singing in the wild.: the ecology of birdsong. In.: MARLER, P. & SLABBEKOORN, H. (eds.). **Nature's music: The science of birdsong**. Elsevier Academic Press, San Diego, California, 513pp.
- SNOWDON, C. T. 2007. Comunicação. In.: YAMAMOTO, M. E. & VOLPATO, G. L. (orgs). **Comportamento animal**. Natal: Editora UFRN, 298 pp.
- STODDARD, P. K. 1996. Vocal recognition of neighbors by territorial passerines. In.: KROODSMA, D. & MILLER, E. H. (eds). **Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 356-374pp.
- THORPE, W.H. 1972 Duetting and antiphonal song in birds: its extent and significance. **Behaviour Suppl.**, **18**:1–197
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991, **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, 124pp.
- VIELLIARD, J. 1987. **Uso da bioacústica na observação das aves**. II Encontro Nacional de Anilhadores de Aves, Rio de Janeiro, 98-121pp.
- VIELLIARD, J. M. E. & SILVA, M. L. 2007. A Bioacustica como ferramenta de pesquisa em Comportamento animal. In: Assis, G.; Brito, R. & Martin, W. L. (eds.). **Estudos do Comportamento II**. Belem: Editora da UFPA, 141-156pp.
- WILLIS, E. D. 1968. Studies of the behavior of Lunalated and Salvin's Antbirds. **The Condor**, **70**: 128-148.
- WILLIS, E. D. 1972. **The behavior of Spotted Antbirds**. Ornithological Monographs, 10. The American Ornithologists' Union, 162pp.
- WILLIS, E. D. 1982. The behavior of Scale-backed Antbirds. **The Wilson Bulletin**, **94**(4): 447-462.
- WILLIS, E. D. & ONIKI, Y. 1972. Ecology and nesting behavior of the Chestnut-backed Antbird (*Myrmeciza exsul*). **The Condor**, **74**: 87-98.
- WILLIS, E. O. & ONIKI, Y. 1981. Notes on the Slender Antbird. **The Wilson Bulletin**, **93**: 103-107.

ZIMMER, K. J.; WHITTAKER, A. & STOTZ, D. F. 1997. Vocalizations, behavior and distribution of the Rio Branco Antbird. **The Wilson bulletin**, **109**(4): 663-678.

ZIMMER, K. 1999. Behavior and vocalizations of the Caura and the Yapacana Antbirds. **The Wilson Bulletin**, **111**(2): 195-209.

CAPÍTULO 2

O FORMIGUEIRO-ASSOBIADOR E A HABITUAÇÃO ACÚSTICA: PLASTICIDADE SONORA EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO.

RESUMO

A estrutura do hábitat tem sido considerada o principal fator a moldar as características acústicas das vocalizações das aves durante a evolução. Baseado em diferentes padrões da degradação do som em diferentes habitats, a hipótese de adaptação acústica (HAA) propõe que vocalizações emitidas em ambientes abertos tenham frequências menores, larguras de banda mais amplas e ritmos mais rápidos do que vocalizações emitidas em ambientes densos, pois estes acarretam maior degradação no sinal sonoro devido ao maior número de folhas, galhos e troncos. A Floresta Estacional Semidecidual é condicionada pela dupla estacionalidade climática, perdendo parte de suas folhas no período seco do ano e aumentando a densidade da vegetação no período chuvoso. O objetivo deste trabalho é verificar a plasticidade acústica gerada pela HAA nos parâmetros das vocalizações do formigueiro-assobiador em diferentes estações do ano. Os parâmetros frequência mínima e máxima, largura de banda, frequência central, pico de frequência, 1º. e 3º. quartis da frequência, duração das frases/notas, número de notas, ritmo, intervalo entre frases/notas e intensidade foram mensurados e separados em cada estação e em seguida foi aplicado o teste de Mann-Whitney para a comparação entre as estações. O formigueiro-assobiador habituou os parâmetros de suas vocalizações em relação às mudanças sazonais. Para o canto a duração das frases, números de notas, intervalo entre frases e intensidade foram maiores na estação chuvosa, enquanto o ritmo foi mais lento nesta estação. O chamado de alarme apresentou os parâmetros relacionados com a frequência menores na estação chuvosa e dessa forma a degradação do sinal sonoro é minimizada. Entretanto, a duração das frases, número de notas e o ritmo foram maiores nesta mesma estação. Em sinais vocais com grande repetição de notas emitidas em ritmo acelerado e com ampla largura de banda, como o chamado de alarme, a degradação do sinal durante sua transmissão permite aos indivíduos estimar a distância do sinalizador, o que pode ser decisivo para os indivíduos, uma vez que o chamado de alarme está relacionado a uma resposta anti-predador. A habituação acústica, caracterizada como a plasticidade sonora apresentada em diferentes estações é gerada pela adaptação acústica e utilizada em um momento decisivo para garantir o sucesso da espécie.

ABSTRACT

Habitat structure has been considered as a main factor shaping the evolution of birdsong acoustics. Based on differential patterns of sound degradation in different habitats, the acoustic adaptation hypothesis (AAH) proposes that vocalizations emitted in open habitats have higher frequencies, greater bandwidth and faster rates than vocalizations emitted in dense habitats since they result in greater sound degradation due to number of leaves, branches and trunks. The semideciduous forest is characterized by a double climatic seasonality, losing part of their leaves during the dry season and increasing the vegetation density in the wet season. The aim of this study is to assess the acoustic plasticity generated by AAH in the vocals parameters of the White-bibbed Antbird in different seasons. The parameters minimum and maximum frequency, bandwidth, center frequency, peak frequency, 1st. and 3rd. quartiles frequency, phrases/note duration, number of notes, pace, inter-phrase/note duration and intensity were measured and separated into each season and then we applied the Mann-Whitney test to compare the seasons. The White-bibbed Antbird accustomed parameters of their vocalizations in relation to seasonal changes. Song phrases duration, numbers of notes, inter-phrases duration and intensity increased in wet season, and the pace was slower in this season. The frequency-dependent parameters of alarm call decreased in wet season and thus the sound degradation is minimized. However, phrases duration, number of notes and pace was higher in the same season. Vocalizations emitted in faster rates and with wide frequency bandwidth, the signal degradation during transmission allows individuals to estimate the signaler distance, which can be decisive for individuals, since the alarm call is related to an anti-predator response. The acoustic habituation, described by sound plasticity presented at different seasons is generated by acoustic adaptation and used at a turning point to ensure the success of the specie.

1. INTRODUÇÃO

Muitos aspectos do comportamento animal como reconhecimento de um grupo, escolha ou atração de parceiros, defesa territorial, comunicação entre parentes e prole, envolvem sinais acústicos (KROODSMA & MILLER 1982; CATCHPOLE & SLATER 1995). Em aves a produção de um sinal acústico deve ocorrer da melhor forma para que o sinal seja potencialmente percebido pelos receptores (SAINO *et al.*, 1997), em vista disso, vantagens adaptativas devem ter selecionado vocalizações que não se deterioram a medida em que são transmitidas no ambiente para que cheguem menos inalteradas aos receptores.

O som atenua e degrada com a distância, principalmente quando há obstáculos no ambiente que impedem sua penetração. A atenuação resulta na absorção de energia pela atmosfera ou por obstáculos do ambiente (SLABBEKOORN, 2004), logo quanto mais o som se distancia da sua fonte, mais fraco ele se torna (BRADBURY & VEHRENCAMP, 1998). A degradação refere-se a qualquer mudança temporal, estrutural e nos padrões de frequência, importantes no reconhecimento do sinal, que ocorre entre o emissor e o receptor. A degradação do sinal pode acontecer através da reflexão do som gerando ecos (onda refletida volta depois da onda incidente ter acabado) e reverberação (onda refletida volta antes da onda incidente ter acabado, gerando prolongamento do som). Nesses casos o som sofre perdas durante a transmissão, o que compromete a integridade da informação contida no sinal (SLABBEKOORN, 2004).

Fatores como turbulências no ar devido ao vento e gradientes de temperatura, causam flutuações irregulares de amplitude que podem distorcer o sinal de comunicação sonora. Superfícies refletoras como troncos, galhos e folhas causam ecos que interferem na percepção do sinal. Os ruídos do ambiente constituem outro fator que altera a integridade das emissões vocais, interferindo na detecção e reconhecimento do sinal (SLABBEKOORN, 2004). Além disso, fatores climáticos adicionam uma complexidade ao sistema de comunicação acústica: a chuva, por exemplo, pode mudar rapidamente a condição acústica do local. Isso ocorre pois o ruído ambiental é aumentado o que resulta na atenuação e degradação do sinal durante sua propagação e consequentemente a detecção e discriminação do som pelo receptor são alteradas (LENGAGNE & SLATER, 2002).

Em qualquer análise das vocalizações dos pássaros, todos os parâmetros acústicos fazem parte da interpretação do contexto vocal. Cada sinal é suficientemente distinto permitindo a transmissão de uma grande variedade de informação biológica, já que muitos pássaros estabelecem territórios e usam suas canções para defendê-los, atrair, manter e estimular o par no período reprodutivo e repelir rivais (COLLINS, 2004). Por isso, canções detectadas a uma grande distância oferecem uma vantagem seletiva para aqueles machos que as emitiram, em relação aos machos que possuem cantos que atingem menores distâncias (FORREST & GREEN, 1991).

A distância que uma ave é capaz de se comunicar por meio de sons depende da taxa de atenuação do som usado, da amplitude do som na fonte, do nível de barulho de fundo do ambiente e da sensibilidade auditiva do indivíduo receptor (MORTON, 1975). Portanto, pode-se prever que os sinais devem evoluir para minimizar os efeitos da atenuação e degradação, e a seleção deve favorecer aqueles sinais que maximizam a fidelidade e eficiência das características durante a transmissão (RÖMER & LEWALD, 1992; ENDLER, 1992; ENDLER, 1993).

Os habitats em que os pássaros vivem e se comunicam são auditórios complexos, e de todos os diferentes tipos de habitats conhecidos, as florestas tropicais compreendem os mais intrincados (SMITH & YU, 1992; DATE & LEMON, 1993; WILLIAMS & SLATER, 1993; NAGUIB & WILEY, 2001). A variedade de processos físicos associados com a transmissão, atenuação e degradação representa apenas uma pequena parte desta complexidade. Muitos habitats apresentam um tipo de vegetação distribuído homogeneamente entre o emissor e receptor, outros apresentam extrema variação vegetal, contribuindo para uma mudança nos padrões de absorção e reflexão do som no ambiente (SLABBEKOORN, 2004), em vista disso, a sinalização em cada ambiente pode diferir com o tipo e a densidade da vegetação (MORTON, 1975).

A Hipótese da Adaptação Acústica (HAA) (MORTON, 1975; HANSEN, 1979) propõe que a seleção dependente da estrutura hábitat moldou a evolução das propriedades acústicas das vocalizações das aves. Baseado em diferentes padrões de degradação relacionados com a estrutura do hábitat, a HAA prediz que aves que vivem em hábitat abertos e de estrutura vegetal mais simples produzem sons de frequências maiores, larguras de banda mais amplas, além de cantarem em ritmo mais rápido e menores intervalos de silêncio, enquanto aves que vivem em habitats mais fechados e com maior complexidade vegetal produzem sons de frequências mais

baixas, largura de banda mais estreita, ritmo mais lento e maiores intervalos de silêncio entre os elementos da vocalização (MORTON 1975; ROTHSTEIN & FLEISCHER, 1987).

Portanto, a HAA sugere que os pássaros modificam suas vocalizações para maximizar a transmissão através de diferentes habitats. Vários estudos têm investigado a relação das mudanças nas variáveis acústicas com o tipo de habitat. Por exemplo, BLUMENRATH & DABELSTEEN (2004) e PADGHAM (2004) investigaram a atenuação de altas frequências e concluíram que é mais acentuada na transmissão em habitats mais densos. BROWN & HANDFORD (2000); SLABBEKOORN & SMITH (2002a) e NAGUIB (2003), relacionaram a degradação do sinal sonoro com a reverberação, sendo maior em habitats mais densos. Efeitos da reverberação dependem também da densidade da vegetação, logo mudanças sazonais na estrutura vegetal de uma floresta terão grandes efeitos na reverberação (NAGUIB, 2003). Muitos trabalhos demonstraram que aves que vivem em habitats densos emitem chamados em frequências mais baixas do que aves que vivem em habitats abertos (WILEY, 1991; BERTELLI & TUBARO, 2002) e os parâmetros temporais das vocalizações são influenciados pelo tipo de habitat (BROWN & HANDFORD, 2000). Nos trabalhos de WILEY & RICHARDS (1982); BROWN & HANDFORD (2000) e SLABBEKOORN *et al.* (2002) a transmissão do som também foi associada com microclima e estrutura da vegetação.

A maioria dos estudos tem envolvido comparação entre espécies diferentes. A comparação dos efeitos do ambiente nos parâmetros acústicos de uma mesma espécie fornece um melhor entendimento de como as espécies resolvem problemas momentâneos e elucidam outros fatores que influenciam nas vocalizações como, por exemplo, a história filogenética (NICHOLLS & GOLDIZEN, 2006; PODOS, 2001).

A relação entre o *design* dos sinais sonoros e o ambiente é crucial para obtenção de conhecimento da evolução das espécies e funcionamento dos sinais acústicos (SLABBEKOORN, 2004), sendo que a maioria dos estudos realizados envolve comparações entre espécies diferentes (BADYAEV & LEAF, 1997; SAUNDERS & SLOTOW, 2004; NICHOLLS & GOLDIZEN, 2006).

De acordo com VELOSO *et al.* (1991) a Floresta Estacional Semidecidual é condicionada pela dupla estacionalidade climática, perdendo parte de suas folhas no período seco do ano, o que cria duas condições distintas no decorrer de um ano: uma em que a floresta apresenta maior densidade vegetal (período chuvoso) e outra com

menor densidade (período seco). Em vista disso, o objetivo deste trabalho é verificar a plasticidade acústica gerada pela Hipótese da Adaptação Acústica, nos parâmetros sonoros das vocalizações do formigueiro-assobiador em diferentes estações do ano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Reserva Biológica Municipal Poço D'anta (21°44'58.79" S e 43°19'7.09" O) é uma unidade de conservação de 277 ha localizada dentro do perímetro urbano do município de Juiz de Fora – MG e foi criada pelo Decreto Municipal nº 2.794 em 21/09/1982, preservando um dos últimos remanescentes de Mata Atlântica da região. O clima é o tropical de altitude do tipo Cwa (mesotérmico com verão quente e chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual em torno de 19°C e precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1.500 mm, apresentando duas estações bem definidas: uma, que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com baixa pluviosidade. A Reserva do Poço D'anta está classificada dentro das fisionomias vegetais da Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO *et al.*, 1991), possuindo cobertura florestal composta por floresta secundária (Fig. 1).

2.2 Metodologia

O trabalho de campo foi realizado entre junho de 2010 a maio de 2011, sendo constituído de um dia de amostragem por semana, totalizando quatro dias por mês. A duração de um ano de coleta foi importante para abranger totalmente as estações seca e chuvosa.

Os encontros com a espécie e os registros oportunistas de emissões espontâneas se deram por busca ativa. As trilhas dentro da mata foram percorridas arbitrariamente e nos momentos de vocalização foi utilizado o gravador portátil Zoom H4N acoplado ao microfone condensador uni-direcional Yoga HT 81 para as gravações. Os locais onde se realizaram as gravações foram georreferenciados através do GPS Garmin eTrex H.

Cada evento vocal foi devidamente registrado em planilhas de campo seguindo protocolo pré-estabelecido por KETTLE & VIELLIARD (1991). O esforço de gravação foi de seis horas por dia, da seguinte maneira: na primeira semana do mês as coletas de registros vocais se estenderam das seis horas até as 12 horas e na segunda semana das 12 horas até as 18 horas. O mesmo procedimento foi repetido na terceira e quarta semanas. Dessa forma cada mês obteve 24 horas de esforço de campo igualitário.

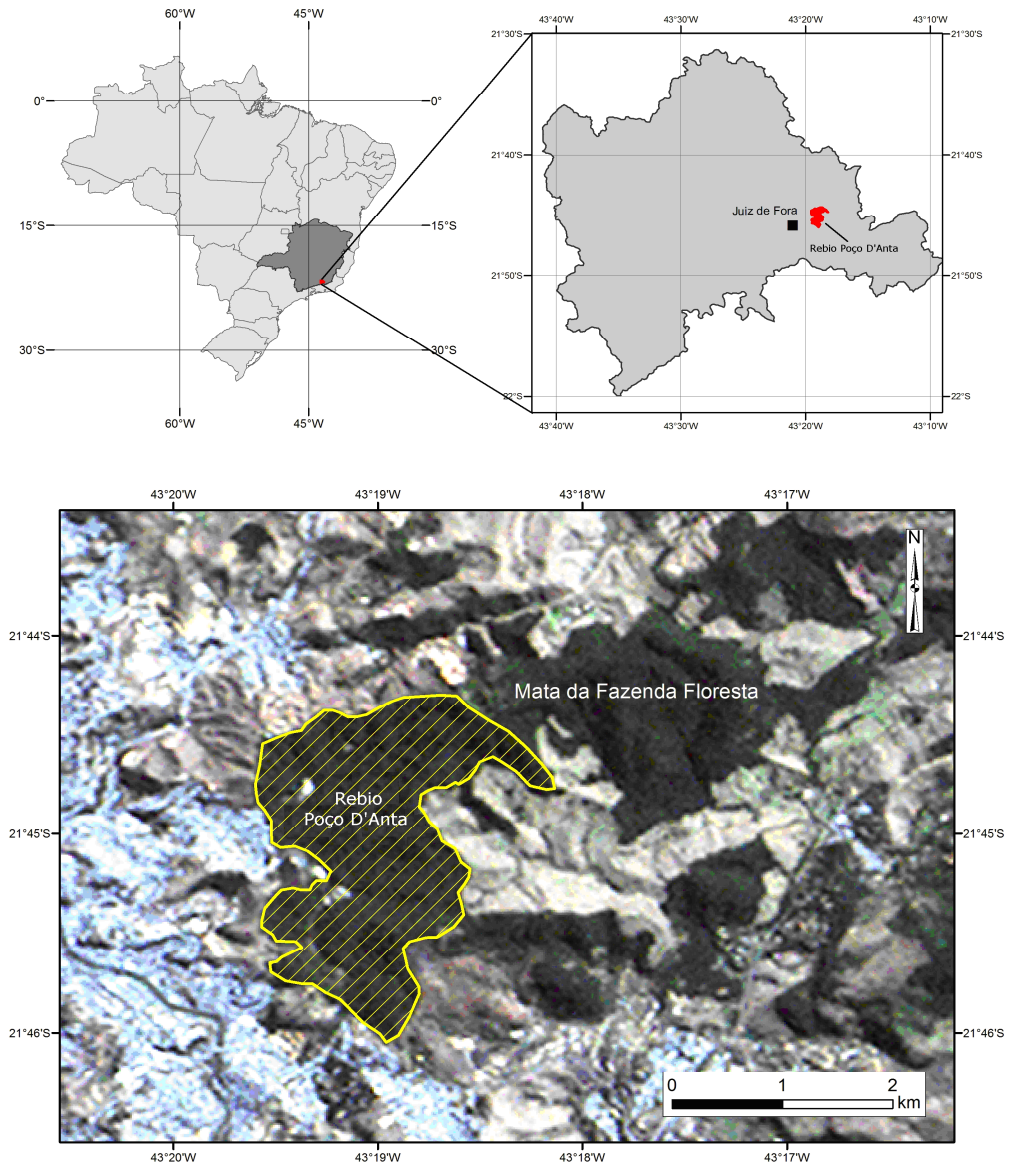


Figura 1: Mapa e localização da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora – MG.

2.3 Análise acústica

As gravações foram digitalizadas em velocidade normal e taxa de amostragem de 44,1 kHz/16 Bits, através do programa RAVEN 1.3 (*Cornell Laboratory of Ornithology*) que produziu os sonogramas dos registros vocais de *Myrmeciza loricata*.

Abaixo seguem os parâmetros acústicos mensurados e as respectivas definições:

- Frequência mínima (Hz): frequência mais baixa encontrada.
- Frequência máxima (Hz): frequência mais alta encontrada.
- Largura de banda (Hz): diferença entre a frequência mais alta e a frequência mais baixa. Esta medida também pode ser chamada de variação da frequência.
- Frequência central (Hz): frequência que divide a seleção feita no sonograma em dois intervalos de frequência de mesma energia.
- Pico de frequência (Hz): frequência em que ocorre maior energia.
- 1º. quartil da frequência (Hz): frequência que divide a seleção em dois intervalos contendo 25% e 75% da energia.
- 3º. quartil da frequência (Hz): frequência que divide a seleção em dois intervalos contendo 75% e 25% da energia.
- Número de notas: quantidade de notas na seleção. A nota foi definida como a menor unidade do som aparecendo no sonograma como um traço contínuo (SLABBEKOORN, 2004).
- Duração da frase/nota (s): tempo decorrido do início da primeira nota ao final da última nota. A frase foi definida como uma sequência de notas. Em vocalizações que as notas não formavam frases a medida utilizada foi a duração da nota.
- Ritmo (notas/s): razão entre o número total de notas na frase pela duração da frase.
- Intervalo entre frases/notas (s): tempo decorrido do final da última nota de uma frase até o início da primeira nota da frase seguinte, ou tempo de silêncio entre as frases. Em vocalizações que as notas não formavam frases a medida utilizada foi o intervalo entre notas.
- Intensidade (dB): energia total dentro da seleção.

2.4 Análise estatística

Foram calculados os valores mínimo, máximo e a média de todos os parâmetros acústicos para cada gravação registrada (evento vocal). Eventos vocais emitidos consecutivamente, mas separados por curto espaço de tempo e registrados em diferentes gravações, foram mensurados juntos quando em campo foi possível perceber se tratar de vocalizações de um mesmo indivíduo. Dessa forma foi gerada uma planilha com a distinção dos indivíduos e seus respectivos eventos vocais.

Para a comparação entre as estações foi considerada a estação seca no período compreendido de maio a setembro e a estação chuvosa de outubro a abril (IBGE, 1977; INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE JUIZ DE FORA, 1996). Foram calculados as médias e os desvios-padrão dos valores mínimos, máximos e médias de todos os eventos que ocorreram em cada uma das estações separadamente.

Para os cálculos de intensidade do som foram considerados apenas os eventos em que foi possível avistar o animal e estimar sua distância aproximada do observador, já que a distância é um fator relacionado com a atenuação da energia do som durante sua transmissão (WILEY & RICHARDS, 1978; SLABBEKOORN, 2004). Distâncias iguais foram agrupadas e calculou-se a média das intensidades em cada uma delas. Em seguida, através do programa BioEstat 5.0, foi aplicado o teste de Correlação de Spearman a fim de verificar a associação entre as distâncias estimadas e as médias da intensidade. Para a comparação entre as estações seca e chuvosa foi aplicado o teste de Mann-Whitney em cada um dos parâmetros acústicos. O nível de significância assumido para o teste de Correlação de Spearman e o teste de Mann-Whitney foi de $\alpha = 0,05$.

Todos os cálculos foram feitos separadamente para cada tipo de vocalização e as vocalizações que apresentaram número de registros insuficientes em qualquer uma das estações foram desconsideradas.

3. RESULTADOS

Os resultados da análise de correlação de Spearman mostraram que a distância em que os animais foram avistados não se relacionou significativamente com a intensidade das vocalizações (Tab. 1).

Tabela 1: Resultados da análise de correlação de Spearman entre a distância e a intensidade do canto do macho, chamado I - alarme e chamado II de *Myrmeciza loricata* e os respectivos valores mínimo e máximo da distância de avistamento.

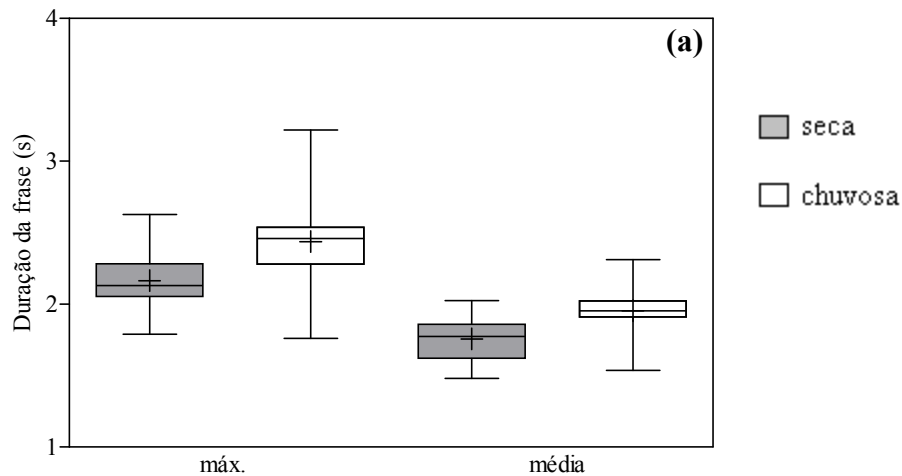
Parâmetros		Canto do macho		Chamado I - alarme		Chamado II	
		r_s	p	r_s	p	r_s	p
Intensidade	mín.	-0,583	0,0991	-0,517	0,1543	-0,086	0,8717
	máx.	-0,533	0,1391	-0,017	0,9661	-0,429	0,3965
	média	-0,250	0,5165	-0,400	0,2860	-0,429	0,3965
Distância (m)	mín.	1		1		2	
	máx.	10		10		8	

Nível de significância assumido $\alpha = 0,05$.

r_s = coeficiente de correlação de Spearman.

Verificamos diferenças significativas no canto do macho entre as estações seca e chuvosa para as seguintes variáveis acústicas (Fig. 2, tab. 2):

- Duração da frase: máximo e média maiores na estação chuvosa.
- Número de notas: mínimo, máximo e média maiores na estação chuvosa.
- Ritmo: máximo menor na estação chuvosa.
- Intervalo entre frases: máximo e média maiores na estação chuvosa.
- Intensidade: mínimo e máximo maiores na estação chuvosa.



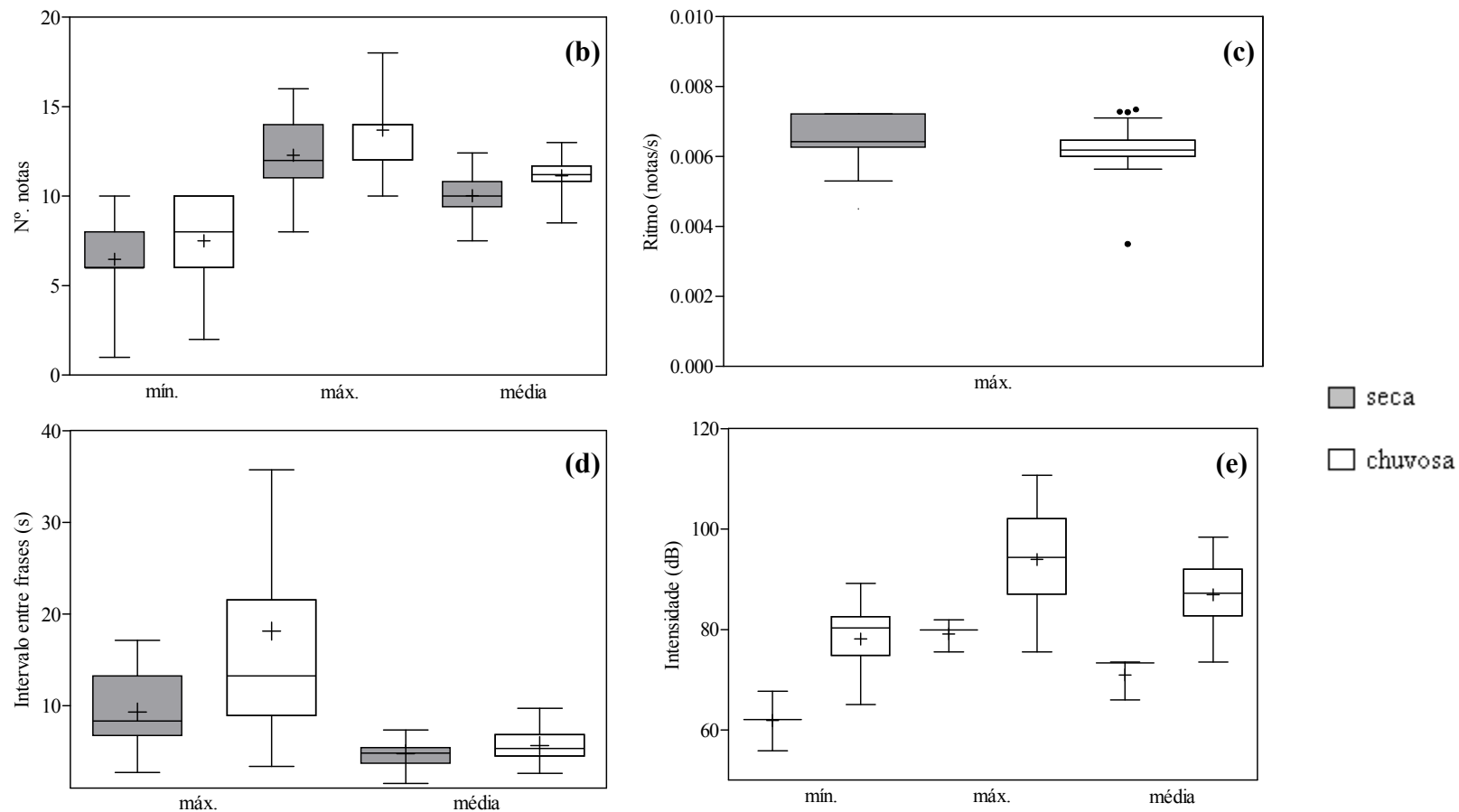
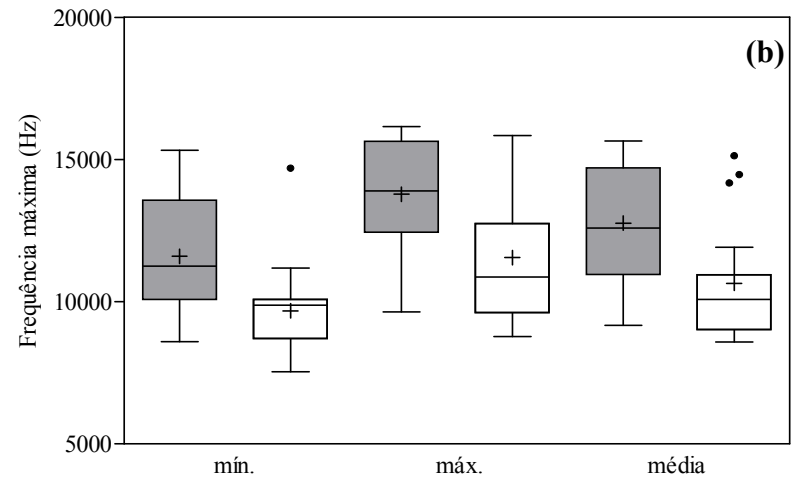
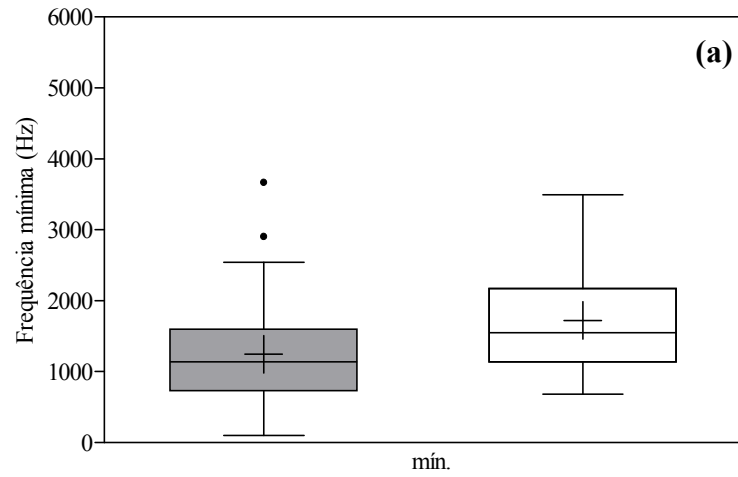


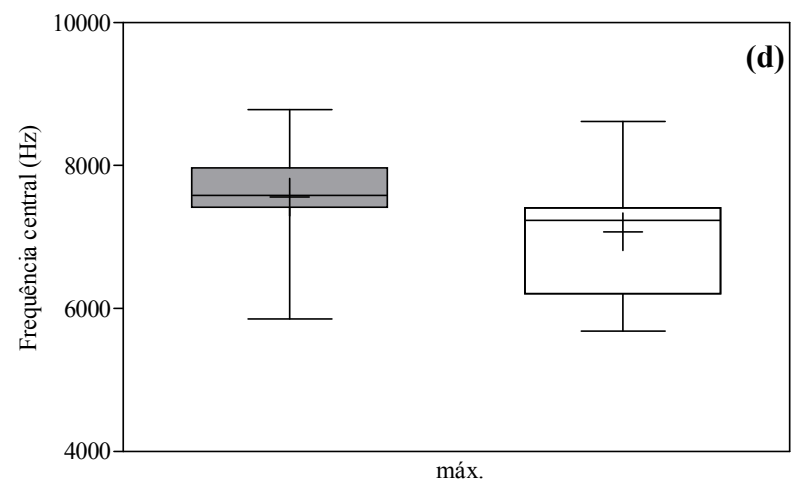
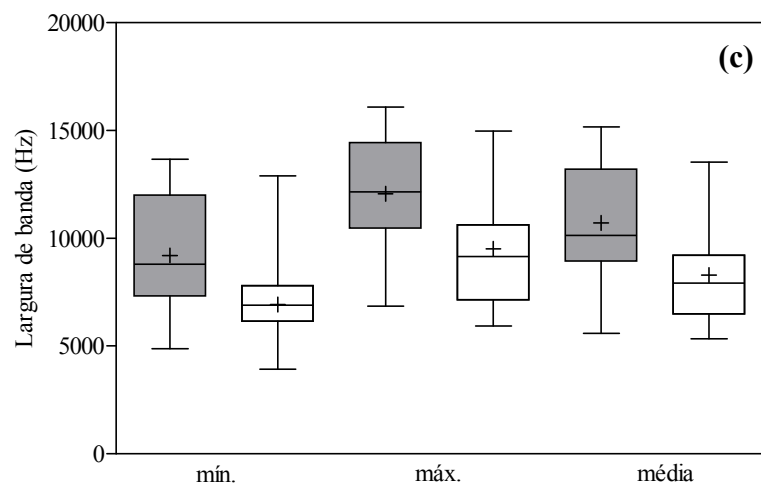
Figura 2: *Box plots* dos parâmetros acústicos do canto que apresentaram diferenças significativas no teste de Mann-Whitney entre as estações seca e chuvosa. (a) – duração da frase; (b) – nº. notas; (c) – ritmo; (d) – intervalo entre frases; (e) – intensidade. Cada caixa representa 50% das observações e suas extremidades correspondem ao primeiro e terceiro quartis (25% e 75%), a linha horizontal representa a mediana, as linhas verticais os valores mínimo e máximo, a cruz “+” corresponde à média e os círculos preenchidos representam valores extremos (“outliers”). Nível de significância assumido $\alpha = 0,05$.

Para o chamado I - alarme observou-se diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa para as seguintes variáveis acústicas (Fig. 3, tab. 2):

- Frequência mínima: mínimo maior na estação chuvosa.
- Frequência máxima: mínimo, máximo e média menores na estação chuvosa.
- Largura de banda: mínimo, máximo e média menores na estação chuvosa.
- Frequência central: máximo menor na estação chuvosa.
- 3º. quartil da frequência: máximo menor na estação chuvosa.
- Duração da frase: mínimo e média maiores na estação chuvosa.
- Número de notas: mínimo e média maiores na estação chuvosa.
- Ritmo: média maior na estação chuvosa.



■ seca
□ chuvosa



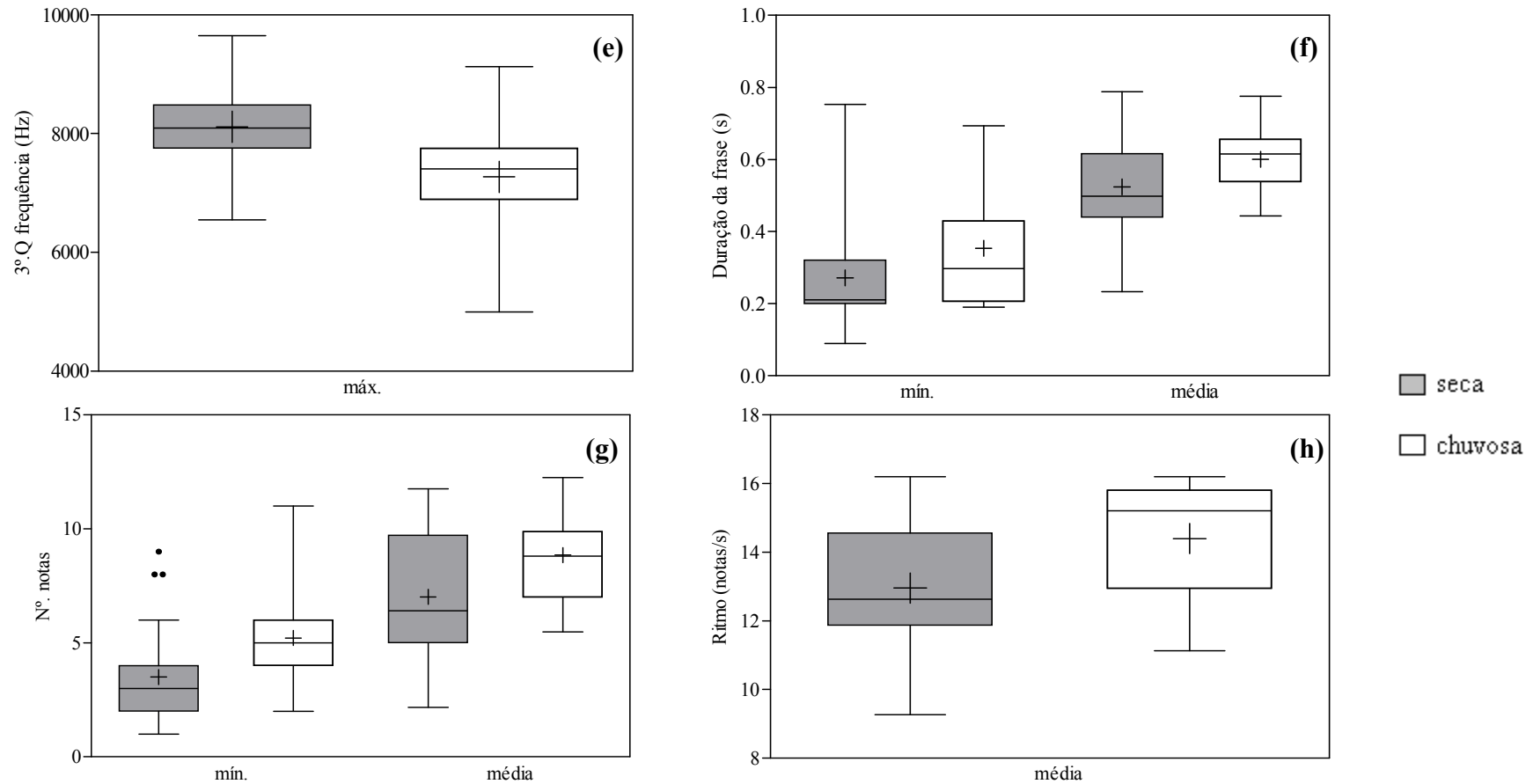


Figura 3: *Box plots* dos parâmetros acústicos do chamado I - alarme que apresentaram diferenças significativas no teste de Mann-Whitney entre as estações seca e chuvosa. (a) – frequência mínima; (b) – frequência máxima; (c) – largura de banda; (d) – frequência central; (e) - 3º. quartil de frequência; (f) – duração da frase; (g) - n °. Notas; (h) – ritmo. Cada caixa representa 50% das observações e suas extremidades correspondem ao primeiro e terceiro quartis (25% e 75%), a linha horizontal representa a mediana, as linhas verticais os valores mínimo e máximo, a cruz “+” corresponde à média e os círculos preenchidos representam valores extremos (“*outliers*”). Nível de significância assumido $\alpha = 0,05$.

O chamado II apresentou diferença significativa entre as estações apenas para o valor mínimo do intervalo entre frases/notas que foi maior na estação chuvosa. (Fig. 4, tab. 2).

O canto da fêmea e o chamado III foram desconsiderados, pois apresentaram registros na estação seca insuficientes para a realização dos testes.

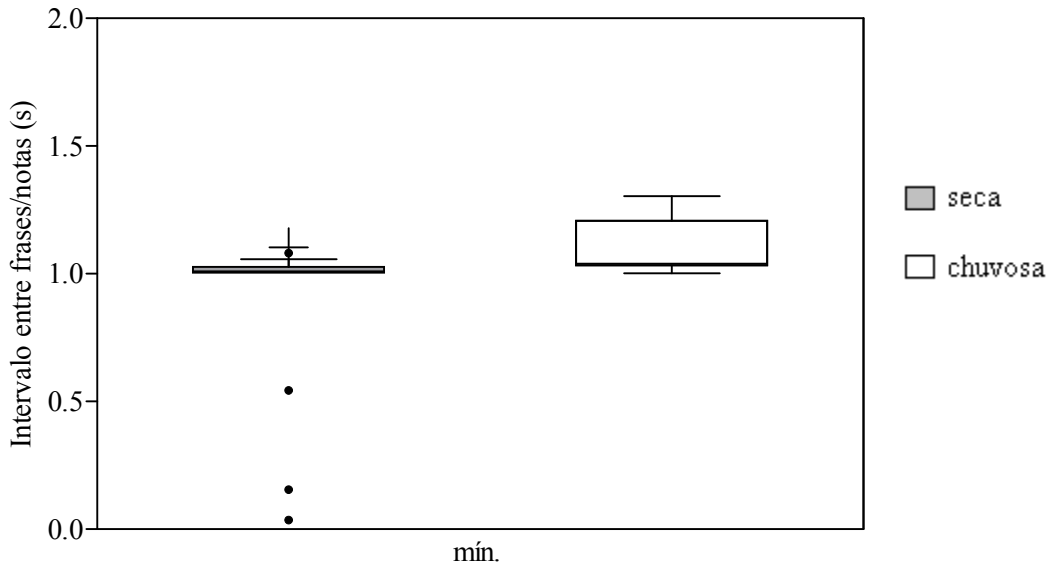


Figura 4: *Box plots* do intervalo entre frases/notas do chamado II que apresentou diferença significativa no teste de Mann-Whitney entre as estações seca e chuvosa. Cada caixa representa 50% das observações e suas extremidades correspondem ao primeiro e terceiro quartis (25% e 75%), a linha horizontal representa a mediana, as linhas verticais os valores mínimo e máximo, a cruz “+” corresponde à média e os círculos preenchidos representam valores extremos (“*outliers*”). Nível de significância assumido $\alpha = 0,05$.

Continuação da tabela 2:

Intervalo entre frases/notas (s)	min.	2,849 ± 1,316	3,186 ± 1,038	676,5	0,287	1,811 ± 1,613	2,301 ± 2,097	332,5	0,300	1,103 ± 0,983	2,840 ± 6,717	70,5	0,001*	5,756 ± 6,143	7,643 ± 11,351
	máx.	9,298 ± 4,011	18,140 ± 17,197	426,5	0,001*	14,967 ± 38,311	11,245 ± 14,048	337,5	0,338	15,598 ± 29,348	22,884 ± 34,218	175,0	0,693	23,170 ± 11,956	28,020 ± 26,715
	média	4,744 ± 1,476	5,655 ± 1,486	560,5	0,037*	3,335 ± 1,741	3,482 ± 1,910	371,5	0,668	8,051 ± 20,096	4,962 ± 6,794	170,0	0,593	8,712 ± 5,226	15,401 ± 17,292
Intensidade (dB)	min.	61,9 ± 6,0	78,1 ± 7,3	7,5	0,014*	64,1 ± 9,4	66,5 ± 6,5	63,0	0,901	59,5 ± 4,6	59,2 ± 8,9	9,0	0,807	49,1	56,3 ± 8,8
	máx.	79,1 ± 3,3	93,9 ± 8,0	3,0	0,007*	82,7 ± 8,6	80,7 ± 7,0	56,5	0,598	77,3 ± 11,0	69,8 ± 11,1	7,0	0,462	64,9	61,3 ± 9,1
	média	70,9 ± 4,2	86,9 ± 6,0	2,0	0,006*	74,2 ± 9,3	72,6 ± 4,1	48,0	0,292	67,5 ± 8,0	64,4 ± 10,3	8,0	0,624	55,3	58,5 ± 8,8

Valores representados no formato média ± desvio padrão.

* Resultados significativos entre as estações seca e chuvosa. Nível de significância assumido $\alpha = 0,05$.

4. DISCUSSÃO

Os animais devem se adaptar a diferentes condições de transmissão do som no ambiente visando minimizar ao máximo a atenuação e degradação da sua vocalização, garantindo assim a integridade da informação contida no sinal sonoro. Cada tipo de informação pode estar codificado em um ou mais parâmetros acústicos específicos que asseguram a funcionalidade dessa informação (SEDDON, 2005; BARKER, 2008).

A Hipótese da Adaptação Acústica sugere que os sinais sonoros produzidos pelas aves estão sujeitos às pressões seletivas exercidas pelo ambiente, de modo que os indivíduos precisam modificar suas vocalizações para garantirem a funcionalidade do sinal nos diferentes tipos de hábitat (MORTON, 1975).

Os resultados desse estudo mostraram que o formigueiro-assobiador modifica alguns parâmetros das suas vocalizações entre as estações seca e chuvosa. O som durante sua transmissão está sujeito a atenuação e degradação que por sua vez estão diretamente relacionadas com a presença de obstáculos no ambiente, como folhas, galhos e troncos (SLABBEKOORN, 2004). A Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, caracterizada por ser uma Floresta Estacional Semidecidual, perde parte de suas folhas na estação seca o que acarreta em duas condições acústicas distintas durante o ano. Segundo NAGUIB (2002), espécies que cantam o ano todo, como o formigueiro-assobiador, se adaptaram sob diferentes condições acústicas de cada época do ano, para produzirem sons mais eficientes que acompanhem as mudanças sazonais nas condições acústicas do meio.

De acordo com NAGUIB (2002), os efeitos da reverberação são diferentes também dentro da mesma floresta, quando esta apresenta condições diferentes de densidade foliar, sendo que quando as folhas emergem a reverberação aumenta, até mesmo em curtas distâncias (WILEY, 1991). A atenuação também está relacionada à densidade de folhas, uma vez que ocorre aumento das superfícies atenuadoras. A atenuação e a degradação do som têm importante consequência no espaço ativo das vocalizações. O espaço ativo é a área ao redor do som em que os receptores podem detectar e reconhecer o sinal (SLABBEKOORN, 2004).

Em relação ao canto não foi observado diferenças significativas entre as estações para os parâmetros relacionados com as frequências. Porém a duração das frases, número de notas, ritmo, intervalo entre frases e intensidade diferiram significativamente entre as estações.

O aumento da duração das frases e número de notas do canto do formigueiro-assobiador, na estação chuvosa quando o número de folhas é maior, está de acordo com BLUMSTEIN & TURNER (2005) e NEMETH & WINKLER (2001), pois aves que vivem em ambientes mais fechados devem emitir cantos maiores do que aquelas que vivem em ambientes mais abertos, como uma forma de compensar a atenuação e reverberação. Da mesma forma, valores máximos para o ritmo foram menores na estação chuvosa. Espécies que vivem em condições ambientais de menos densidade vegetacional vocalizam em ritmos rápidos, já que este ambiente, por apresentar baixa reverberação, permite a emissão rápida e repetida das notas. Concomitantemente, a reverberação em ambientes de vegetação densa é mais pronunciada e degrada mais facilmente elementos produzidos em uma alta taxa (RICHARDS & WILEY, 1980; BROWN & HANDFORD, 2000; WILEY & RICHARDS, 1982).

O intervalo entre as frases do canto também aumentou na estação chuvosa. Além de minimizar a atenuação e reverberação, algumas espécies podem ajustar os parâmetros temporais do canto na tentativa de evitar interferência dos cantos de outras espécies ou da mesma espécie. A menos que as espécies possuam características acústicas bastante distintas, elas podem competir por espaço ativo. Aumentando o intervalo entre frases pode-se evitar a sobreposição de suas frases com as de outros indivíduos, e isso traria uma vantagem no reconhecimento entre co-específicos e no aumento do espaço ativo que pode se tornar ainda mais vantajoso na estação chuvosa, quando a reverberação e atenuação são maiores (SLABBEKOORN & SMITH, 2002a; SLABBEKOORN, 2004). Da mesma forma o aumento do intervalo entre frases do chamado II é vantajoso na estação chuvosa, pois possibilita maior efetividade na comunicação do casal em distâncias maiores, quando outros indivíduos da mesma espécie e de outras espécies também estão no período reprodutivo. Além disso, segundo SLABBEKOORN (2004) a degradação do som acarreta a sobreposição de notas ou frases emitidas muito próximas e, portanto o aumento do intervalo entre frases é vantajoso nas condições ambientais de vegetação mais densa.

A intensidade do canto do formigueiro-assobiador aumentou na estação chuvosa. De acordo com MATHEVON *et al.* (2004), o espaço ativo é influenciado pela intensidade do sinal sonoro, densidade da vegetação e pelo comportamento do emissor e do receptor. É possível que esta espécie tenha aumentado a intensidade de seu canto na estação chuvosa para compensar grandes perdas por atenuação e ampliar seu espaço ativo, o que aumentaria a eficiência do sinal. Além disso, aumentar a intensidade do

canto requer mais energia, e isso é considerado um indicador da habilidade e predisposição do macho para defender seu território contra possíveis rivais (BRUMM, 2004; COLLINS, 2004). De acordo com SLABBEKOORN & SMITH (2002b), a escolha de um macho pela fêmea está associada à capacidade que o macho tem de modificar alguns parâmetros de suas vocalizações a fim de ajustá-los às condições do ambiente e, assim aumentar seu poder reativo. Portanto o aumento da intensidade do canto do formigueiro-assobiador na estação chuvosa pode ser importante na seleção sexual, haja vista que, segundo DEL HOYO (2003) essa espécie se reproduz durante esta estação.

Sons emitidos em frequências baixas são mais vantajosos em habitats fechados ou densos, já que vocalizações emitidas em frequências altas estão sujeitos a sofrerem mais reverberação e atenuação. Da mesma forma espécies de ambientes abertos produzem larguras de banda mais amplas do que aquelas que vivem em ambientes fechados (MORTON, 1975; WILEY & RICHARDS 1982).

Na estação chuvosa de uma Floresta Estacional Semidecidual, a maior densidade de folhas irá aumentar consideravelmente as superfícies que refletem as frequências altas e conseqüentemente, a reverberação nesta faixa de frequências é maior (NAGUIB, 2002), por isso as frequências menores são transmitidas mais facilmente através da vegetação (WILEY, 1991; SLABBEKOORN, 2004). Os resultados encontrados nos parâmetros de frequência do chamado I - alarme (frequência mínima, frequência máxima, largura de banda, frequência central e 3º. quartil da frequência) mostraram que esse diferenças significativas entre as estações. A frequência máxima apresentou mais diferenças significativas entre as estações em relação à frequência mínima. Isso sugere que o estreitamento da largura de banda na estação chuvosa foi mais afetado pela diminuição da frequência máxima. Portanto em condições ambientais em que a reverberação e atenuação são grandes é vantajoso a emissão de frequências mais baixas e larguras de banda mais estreitas para que os efeitos da reverberação e atenuação sejam minimizados e assim, o sinal sonoro alcance maiores distâncias durante a comunicação com parceiros e rivais.

Os resultados encontrados nesse trabalho mostraram que o chamado I - alarme na estação chuvosa apresentou maior duração das frases, maior número de notas e maior ritmo. A Hipótese da Adaptação Acústica prediz que sinais sonoros com grande repetição de notas emitidos rapidamente e larguras de banda amplas, como o chamado de alarme do formigueiro-assobiador, acumulam muita reverberação durante sua

transmissão (RICHARDS & WILEY, 1980; SLABBEKOORN & SMITH, 2002a; IPPI *et al.*, 2011). Em vocalizações com esta estrutura acústica é esperado que em ambientes mais densos haja um estreitamento na largura de banda, menor número de notas, frases mais curtas e ritmo mais lento, pois dessa forma a degradação desse sinal sonoro é minimizada (RICHARDS & WILEY, 1980; WILEY, 1991; BROWN & HANDFORD, 2000; NAGUIB, 2003; IPPI *et al.*, 2011).

Em um processo efetivo de comunicação, um dos desafios do receptor é discriminar uma variedade de sinais para obter informações como identificação individual ou tendência comportamental e associá-los à estrutura acústica. As variações nos sinais usadas para codificar estas informações devem ser transmitidas de modo efetivo até a distância necessária para sinalizar indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes. A degradação do sinal durante sua transmissão permite aos indivíduos estimar a distância do sinalizador. Isso sugere que os sinais acústicos podem evoluir incorporando características resultantes da degradação do som, para otimizar a função do sinal de comunicação, ao invés de maximizar seu alcance na transmissão (WILEY & RICHARDS, 1978; SLABBEKOORN, 2004; WILEY, 2009). Portanto é provável que no chamado de alarme, o formigueiro-assobiador utilize os parâmetros relacionados à frequência para minimizar a degradação na estação chuvosa, uma vez que tais parâmetros mostraram-se menores nesta estação. Por outro lado, o aumento na duração das frases, número de notas e ritmo na estação chuvosa pode ser uma forma da espécie utilizar a degradação do som para aumentar a efetividade na sinalização do chamado de alarme, por exemplo, na estimativa da distância do emissor pelos receptores. Tendo em vista que o chamado de alarme está relacionado à presença de um predador, a estimativa dessa distância pode ser decisiva tanto para o emissor, quanto para os receptores.

Quando as folhas emergem numa mesma floresta os efeitos da reverberação são maiores mesmo em curtas distâncias. Mudanças sazonais na reverberação dentro de uma mesma floresta devem ser consideradas quando a adaptação dos sinais está relacionada às condições acústicas do ambiente. Em particular as vocalizações de espécies residentes, como *M. loricata*, evoluíram sob seleção de diferentes condições acústicas em diferentes épocas do ano (NAGUIB, 2003). Os resultados mostraram que o formigueiro-assobiador respondeu criteriosamente a mudanças sazonais nas condições ambientais. A plasticidade acústica apresentada nos parâmetros das vocalizações do formigueiro-assobiador entre as estações seca e chuvosa pode ser considerada uma

estratégia ecológica para a resolução de problemas imediatos, como garantir a eficiência da mensagem contida no sinal sonoro durante sua propagação.

5. CONCLUSÃO

O formigueiro-assobiador utiliza parâmetros específicos em cada tipo diferente de vocalização para minimizar a degradação do som na estação chuvosa. Portanto, é possível que de acordo com a função de cada vocalização, alguns parâmetros sejam mais cruciais na decodificação da informação contida no sinal sonoro, de modo que essa informação possa ser transmitida da forma mais efetiva entre o emissor e o receptor.

Além disso, o formigueiro-assobiador habituou os parâmetros de suas vocalizações em relação às mudanças sazonais das condições acústicas ambientais geradas pelo aumento da densidade vegetacional. A habituação acústica, caracterizada como a plasticidade sonora apresentada em diferentes estações é gerada pela adaptação acústica e utilizada em um momento decisivo para garantir o sucesso da espécie. Isto é, indivíduos com melhor habituação acústica (estratégia ecológica) apresentam melhores chances de adaptação acústica (conceito evolutivo).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADYAEV, A. V. & LEAF, E. S. 1997. Habitat associations of song characteristics in *Phylloscopus* and *Hippolais* warblers. **The Auk**, **114**: 40–46.
- BARKER, N. K. 2008. Bird song structure and transmission in the Neotropics: trends, methods and future directions. **Ornitologia Neotropical**, **19**: 175–199.
- BERTELLI, S. & TUBARO, P. L. 2002. Body mass and habitat correlates of song structure in a primitive group of birds. **Biological Journal of the Linnean Society**, **77**: 423–430.
- BONCORAGLIO, G. & SAINO, N. 2007. Habitat structure and the evolution of bird song: a meta-analysis of the evidence for the acoustic adaptation hypothesis. **Functional Ecology**, **21**: 134–142.
- BLUMENRATH, S. H. & DABELSTEEN, T. 2004. Degradation of Great Tit (*Parus major*) song before and after foliation: implications for vocal communication in a deciduous forest. **Behaviour**, **141**: 935–958.
- BLUMSTEIN, D. T. & TURNER, A. C. 2005. Can the acoustic adaptation hypothesis predict the structure of Australian birdsong? **Acta Ethologica**, **15**: 35–44.
- BRADBURY, J. W. & VEHRENCAMP, S. L. 1998. **Principles of animal communication**. Sunderland: Sinauer, 675pp.
- BROWN, T. J. & HANDFORD, P. 2000. Sound design for vocalizations: quality in the woods, consistency in the fields. **The Condor** **102**, 81–92.
- BRUMM, H. 2004. Causes and consequences of song amplitude adjustment in a territorial bird: a case study in nightingales. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **76**(2): 289–295.
- CATCHPOLE, C. K. & SLATER, P. J. B. 1995. **Bird Song: biological themes and variations**. Cambridge University Press: Cambridge, 256pp.
- COLLINS, S. 2004. Vocal fighting and flirting: the functions of birdsong. In.: MARLER, P. & SLABBEKOORN, H. (eds.). **Nature's music: The science of birdsong**. Elsevier Academic Press: San Diego, California, 513pp.
- DATE, E. M. & LEMON, R. E. 1993. Sound transmission: a basis for dialects in birdsong? **Behaviour**, **124**: 3–4.
- DEL HOYO, J.; ELLIOT, A. & CHRISTIE, D. 2003. **Handbook of the Birds of the World: Broadbills to Tapaculos**. Lynx Edicions. Vol. 8, 850pp.
- ENDLER, J. A. 1992. Signals, signal conditions, and the direction of evolution. **The American Naturalist**, **139**: 125–153.

- ENDLER, J. A. 1993. Some general comments on the evolution and design of animal communication systems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, **340**: 215-225.
- FORREST, T. G. & GREEN, D. M. 1991. Sexual selection and female choice in Mole Crickets (*Scapteriscus*: Gryllotalpidae): Modeling the effects of intensity and male spacing. **Bioacoustics**, **3**: 93-109.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1977. **Geografia do Brasil Região Sudeste**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 667 pp.
- INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO DE JUIZ DE FORA. 1996. **Plano Diretor de Juiz de Fora: diagnóstico**. Vol. 1, 33-34pp.
- IPPI, S.; VÁSQUEZ, R. A.; VAN DONGEN, W. F. D. & LAZZONI, I. 2011. Geographical variation in the vocalizations of the suboscine Thorn-tailed Rayadito *Aphrastura spinicauda*. **The International Journal of Avian Science**, **153**: 789-805.
- HANSEN, P. 1979. Vocal learning: its role in adapting sound structures to long-distance propagation and a hypothesis on its evolution. **Animal Behaviour**, **27**: 1270-1271.
- KETTLE, R. & VIELLIARD, J. M. E. 1991. Documentation standards for wildlife sound recordings. **Bioacoustics**, **3**: 235-238.
- KROODSMA, D.E. & MILLER, E. 1982. **Acoustic Communication in Birds**. Academic Press, New York. Vol. 2, 392pp.
- LENGAGNE, T. & SLATER, P. J. B. 2002. The effects of rain on acoustic communication: Tawny Owls have good reason for calling less in wet weather. **Proceeding of Royal Society of London B**, **269**: 2121-2125.
- MATHEVOM, N.; AUBIN, T.; DABELSTEEN, T. & VIELLIARD, J. M. E. 2004. Are communication activities shaped by environmental constraints in reverberating and absorbing forest habitats? **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **76(2)**: 259-263.
- MORTON, E.S. 1975. Ecological sources of selection on avian sounds. **American Naturalist**, **109**: 17-34.
- NAGUIB, M. & WILEY, R. H. 2001. Estimating the distance to a source of sound: mechanisms and adaptations for long-range communication. **Animal Behaviour**, **62**: 825-837
- NAGUIB, M. 2003. Reverberation of rapid and slow trills: implications for signal adaptations to long-range communication. **Journal of the Acoustical Society of America**, **113(3)**: 1749-1756.

- NEMETH, E. & WINKLER, H. 2001. Differential degradation of Antbird songs in a Neotropical rainforest: Adaptation to perch height? **Journal of the Acoustical Society of America**, **110**(6): 3263-3274.
- NICHOLLS, J. A. & GOLDIZEN, A. W. 2006. Habitat type and density influence vocal signal design in satin bowerbirds. **Journal of Animal Ecology**, **75**: 549-558.
- PADGHAM, M. 2004. Reverberation and frequency attenuation in forests: implications for acoustic communication in animals. **Journal of the Acoustical Society of America**, **115**: 402-410.
- PODOS, J. 2001. Correlated evolution of morphology and vocal signal structure in Darwin's finches. **Nature**, **409**: 185-188.
- RICHARDS, D.G. & WILEY, R.H. 1980. Reverberations and amplitude fluctuations in the propagation of sound in a forest: implications for animal communication. **American Naturalist**, **115**: 381-399.
- RÖMER, H. & LEWALD, J. 1992. High frequency sound transmission in natural habitats- implications for the evolution of insect acoustic communication. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **29**: 437-444
- ROTHSTEIN, S. I. & FLEISCHER, R. C. 1987. Vocal dialects and their possible relation to honest status signalling in the Brown-headed Cowbird. **The Condor**, **89**: 1-23.
- SAINO, N.; GALEOTTI, P.; SACCHI, R. & MØLLER, A. P. 1997. Song and immunological condition in male Barn Swallows (*Hirundo rustica*). **Behavioral Ecology**, **8**: 364-371.
- SAUNDERS, J. & SLOTOW, R. 2004. The evolution of song structure in southern African birds: an assessment of the acoustic adaptation hypothesis. **Ostrich**, **75**: 147-155.
- SEDDON, N. 2005. Ecological adaptation and species recognition drives vocal evolution in Neotropical Suboscines birds. **Evolution**, **59**(1): 200-215.
- SHERMAN, P. W. 1977. Nepotism and the evolution of alarm calls. **Science**, (197) 4310: 1246-1253.
- SLABBEKOORN, H. & SMITH, T. B. 2002a. Habitat-dependent song divergence in the little Greenbul: an analysis of environmental selection pressures on acoustic signals. **Evolution**, **56**: 1849-1858.
- SLABBEKOORN, H. & SMITH, T. B. 2002b. Bird song, ecology and speciation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, **357**: 493-503.
- SLABBEKOORN, H.; ELLERS, J. & SMITH, T. B. 2002. Bird song and sound transmission: the benefits of reverberations. **The Condor**, **104**: 564-573.

- SLABBEKOORN, H. 2004. Singing in the wild: the ecology of birdsong. In.: MARLER, P. & SLABBEKOORN, H. (eds.). **Nature's music: The science of birdsong**. Elsevier Academic Press, San Diego, California, 513pp.
- SMITH, J. I. & YU, H. 1992. The association between vocal characteristics and habitat type in Taiwanese passerines. **Zoological Science**, **9**: 659-664.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991, **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, 124 pp.
- WILEY, R.H. 1991. Associations of song properties with habitats for territorial Oscine birds of eastern North America. **American Naturalist**, **138**: 973-993.
- WILEY, R. H. 2009. Signal transmission in natural environments. In: Squire, L. R. (ed.). **Encyclopedia of Neuroscience**. Oxford: Academic Press. Vol. 8, 827-832pp.
- WILEY, R. H. & RICHARDS, D. G. 1978. Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: implications for the evolution of animal vocalizations. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **3**: 69-94.
- WILEY, R. H. & RICHARDS, D. G. 1982. Adaptations for acoustic communication in birds: sound transmission and signal detection. In.: KROODSMA, D. E. & MILLER, E. H. (eds.). **Acoustic communication in birds**. Academic Press, New York. Vol. 1, 360pp.
- WILLIAMS, J. M. & SLATER, P. J. B. 1993. Does Chaffinch *Fringilla coelebs* song vary with the habitat in which it is sung? **Ibis**, **135**: 202-208