**CINTIA TOMOE SUZUKI**

# A complexidade do repertório acústico das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

**Ribeirão Preto**

**2015**

**Universidade de São Paulo**

**Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto**

**Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia**

**CINTIA TOMOE SUZUKI**

# A complexidade do repertório acústico das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

(Versão corrigida)

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Psicobiologia.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Ferreira Monticelli

**Ribeirão Preto**

**2015**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Suzuki, Cintia Tomoe
A complexidade do repertório acústico das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*).
Ribeirão Preto, 2015.
100 p.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Psicobiologia.
Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Ferreira Monticelli

1. Comunicação animal. 2. Bioacústica. 3. Rodentia. 4. Hystricognathi. 5. *Hydrochoerus hydrochaeris*.

**CINTIA TOMOE SUZUKI**

# A complexidade do repertório acústico das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Psicobiologia.

Dissertação defendida e aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição_____Assinatura_____

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição_____Assinatura_____

Prof(a) Dr(a)_____

Instituição_____Assinatura_____

*Dedico à minha família e amigos que me acompanharam durante esta caminhada de grande aprendizagem.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais **Shoiti** e **Miyuki Suzuki**, e à minha irmã **Liliane Suzuki** por todo amor, carinho e apoio incondicional dedicados a mim e as minhas escolhas. Agradeço a família que somos e os valores que me foram ensinados, os quais regem a minha vida e orientam o meu ser. A presença de vocês é essencial para que os meus sonhos e conquistas se realizem e sejam completos. Obrigada por tudo! Por serem a minha base forte, o meu porto seguro.

Aos meus familiares que sempre me receberam com alegria, em especial a minha querida avó **Tae Nitta Suzuki** e minha tia **Emiko Suzuki**, que em todos os encontros me inspiraram com alegria plena e entusiasmo para seguir em frente.

Ao **Thiago Sawazaki**, meu amor e companheiro de todas as horas, que vivencia comigo todos os momentos, os de alegria e os de aflição, que me protege e cuida nos momentos mais difíceis e me motiva quando preciso. A sua família, que já considero minha também, pela preocupação e cuidado de sempre.

À minha querida orientadora **Patrícia Monticelli** pelo acolhimento, orientação e incentivo em todas as etapas do desenvolvimento do trabalho. Agradeço pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal, pelos momentos acadêmicos e os fora dele. Uma professora cativante que nos instiga a descobrir a beleza de se estudar o comportamento animal com tanta dedicação. Aos momentos fora da área acadêmica em que sempre nos divertimos muito nos quais os laços de amizade foram fortalecidos.

As meninas da família e time **EBAC** que não medem esforços para ajudar no que for preciso. As minhas queridas **Adriana Sicuto**, **Marina Geraldi**, **Paula Olivio**, **Aline Gasco**, **Débora Martins**, **Flora Balieiro**, **Juliana Takata**, **Ana Nievas**, **Lais Ruiz** e **Lilian Luchesi** pela amizade dentro e fora do laboratório. As novas meninas do time **Bruna Campos**, **Bruna Lima** e **Camila** que trazem energia e o mesmo espírito de equipe. À **Adriana** e **Fábio** por toda amizade dentro e fora do laboratório. É incrível a nossa sintonia. À **Paulinha** pela garra com que me incentivou em momentos críticos e pela amizade para todas as horas. À **Má** por sua doçura e disposição para todos os campos. À **Aline** e **Humberto** pela experiência e paciência em todas as etapas do trabalho. À **Débora** por me trazer alegria e ânimo a cada encontro e

conversa. À **Flora** e **Rafael** com os assuntos de informática. À **Jú** por permitir que eu conhecesse os *Trinomys*. À **Aninha** pela calma e tranquilidade com que soube me acolher nas horas de apuro com a tal da estatística. À **Lais** e **Lilian** pelas boas e divertidas conversas. E à **Marcelí Rossi**, **Aline Souza** e **Vinícius Warisaia** que apesar de não serem oficialmente pertencentes ao laboratório, são sim de coração. Agradeço a oportunidade de poder conviver com todos vocês e pela amizade que levarei por toda a vida.

Ao **Jorge Freitas**, companheiro de campo dedicado e bem-humorado. Agradeço por mostrar como cada campo é lindo e diferente por si só por todas as circunstâncias únicas de cada um deles. Ao nosso pós-doc **Leandro Magrini** pela disponibilidade para me acompanhar aos campos e quanto aos assuntos mais técnicos que envolvem a linda bioacústica.

Agradeço a equipe do **Bosque e Zoológico Municipal Fábio Barreto** por toda orientação, apoio e ajuda com o manejo das capivaras e por permitir o trabalho com os indivíduos cativos. Ao **Alexandre Gouvêa** e **Marisa dos Santos** por sempre nos receberem e ao **César Branco**, **Daniel** e **Robson** pela disposição e interesse pelo nosso trabalho.

Agradeço a **Guarda universitária** pelo apoio nas noites de campo e ao **Jaime** por nos escutar e entender as circunstâncias nas quais trabalhamos.

Ao **Helder Tambellini**, diretor do Biotério Central, por nos ceder parte das dependências do biotério para que pudéssemos dar continuidade ao trabalho e por sempre atender aos nossos pedidos que muito nos ajudaram durante os trabalhos de campo e manejo dos animais.

E aos meus anjinhos de quatro patas **Mike**, **Lana** e **Bob**, pelo amor incondicional, e pelas demonstrações de carinho que todos nós, amantes dos animais, reconhecemos.

Às **capivaras**, às quais nos permitiram aproximar e as quais aprendi a amar.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia** e os professores **Jose Lino Oliveira Bueno** e **Cesar Alexis Galera** pelo aceite de orientação e apoio durante o desenvolvimento de todo o trabalho.

Ao meu assessor, professor **Mateus Paranhos** pelas correções e contribuições ao longo do trabalho.

À **Renata Vicentini** e **Igor** por sempre me atenderem de prontidão e pelos esclarecimentos quanto as burocracias necessárias.

À **Universidade de São Paulo** pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal.

À **CAPES** pela bolsa de pesquisa e a **FAPESP** pelo apoio através do projeto de auxílio 2011/18253-7.

À **todos** aqueles que de alguma forma contribuíram na produção deste trabalho.

"***Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão***"

Jean de La Bruyère

**“*A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original*”**

**Einstein**

# RESUMO

SUZUKI, C. T. *A complexidade do repertório acústico das capivaras* (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

A capivara é uma espécie altamente social que vive em grupos multi-macho e multi-fêmea hierarquicamente organizados. Um rico repertório de comportamentos, incluindo o acústico, regula as interações sociais e organiza a vida em sociedade. Para investigar o repertório acústico da espécie realizamos o levantamento e a descrição categorizada das vocalizações. Os sinais acústicos foram registrados a partir de uma população de vida livre habitante do *campus* da USP de Ribeirão Preto e um grupo de capivaras do Bosque e Zoológico Municipal Fábio Barreto, em Ribeirão Preto. Nossos resultados mostram a existência de dez sinais acústicos, alguns deles com 3 a 4 variantes, o uso de um sistema de combinação de notas, e a presença de efeitos não-lineares em sinais relacionados a estados internos alterados como no *grito de agonia* emitido durante a contenção. Os resultados encontrados apontam para uma riqueza maior e mais variada de chamados já descritos na literatura revelando um repertório acústico comparável com o descrito para o mocó (*Kerodon rupestris*), o preá (*Cavia aperea*) e outros caviomorfos. O registro de outros níveis de organização de notas e a presença de elementos não-lineares também enriquecem o sistema de comunicação da espécie e demostram a sua complexidade. Nossos resultados vêm trazer contribuições de forma a complementar a descrição do repertório da espécie que se mostrou maior e mais complexa.

Palavras-chaves: Comunicação animal. Bioacústica. Rodentia. Hystricognathi. *Hydrochoerus hydrochaeris*.

**ABSTRACT**

SUZUKI, C. T. *The complexity of capybaras acoustic repertoire* (*Hydrochoerus hydrochaeris*). 2015. 100 f. Dissertation (Master in Psychobiology) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, University of São Paulo, São Paulo, 2015.

The capybara is a highly social species that lives in hierarchically organized multi-male/multi-female groups. A rich behavioral repertoire, including acoustic signalization, mediates social interactions and life in society. To investigate the acoustic repertoire of this species we conducted a survey and categorization of calls. The acoustic signals were registered from a population living free local campus of USP in Ribeirão Preto and of a captive group (Bosque e Zoológico Municipal Fábio Barreto) in the municipality of Ribeirão Preto. Our results show the existence of ten different acoustic signals, some of them subdivided in 3 to 4 variant, and the use of note composition from two different types, and non-linearity in distress signals, as those produced by under containment individuals. The results point to a larger and more varied richness of calls already described in the literature showing an acoustic repertoire comparable to that described for the mocó (*Kerodon rupestris*) , the guinea pig (*Cavia aperea*) and other caviomorph . The registry of other levels of organization of notes and the presence of non - linear elements also enrich the communication system of the species and demonstrate its complexity. Our results come bring contributions to complement the description of the repertoire of the species that was larger and more complex.

Keywords: Animal communication. Bioacoustic. Rodentia. Hystricognathi. *Hydrochoerus hydrochaeris*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação gráfica dos efeitos não lineares saltos de frequência, bifonação, sub-harmônicos e caos.....22

Figura 2. Imagem aérea (retirada do Google Earth) do *campus* da USP de Ribeirão Preto com indicação dos 12 pontos de maior índice de indivíduos avistados. .....28

Figura 3. Esquema de alguns dos termos acústicos utilizados neste trabalho para as análises descritiva das vocalizações. .....33

Figura 4. Esquema do sistema multinível de unidades à nível de notas utilizado neste trabalho para as análises descritiva das vocalizações. .....34

Figura 5. Esquema do sistema multinível de unidades à nível de sílabas utilizado neste trabalho para as análises descritiva das vocalizações. .....35

Figura 6. Representação de alguns dos parâmetros mensurados para a descrição física das emissões. .....36

Figura 7. Representação gráfica das quatro formas distintas do *assobio* de capivaras .....41

Figura 8. Representação gráfica das notas compostas *estalido-assobio* e *estalido-choro-modulado*.. .....44

Figura 9. Representação gráfica de uma nota *choro* com três harmônicos.. .....45

Figura 10. Representação gráfica de uma frase composta por três notas de *choro-modulado*..46

Figura 11. Representação gráfica de uma frase de *estalido*, composta por 12 notas.. .....47

Figura 12. Representação gráfica da sílaba combinatória *estalido-choro-gemido*.....49

Figura 13. Representação gráfica das notas *latido*. .....51

Figura 14. Representação gráfica da nota *grito*. .....53

Figura 15. Representação gráfica da sílaba combinatória *grito-arfar*. .....55

Figura 16. Representação gráfica da sílaba combinatória *grito-estalido* .....57

Figura 17. Representação gráfica de uma frase de *bater de dentes*. .....60

Figura 18. Representação gráfica da nota dupla do *bater de dentes*. .....61

Figura 19. Representação gráfica de uma frase de *cacarejo*, composta por cinco notas.. .....63

Figura 20. Representação gráfica de uma frase de *chamado-de-cópula* composta por cinco notas.. .....64

Figura 21. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico duração das notas de *assobio*.....66

Figura 22. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência mínima das notas de *assobio*.....67

Figura 23. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência máxima das notas de *assobio*.....68

Figura 24. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico variação de frequência das notas de *assobio*.....69

Figura 25. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência dominante das notas de *assobio*.....70

Figura 26. Gráfico de distribuição das variáveis do número de harmônicos das notas de *assobio*.....71

Figura 27. Gráfico de distribuição das variáveis da duração dos intervalos entre as unidades do *assobio*.....72

Figura 28. Gráfico de distribuição das variáveis da taxa de emissão das frases de *assobio*.....73

Figura 29. Gráfico de distribuição das variáveis da duração das frases de *assobio*.....74

Figura 30. Mapa de distribuição das emissões *estalido*, *cacarejo* e *bater de dentes* gerados a partir da análise discriminante.....75

Figura 31. Representação gráfica comparativa das notas de *cacarejo*, *bater de dentes* e *estalido*.....76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos indivíduos do grupo MÚSICA, a partir da sexagem, biometria e microchipagem (ID) realizadas após a captura e o manejo de 11 indivíduos .....29

Tabela 2. Caracterização dos indivíduos do grupo Zoológico (GZ) a partir da sexagem, biometria e microchipagem (ID) realizadas após a captura e o manejo de dez indivíduos. .....30

Tabela 3. Sistema multinível dos sinais acústicos das capivaras, com base em Monticelli (2005) e Gasco (2012). .....34

Tabela 4. Definição dos parâmetros acústicos adotados para a descrição física das emissões das capivaras. .....36

Tabela 5. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos para cada uma das formas estruturais do *assobio*. .....42

Tabela 6. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos das notas compostas *estalido-assobio* e *estalido-choro-modulado*..43

Tabela 7. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos das notas *choro*. .....45

Tabela 8. Tabela amostra (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos das notas *choro-modulado*. .....46

Tabela 9. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos das notas de *estalido*. .....47

Tabela 10. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da sílaba combinatória *estalido-choro-gemido*. .....48

Tabela 11. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da nota *latido*. .....50

Tabela 12. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão dos parâmetros acústicos das notas *latido* emitidas em cada um dos contextos. .....51

Tabela 13. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da nota *grito*. .....52

Tabela 14. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da nota *grito* que compõe a sílaba combinatórias *grito-arfar*. .....54

Tabela 15. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da emissão *arfar* que compõe a sílaba combinatórias *grito-arfar*...54

Tabela 16. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da sílaba combinatórias *grito-arfar*. .....54

Tabela 17. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da nota *grito* que compõe a sílaba combinatória *grito-estalido*. .....56

Tabela 18. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da nota *estalido* que compõe a sílaba combinatória *grito-estalido*. 56

Tabela 19. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos da sílaba combinatória *grito-estalido*. .....56

Tabela 20. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão dos parâmetros acústicos de cada uma das variantes da nota *grito*.....58

Tabela 21. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros de tempo das notas de *bater de dentes*. .....59

Tabela 22. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros de tempo e frequência das notas simples e duplas do *bater de dentes*. .....60

Tabela 23. Tabela amostral (n), médias e respectivo desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros de tempo e frequência das notas 1 e 2 da nota dupla do *bater de dentes*. .....61

Tabela 24. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos das notas de *cacarejo*.....62

Tabela 25. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão e valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos das notas *chamado-de-cópula*. .....64

Tabela 26. Resultados do teste de Kruskal-Wallis (SPSS 22) para os parâmetros acústicos na comparação entre as seis formas estruturais da nota *assobio*. .....65

Tabela 27. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico duração das notas de *assobio*.....66

Tabela 28. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico frequência mínima das notas de *assobio*.....67

Tabela 29. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico frequência máxima das notas de *assobio*.....68

Tabela 30. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico variação de frequência das notas de *assobio*.....69

Tabela 31. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico frequência dominante das notas de *assobio*.....70

Tabela 32. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o número de harmônicos das notas de *assobio*.....71

Tabela 33. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para a duração do intervalo entre as unidades do *assobio*.....72

Tabela 34. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para a taxa de emissão das frases de *assobio*.....73

Tabela 35. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para a duração das frases de *assobio*....74

Tabela 36. Descrição comparativa dos contextos funcionais dos chamados de separação dos trabalhos de Barros et al. (2011) e o presente trabalho.....77

Tabela 37. Descrição comparativa dos contextos funcionais dos chamados de contato, de alarme/intimidação e de agonia dos trabalhos de Barros et al. (2011) e o presente trabalho.....78

Tabela 38. Descrição comparativa dos contextos funcionais dos chamados agonísticos e de corte dos trabalhos de Barros et al. (2011) e o presente trabalho.....79

**SUMÁRIO**

**Prólogo** ..... 18

**1. Introdução geral** ..... 19

1.1 Comunicação animal ..... 19

1.2 Produção vocal em mamíferos e a bioacústica ..... 20

1.3 Biologia da espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* ..... 23

1.4 Repertório acústico das capivaras ..... 24

**2. Desenvolvimento** ..... 25

2.1 Objetivo ..... 25

2.2 Materiais e Métodos ..... 26

2.2.1 Os animais de estudo ..... 26

2.2.1.1 A população de vida livre do *campus* da USP ..... 27

2.2.1.2 As capivaras do zoológico de RP ..... 29

2.2.2 Áreas de estudo ..... 30

2.2.3 Aquisição das vocalizações e registro dos contextos ..... 31

2.2.4 Descrição do repertório sonoro da espécie ..... 32

2.2.4.1 Categorização dos chamados ..... 32

2.2.4.2 Análises sonográficas descritivas ..... 33

2.2.5 Análises estatísticas ..... 37

**3. Resultados** ..... 38

3.1 Descrição do repertório acústico da capivara ..... 38

3.1.1 Contextos funcionais e estrutura acústica das vocalizações ..... 38

3.2 Análise comparativa quantitativa ..... 65

3.3 Há não-linearidade nas vocalizações das capivaras? ..... 76

**4. Discussão** ..... 77

4.1 Contexto funcional dos chamados ..... 80

4.2 Variabilidade estrutural, combinação de notas e efeitos não-lineares trazem riqueza ao repertório acústico da espécie ..... 85

4.3 Sons ultrassons ..... 87

**5. Conclusões** ..... 89

**Referências Bibliográficas** ..... 90

**Anexos** ..... 95

# Prólogo

Em 2011, há apenas quatro anos, foi publicada a primeira descrição do repertório acústico da capivara, baseada em uma população de cativeiro (BARROS et al., 2011). Foram identificados e descritos estruturalmente sete sinais acústicos, funcionalmente categorizados como chamados de separação (*whistle, cry, whine)*, de contato (*click)*, de alarme (*bark*), de agonia (em inglês *distress, squeal*) e agonísticos (*tooth-chattering)*. Nesse mesmo trabalho, confirmou-se que os *estalidos* de contato (*click calls*) eram característicos do grupo social. Ainda, à riqueza das interações intermediadas pelas vocalizações nas capivaras foi atribuída a função de regulação dos encontros sociais e o alerta aos membros do grupo sobre pistas ambientais. Essa descrição do comportamento acústico de capivaras e a possibilidade de estudar, pela primeira vez, esse comportamento em um grupo de vida livre, nos levou à pergunta: eram aqueles sete sinais acústicos, cinco deles comuns a outros roedores caviomorfos de até menor complexidade social (*sensu* FREEBERG et al., 2012)[1], capazes de intermediar toda a riqueza e nuances das interações sociais das capivaras? Nossa hipótese era que não. Acreditávamos que a descrição do repertório acústico da espécie ainda não estava completa já que não havia explorado a complexidade intrínseca aos efeitos não-lineares comumente gerados pelo trato vocal de mamíferos. Esperávamos que houvesse uma complexidade maior para comunicar uma variedade de pistas ambientais e sociais. Esse estudo é o resultado de um esforço de registro de sons emitidos em contextos variados a partir de uma população de vida livre e um grupo cativo, e de descrevê-los levando-se em conta a presença de efeitos não-lineares e de sistemas combinatórios de unidades.

[1] Sistemas sociais complexos são definidos por Freeberg e colaboradores como "aqueles nos quais os indivíduos interagem frequentemente em muitos contextos (por exemplo, reprodução, agressão e forrageio) e muitas vezes com muitos dos mesmos indivíduos”. Nessa definição, o número de posições sociais, o número de indivíduos e as estruturas de relações dentro do grupo caracterizam a complexidade social.

# 1. Introdução geral

A observação do comportamento animal é uma prática antiga, como mostram as pinturas de milhares de anos. Essas observações e registros foram importantes formas de se melhorar a localização e o abate de presas (caça), de aprimorar a defesa contra predadores e de utilizar a seu favor outras espécies (ALCOCK, 2011; YAMAMOTO, 2007).

Mais adiante na história, a prática de observar o comportamento animal se tornou ciência, com raízes na Teoria da Evolução de Charles Darwin e na Etologia proposta por Lorenz e Tinbergen (CUNHA, 2013). Desde então, esta ciência se diversificou e deu origem a muitas outras, tornando o estudo do comportamento animal uma área multidisciplinar (YAMAMOTO; VOLPATO, 2007), prestando contribuições importantes para outras áreas de pesquisa, como às neurociências, às áreas voltadas ao manejo de espécies e de recursos naturais, ao bem-estar animal (SNOWDON, 1999), aos setores produtivo, comercial e social (ALCOCK, 2011).

Dentre as diversas ciências originadas do estudo do comportamento animal, a bioacústica, que consiste no estudo dos sons emitidos pelos animais, tem se destacado com os avanços tecnológicos (VIELLIARD, SILVA, 2006; BLUMSTEIN et al., 2011). O sinal sonoro oferece possibilidades únicas entre os componentes do etograma e estabelece a bioacústica como potencial ferramenta de pesquisa por ser o som facilmente registrado, representado, medido, descrito e reproduzido (VIELLIARD; SILVA, 2006).

## 1.1 Comunicação animal

A comunicação é um comportamento. Todos os animais precisam se comunicar, seja de forma cooperativa ou em benefício próprio, manipulando o comportamento do outro (SEARCY; NOWICKI, 2005). Mais do que isso, a obtenção e a transmissão de informações sobre o ambiente físico e social são essenciais para a sobrevivência e sucesso reprodutivo dos indivíduos de qualquer espécie animal (HAUSER, 1996; SMITH, 1980).

Qualquer sistema de comunicação exige um emissor, um receptor e um sinal que, para chegar ao receptor, deve vencer algumas imposições do meio no qual é transmitido (VIELLIARD, 2004). Destacam-se os sinais acústicos, os visuais e os químicos (GRIER; BURK, 1992). Os sinais acústicos têm sido estudados mais amplamente do que os demais,

provavelmente em decorrência da importância que este tem para a comunicação humana. Os sons são sinais de comunicação intra e interespecífica (ZAHAVI; ZAHAVI, 1997) e permitem que a comunicação ocorra mesmo na ausência de luz e a longas distâncias, quando nenhum outro canal consegue ser eficiente (BRADBURRY; VEHRECAMP, 1998).

Diversas são as funções biológicas da emissão de sons, como por exemplo, a defesa de território, a atração de parceiros sexuais, a manutenção de contato com os membros de seu grupo social, a intimidação de predadores, entre outros (BLUMSTEIN et al., 2011). Estes sinais poderiam auxiliar, por exemplo, na resolução de conflitos, evitando um confronto direto entre os animais (ZAHAVI; ZAHAVI, 1997).

A compreensão de como e porque os animais se comunicam para além do entendimento do comportamento, mas também para compreender as relações sociais das espécies se faz importante (SNOWDON, 2007). Nas aves e nos mamíferos, por exemplo, a complexidade do repertório vocal tem sido associada ao nível de socialidade: à medida que se tornam mais variadas as interações sociais possíveis em uma espécie, mais torna-se vantajoso ampliar o seu sistema de sinalização (VIELLIARD, 2004).

## 1.2 Produção vocal em mamíferos e a bioacústica

Dentre os animais acústicos estão os insetos, alguns peixes, e notavelmente os anuros, as aves e os mamíferos (GRIER; BURK, 1992). A maioria dos mamíferos tem um órgão especializado para a produção de sons, como a laringe, e os que desenvolveram o uso desse canal de comunicação desenvolveram também um sistema de controle nervoso central especializado para a produção e interpretação do sinal (BRUDZYNSKI, 2010).

Em mamíferos, o sistema vocal compreende o sistema respiratório, a laringe e o trato vocal (FITCH et al., 2002). O fluxo de ar gerado nos pulmões passa através da laringe que fazem vibrar as pregas vocais. O fluxo de ar é convertido em som que é filtrado no trato vocal (faringe e cavidades oral e nasal) antes de ser irradiado para o meio ambiente através dos lábios e narinas (BRIEFER, 2012; TAYLOR, REBY, 2010).

As pregas vocais são estruturas pareadas bilateralmente de maneira simétrica no trato vocal. O acoplamento mecânico e aerodinâmico entre elas irá sincronizar suas vibrações,

levando a oscilações periódicas regulares. Este é o caso de vocalizações lineares onde os ajustes de frequência são semelhantes. Irregularidades nos mecanismos de produção (regimes de vibração não estáveis das pregas vocais) ou assimetrias das pregas vocais (diferenças na sua massa ou tensão) produzem componentes não-lineares resultantes da vibração não simultânea dos músculos das pregas vocais ou a combinação com osciladores adicionais, como por exemplo, as membranas vocais (extensões finas acima das pregas vocais).

Muitas espécies de mamíferos produzem componentes não-lineares como parte normal de seus repertórios vocais (FITCH et al., 2002). Os mais discutidos na literatura são os saltos de frequência, a bifonação, os sub-harmônicos e o caos (Figura 1). Os mecanismos de produção e o aspecto visual no espectograma (representação gráfica das vocalizações) dos efeitos não-lineares são definidos, segundo Schneider e Anderson (2011), como:

**Saltos de frequência**: ocorre quando ajustes graduais no alongamento, tensão e/ou pressão subglótica causam transições súbitas do padrão de vibração das pregas vocais ou de uma região do aparato vocal para outra. Pode ser observado no espectograma como um salto repentino, interrupções ou sessões ruidosas entre faixas espectrais subsequentes dentro de uma unidade vocal.

**Bifonação**: ocorre quando pregas vocais oscilam independentemente uma da outra, produzindo duas frequências fundamentais (F0 e G0). Resultam em faixas de frequência não paralelas ocorrendo simultaneamente ou como faixas paralelas não múltiplas.

**Sub-harmônicos**: ocorre quando uma das pregas vocais vibra a duas ou três vezes a frequência do outro oscilador de tal forma que o período de vibração de todo o sistema é duplicado ou triplicado. Resultam em faixas espectrais acima ou abaixo da frequência fundamental correspondentes aos harmônicos na proporção de 2:1 ou 3:1.

**Caos**: ocorre quando dois osciladores vibram independente e de forma irregular. Resultam na saída espectral similar a um ruído turbulento, porém apresentam algumas evidências de periodicidade de energia.

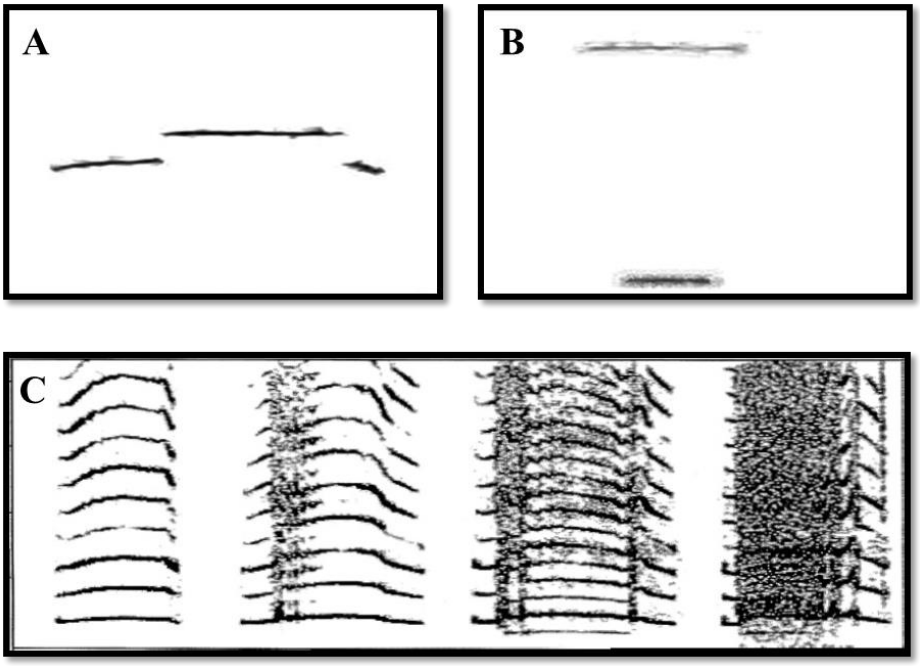


Figura 1. Representação gráfica dos efeitos não lineares (A) saltos de frequência, (B) bifonação (adaptado de SCHNEIDER; ANDERSON, 2011), (C) sub-harmônicos (terceira nota) e caos (quarta nota) (retirado de FITCH et al., 2002).

Dentre as diversas espécies que se comunicam por sons, cada uma apresenta um sistema próprio bem definido, adequado funcionalmente às necessidades específicas e às exigências impostas pelo ambiente em que vivem que garantem a eficiência da transmissão do sinal (VIELLIARD, 2004). A descrição do repertório vocal das espécies é uma tarefa básica para o etólogo e representa somente uma parte do repertório comportamental (VIELLIARD; SILVA, 2006).

O registro do sinal sonoro consiste na gravação dos sons emitidos por um indivíduo ou grupo da espécie de interesse, por meio do conjunto de microfone e gravador. A análise dos sons é realizada através de programas especializados em produzir uma representação gráfica das vocalizações, os espectogramas, e da mensuração das três dimensões sonoras: frequência, duração e intensidade (VIELLIARD, 2004).

Os recursos dos gravadores portáteis têm permitido a realização de experimentos de *playback* que consistem na reprodução de um sinal sonoro para testar hipóteses sobre as funções biológicas de vocalizações específicas, e mesmo para se poder definir um som produzido pela espécie, como um sinal de comunicação (VIELLIARD, 2004).

Hoje, a bioacústica participa de pesquisas em diversas áreas, como aprendizagem e memorização, fisiologia da comunicação, estrutura de comunidades e adaptações ambientais, propagação e identificação de sinais (VIELLIARD, 2004).

## 1.3 Biologia da espécie *Hydrochoerus hydrochaeris*

A capivara é uma espécie da fauna silvestre brasileira, um roedor de grande porte (DEUTSCH; PUGLIA, 1988), encontrada em quase todo o território brasileiro (VARGAS et al., 2007). Sua distribuição se dá pela América do Sul, nas bacias hidrográficas do sul do Panamá até o Uruguai e norte da Argentina (ALHO; RONDON, 1987). É um herbívoro primário que se alimenta preferencialmente de gramíneas e plantas aquáticas, mas se adapta facilmente a outros itens alimentares, como milho, cana-de-açúcar e abóbora, o que a torna uma espécie problema quando invade plantações (FERRAZ, 2010).

O habitat típico das capivaras compreende um corpo d`água, áreas de mata e gramíneas. São animais semiaquáticos e utilizam a água para diversas atividades como a reprodução, regulação térmica e como rota de fuga de predadores (LORD, 2009). A mata é utilizada como abrigo, onde os animais buscam um maior conforto térmico, e os campos de gramíneas são áreas de forrageio (ALHO; RONDON, 1987). A espécie é descrita como tendo hábito diurno, com pico de atividades no período crepuscular (FERRAZ, 2010), alimentando-se nas primeiras e últimas horas do dia e descansando nos períodos mais quentes (ALMEIDA, et al., 2012).

A capivara apresenta comportamento social (FERRAZ, 2010). Organizam-se em grupos que variam de 4 a 40 indivíduos (em média 10), de acordo com a região e a estação do ano (LORD, 2009). Os grupos são compostos por machos, várias fêmeas e juvenis (ALMEIDA et al., 2012), os quais são liderados por um macho dominante. Subordinados a ele estão as fêmeas, com status individuais na hierarquia entre fêmeas, e abaixo delas, os juvenis, que estão em processo de estabilização de seu *status* hierárquico (LORD, 2009).

A estrutura social das fêmeas provou ser não-linear, com algumas fêmeas ocupando a mesma posição social. Já a estrutura social dos machos se mostra estritamente linear (FERRAZ; VERDADE, 2001), onde o vencedor das interações sociais foi invariável, vencidas sempre pelo indivíduo dominante (FERRAZ et al., 2013). Os juvenis formam um grupo secundário ainda

mais coeso dentro do grupo principal (LORD, 2009), a creche (HERRERA, 2013). Ao redor do grupo social estão os machos subordinados, da mesma maneira mantendo o seu *status* hierárquico (LORD, 2009).

A reprodução ocorre durante todo o ano (ALHO, RONDON, 1987; MOREIRA, MACDONALD, 1996) e a gestação dura de 119 a 126 dias (LORD, 2009). Cabem às fêmeas o cuidado direto dos seus filhotes mas há cooperação entre as fêmeas, através da aloamamentação e da proteção das creches (ALHO, RONDON, 1987; LORD, 2009). As fêmeas que amamentam parecem ocupar posições hierárquicas inferiores, sugerindo que estas sejam fêmeas subordinadas (NOGUEIRA et al., 2000).

A capivara tem ainda destaque no setor econômico (ALHO, 1986; MOREIRA, PIOVEZAN, 2005). Sua carne, couro e gordura tem valor econômico em países nos quais a caça é permitida, como na Argentina (QUINTANA; BOLKOVIC, 2013), e no Brasil (PINEIRO; MOREIRA, 2013), em criadouros para fins comerciais.

## 1.4 Repertório acústico das capivaras

O repertório vocal das capivaras, tal como descrito por Barros et al. (2011), declaradamente ainda de forma incompleta, é composto por sete tipos de chamados, assim descritos pelos autores: o *assobio* (*whistle*), emitido exclusivamente por juvenis isolados do grupo familiar sugestivamente usado para o restabelecimento de contato com os adultos; o *choro* (*cry*), emitido por indivíduos desgarrados do grupo durante o deslocamento; *o choro modulado* (*whine*), que acompanha as atividades de forrageio; o *grito* (*squeal*), chamado de agonia (*distress*) da espécie, produzido por animais contidos durante os procedimentos de manejo*;* o *estalido* (*click*), que acompanha movimentos de coesão do grupo e tem função de chamado de contato; o *latido* (*bark*), um chamado de alerta, e o *bater-de-dentes* (*tooth-chattering*), como em muitos outros caviomorfos, é uma produção não vocálica registrada em contextos agonísticos.

# 2. Desenvolvimento

## 2.1 Objetivo

O objetivo do presente estudo foi levantar a diversidade de sinais que compõem o repertório acústico da capivara a partir de uma população de vida livre e um grupo cativo e avaliá-lo em termos de complexidade, i.e., verificando a presença de efeitos não-lineares e de sistemas combinatórios de unidades. Nossa hipótese era que aqueles sete sinais acústicos descritos anteriormente eram insuficientes para intermediar toda a riqueza e nuances das interações sociais das capivaras. Esperávamos que houvesse uma complexidade maior para comunicar uma variedade de pistas ambientais e sociais.

## 2.2 Materiais e Métodos

### 2.2.1 Os animais de estudo

Os dois grupos de capivaras de vida livre habitavam o *campus* da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto (Grupo Música, GM, e Grupo Ponte-1, GP) e compunham-se de 40 indivíduos. O grupo de cativeiro era parte do plantel do Bosque e Zoológico Municipal Fábio Barreto (GZ), em Ribeirão Preto, e continha dez indivíduos. Os animais de vida livre abrigavam-se em áreas de vegetação mais densa no período matutino e vespertino e utilizavam áreas de gramínea no período noturno (após as 18h). Os animais cativos utilizavam as áreas sombreadas do recinto e o lago artificial para descanso durante as horas mais quentes do dia, eram alimentados por volta das 10 horas da manhã e tinham livre acesso à água do lago. Todos os grupos apresentavam indivíduos adultos, sub-adultos e juvenis e eram compostos por um macho dominante e alguns poucos subordinados, várias fêmeas e juvenis. Durante o desenvolvimento do trabalho registramos nascimento de filhotes, expulsão e morte de indivíduos, brigas e a ocorrência de caça predatória, embora ilegal, dentro do *campus*.

Os indivíduos observados no campo foram categorizados, a medida do possível, de acordo com o seu tamanho corporal comparado com os outros animais no campo de visão do pesquisador. Indivíduos juvenis apresentavam tamanhos menores, os sub-adultos tamanhos intermediários e os animais adultos tamanhos maiores (LORD, 2009). Já para os animais manejados seguimos os critérios adotados por Vargas et al. (2009) que consideraram o peso dos animais. Os autores estipularam como sendo juvenis os animais que pesavam entre 1,5 e 20 kg, sub-adultos de 20 a 35 kg, e adultos a partir de 35 kg. A pesagem dos animais só foi possível ser realizada em uma segunda captura do grupo MÚSICA na qual a medida do comprimento do corpo também foi tomada. Como na primeira captura não foi possível realizar a pesagem dos animais, mas foram mensurados o comprimento do corpo, foi possível fazer a correspondência das medidas de peso e comprimento do corpo para categorizar os animais manejados na primeira captura. Estabelecemos então que animais com até 75 cm de comprimento seriam categorizados como juvenis, de 76 cm a 109 cm como sub-adultos e a partir de 110 cm como adultos.

#### 2.2.1.1 A população de vida livre do *campus* da USP

Para a realização do diagnóstico da população de capivaras do *campus* de Ribeirão Preto seguimos o protocolo de Ferraz (2010) tendo como objetivo identificar os locais de ocorrência da espécie, o número de grupos e indivíduos, o ritmo de atividades e a sua área de uso. Realizamos visitas semanais ao campo, pelo menos três vezes por semana, em horários distribuídos do dia e da noite para localização, identificação e mapeamento dos grupos de animais.

O levantamento da área utilizada pelos animais foi realizado através da procura ativa por vestígios (fezes, pegadas, trilhas, locais de marcação) e de relatos de frequentadores do *campus*. Adicionalmente, utilizamos três armadilhas fotográficas Bushnell (Trophy Camera Brown – Model 119436) instaladas em diferentes pontos que nos permitiu o acesso a informações sobre a presença de animais, com registro de dia e hora da ocorrência (inclusive durante a noite), auxiliando-nos na amostragem de uma área maior.

A estimativa do tamanho da população foi realizada através da contagem direta dos indivíduos, diferenciando-os em adultos, sub-adultos e juvenis sempre que possível. A contagem dos animais foi realizada após as 18 horas, período em que os animais foram mais frequentemente avistados forrageando em áreas de gramínea e, portanto, de mais fácil visualização dos indivíduos.

Para o monitoramento dos grupos determinamos uma rota de percurso que teve local de início e fim determinados e padronizados e que foram respeitados durante todo o desenvolvimento do estudo. A cada visita ao campo, todos os locais foram monitorados, sempre na mesma sequência, e a contagem direta dos animais realizada.

Fizemos ainda uma análise da área do *campus*, identificando fontes de água cercadas por cobertura vegetal (essenciais à permanência da espécie, ALHO; RONDON, 1987), e barreiras físicas e biológicas (territórios de outros grupos de capivaras) que pudessem impedir o trânsito dos animais.

O monitoramento das populações de capivaras teve duração de 14 meses consecutivos (de Abril de 2012 a Maio de 2013). Após o esforço de campo de 200 horas reconhecemos dois grupos de capivaras, nomeados segundo suas áreas mais comuns de ocorrência - PONTE 1 e MÚSICA (pontos 1 e 8, respectivamente da Figura 2).

As áreas utilizadas pelos grupos foram as bordas e o Lago da USP, para o GP, e os córregos Laureano e Monte Alegre, para o GM. Na figura 2, os pontos de 1 a 5 - para o GP - e 6 a 12 – para o GM, indicam os locais em que os maiores números de indivíduos foram observados durante o desenvolvimento do estudo. Os grupos eram compostos por adultos, sub-adultos e juvenis, totalizando 40 indivíduos em uma área de uso de 63 hectares. A densidade populacional encontrada foi de 0,63 ind/ha, valor próximo aos encontrados para outras áreas antropizadas (VARGAS et al., 2007) e abaixo de áreas naturais do Pantanal brasileiro e dos Llanos (HERRERA, 2011).

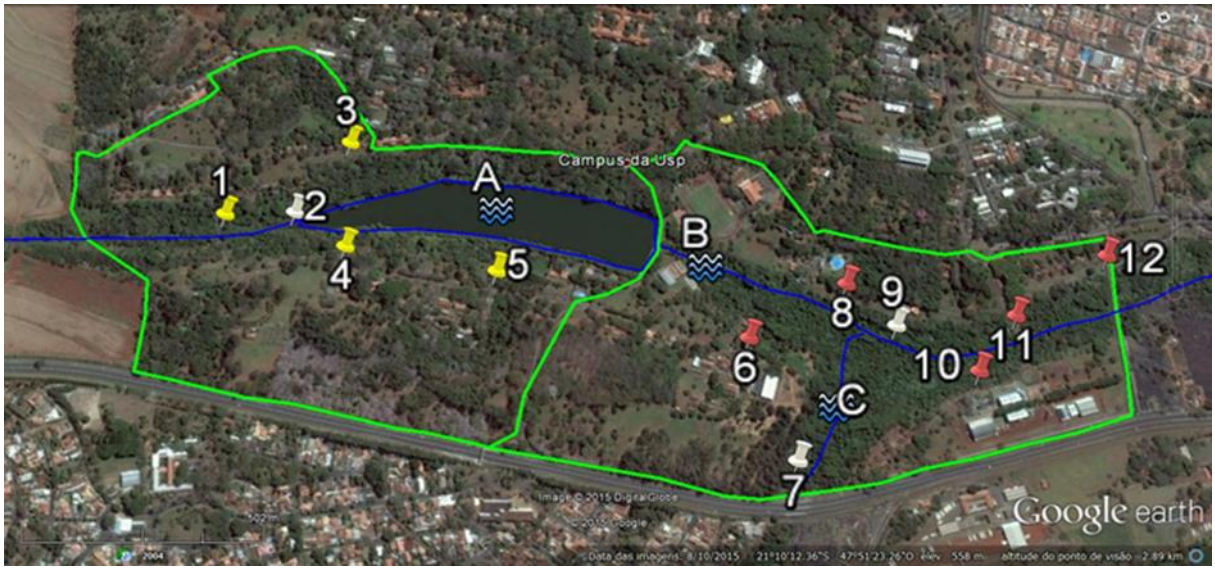


Figura 2. Imagem aérea (retirada do Google Earth) do *campus* da USP de Ribeirão Preto com indicação dos 12 pontos de maior índice de indivíduos avistados. A linha verde transversal delimita o limite das áreas utilizadas pelo GP e GM. A - Lago da USP. B – Córrego Laureano. C – Córrego Monte Alegre. 1 - Ponte 1. 2 – Lago. 3 - Filosofia. 4 – Creche. 5 – Genética. 6- Biotério Central. 7 - Bandeirantes. 8- Música. 9 – Vale da Música. 10 – Educação Física. 11- Ponte 2. 12 – Rua dos Bambus.

No período matutino e vespertino os indivíduos abrigavam-se em áreas de mata, tornando o encontro com os animais mais difícil e restrito a apenas algumas localidades de vegetação fechada (2, 7 e 9 - marcadores brancos na Figura 2).

Capturamos os animais do grupo MÚSICA (Licença SISBIO n◦ 32576-6) após um período de atração por ceva (cana-de-açúcar, gramínea e sal mineral) e habituação a um curral que nos permitiu o manejo para a realização da sexagem e biometria dos animais (medidas do tamanho do corpo e da largura da cabeça) (Tabela 1). A captura serviu apenas para fins de

caracterização e reconhecimento da composição do grupo, identificação dos indivíduos por microchip e marcas com descolorante de pêlos que, contudo, não foram eficazes.

Tabela 1. Caracterização dos indivíduos do grupo MÚSICA, a partir da sexagem, biometria (medidas da cabeça e corpo em cm) e microchipagem (ID) realizadas após a captura e o manejo de 11 indivíduos nas dependências do Biotério Central do *campus* da USP-RP em 2013.

| Código animal | Data | Sexo | Idade | Largura cabeça (cm) | Comprimento corpo (cm) | ID |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CP001 | 07/10/2013 | Macho | Sub-adulto | 11,3 | 87,0 | 900.032.001.011.178 |
| CP002 | 07/10/2013 | Fêmea | Sub-adulto | 10,2 | 96,0 | 900.032.001.011.177 |
| CP003 | 07/10/2013 | Macho | Sub-adulto | 10,1 | 76,0 | 900.032.001.011.171 |
| CP004 | 07/10/2013 | Fêmea | Sub-adulto | 10,6 | 100,0 | 900.032.001.011.179 |
| CP005 | 07/10/2013 | Macho | Sub-adulto | 9,3 | 86,0 | 900.032.001.011.180 |
| CP006 | 07/10/2013 | Fêmea | Sub-adulto | 9,9 | 93,0 | 900.032.001.011.173 |
| CP007 | 22/10/2013 | Fêmea | Sub-adulto | 10,2 | 100,0 | 900.032.001.011.162 |
| CP008 | 22/10/2013 | Macho | Sub-adulto | 12,3 | 107,0 | 900.032.001.011.161 |
| CP009 | 22/10/2013 | Fêmea | Juvenil | 8,9 | 72,0 | 900.032.001.011.164 |
| CP010 | 22/10/2013 | Macho | Sub-adulto | 7,9 | 80,0 | 900.032.001.011.163 |
| CP011 | 22/10/2013 | Macho | Juvenil | 12,0 | 75,0 | 900.032.001.011.174 |

#### 2.2.1.2 As capivaras do zoológico de RP

O grupo de capivaras do Bosque Zoológico Municipal Fábio Barreto de Ribeirão Preto (GZ) era composto por dez indivíduos nas gravações de 2013: o macho dominante (posto hierárquico 1), três machos (dois adultos e um sub-adulto) de postos hierárquicos inferiores (postos 2, 5 e 6 na hierarquia linear de dominância avaliada por Adriana S. de Oliveira, doutorado em execução), quatro fêmeas adultas e duas juvenis (na época com dois meses). Nas últimas coletas de 2015, a fêmea-mãe e as duas juvenis haviam morrido e uma outra fêmea, de menor posto hierárquico, havia parido dois filhotes (na época com dois meses de idade).

O Bosque Zoológico permanecia fechado à visitação pública as segundas e terças feiras para manejo e descanso dos animais. Tínhamos autorização para realizar as gravações nestes dias em que a ausência de visitantes favorecia a coleta de dados acústicos. No dia 14 de Janeiro de 2014 acompanhamos o manejo veterinário para marcação individual das capivaras (GZ) (Tabela 2), uma oportunidade de se registrar o *grito de agonia.*

Tabela 2. Caracterização dos indivíduos do grupo Zoológico (GZ) a partir da sexagem, biometria (medidas da cabeça e corpo em cm) e microchipagem (ID) realizadas após a captura e o manejo de dez indivíduos no dia 14 de Janeiro de 2014.

| Código animal | Data | Sexo | Idade | Largura cabeça (cm) | Comprimento do corpo (cm) | ID |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CP012 | 14/01/2014 | Macho | Adulto | 10,5 | 118 | 963.000.000.421.707 |
| CP013 | 14/01/2014 | Macho | Adulto | 12,3 | 127 | - |
| CP014 | 14/01/2014 | Fêmea | Adulto | 14,6 | 130 | 963.000.000.403.443 |
| CP015 | 14/01/2014 | Fêmea | Adulto | 11,5 | 115 | 963.000.000.422.289 |
| CP016 | 14/01/2014 | Macho | Sub-adulto | - | 100 | 963.000.000.409.320 |
| CP017 | 14/01/2014 | Macho | Adulto | - | 142 | 963.000.000.427.297 |
| CP018 | 14/01/2014 | Fêmea | Adulto | - | 116 | 963.008.000.226.266 |
| CP019 | 14/01/2014 | Fêmea | Adulto | - | 115 | - |
| CP020 | 14/01/2014 | Fêmea | Juvenil | - | - | - |
| CP021 | 14/01/2014 | Fêmea | Juvenil | - | - | - |

## 2.2.2 Áreas de estudo

O município de Ribeirão Preto situa-se na região nordeste do estado de São Paulo e apresenta clima tropical bem demarcado por duas estações: uma estação de verão, quente e chuvosa (de Novembro à Março), e uma de inverno, seca e amena (de Abril à Outubro) (FIORIO, 1995 citado por CHIARELLO, 2000).

O *campus* universitário tem aproximadamente 4.500.000 $m^2$ (Seção de engenharia do *campus*, citado em ALCANTRA, 2010) composto por remanescentes de mata e construções (ROSSI, 2011). Inclui um lago artificial de 110.900 m² e dois córregos principais - Córregos Laureano e Monte Alegre.

A Mata ciliar do "Lago da USP" apresenta o solo recoberto por *Brachiaria sp.* e dos Córregos Laureano e Monte Alegre por *Panicum maximum* Jacq. e *Pennisetum purpureum* Schumach, ambas da família Poaceae (ALCANTRA, 2010), e constituem o habitat das capivaras.

A área de vegetação totaliza 5.519.868 m² e equivale à 19,3% da área verde do município. Dado o nível de desmatamento das áreas naturais de Ribeirão Preto (que apresenta apenas 3,8% de vegetação natural, HENRIQUES, 2003), a área verde do *campus* cumpre um papel importante na manutenção da fauna nativa já que fornece refúgio e recursos alimentares (ALCANTRA, 2010).

Além dos aspectos faunísticos, a preservação desses fragmentos florestais - em uma região dominada quase que exclusivamente pela monocultura de cana-de-açúcar, é de grande importância para a realização de estudos relacionados à preservação de espécies a médio e longo prazos (CHIARELLO, 2000).

O Parque Municipal do Morro de São Bento, com área aproximada de 250.880 $m^2$, é um importante patrimônio natural do município de Ribeirão Preto (www.ribeiraopreto.sp.gov.br/turismo/parque/i71parque.php). É um fragmento de vegetação de mata estacional decidual e semidecidual situado dentro da área urbana. O Bosque e Zoológico Municipal Fábio Barreto está inserido dentro da área do Parque e conserva o maciço de mata estacional semidecidual (HENRIQUES, 2003).

### 2.2.3 Aquisição das vocalizações e registro dos contextos

A coleta das vocalizações foi realizada com auxílio do gravador Tascam DR-100 (taxa de amostragem de 44,1 kHz e 16 bits) acoplado a um microfone unidirecional Sennheiser ME67/K6. Foram feitas visitas semanais (pelo menos três vezes por semana, em horários alternados durante o dia e a noite, entre 06:00 e 24:00) às áreas identificadas como de ocorrência das capivaras do *campus* da universidade para o levantamento e monitoramento dos grupos e gravação de sinais acústicos.

Entre Abril de 2012 e 2013 as gravações foram feitas *ad libitum* (ALTMANN, 1974) para familiarização e identificação das vocalizações emitidas pela espécie de acordo com a descrição de Barros et al. (2011). A coleta sistemática de sinais acústicos teve início no segundo semestre de 2013. A cada dia da semana sorteamos uma janela de tempo (entre 06:00-12:00, 12:01-18:00 e 18:01-24:00) e um período de 2 horas dentro da mesma para a gravação dos sinais acústicos.

As gravações foram acompanhadas de anotações importantes para sua documentação, o seu armazenamento e para as análises sonográficas como recomendado por Vielliard e Silva (2006). As informações anotadas foram: data, hora e local da gravação, observações do ou dos animais gravados, o tipo de vocalização emitida, o contexto e, eventualmente, a descrição de comportamentos. Estas informações são fundamentais para que os arquivos possam ser depositados corretamente no nosso arquivo sonoro César Ades (FOCA).

As gravações realizadas no Zoológico aconteceram preferencialmente nos dias sem visitação. Buscamos coletar dados acústicos emitidos em contextos específicos existentes apenas para este grupo. Os procedimentos adotados durante as gravações foram os mesmos adotados para o registro de emissões dos indivíduos de vida livre.

Durante o manejo dos animais também foram coletadas informações acústicas para posteriores análises. Além do registro das emissões com o gravador Tascam DR-100 utilizamos o Sistema Avisoft-UltraSoundGate (sistema integrado de *hardware* e *software* para gravação e reprodução de sinais ultra-sônicos).

Todos os arquivos foram armazenados no formato *wav* visando preservar as vocalizações em sua forma mais íntegra, sem perda de informações.

## 2.2.4 Descrição do repertório sonoro da espécie

Para as análises sonográficas utilizamos os *softwares* Raven® Pro 1.4 (*The Cornell Lab of Ornitology*) e Avisoft-SAS Lab Pro 4.3 (*Avisoft Bioacoustics*, Berlin, Germany). Estes reproduzem os arquivos de áudio e geram representações gráficas das vocalizações que fornecem informações sobre a variação da frequência pelo tempo, os espectogramas. Para gerar os espectogramas utilizamos a janela *Hamming* e FFT de 256, 512 ou 1024.

Foram analisados aproximadamente nove horas e 20 minutos de arquivos de áudio e gerados a partir destes 1308 arquivos com sons de interesse. A partir destes arquivos foram selecionadas as melhores amostras para a descrição morfológica e quantitativa dos sinais (i. e., aquelas com menor interferência do ruído ambiental e de melhor qualidade da imagem espectográfica).

### 2.2.4.1 Categorização dos chamados

A partir das informações obtidas nos espectrogramas categorizamos as vocalizações de acordo com suas características sonoras e visuais, além da descrição de Barros et al. (2011) e o contexto de emissão.

Selecionamos boas amostras para caracterização e descrição dos tipos e uma amostra mínima de cada tipo. Essa amostra de sinais constituiu-se de 2153 emissões sonoras (notas, sílabas ou frases), das quais 1373 foram obtidas dos grupos de vida livre e 780 do grupo cativo.

### 2.2.4.2 Análises sonográficas descritivas

Descrevemos o sistema acústicos das capivaras como um sistema multinível de unidades (notas e sílabas) que se repetem em sequências longas (frases) (Figura 3). As unidades podem formar combinações de notas do mesmo tipo ou de tipos diferentes (Tabela 3 e Figuras 4 e 5), formando o que pode ser um sinal derivado de comunicação, i.e., de origem posterior e atendendo a nova função comunicativa.

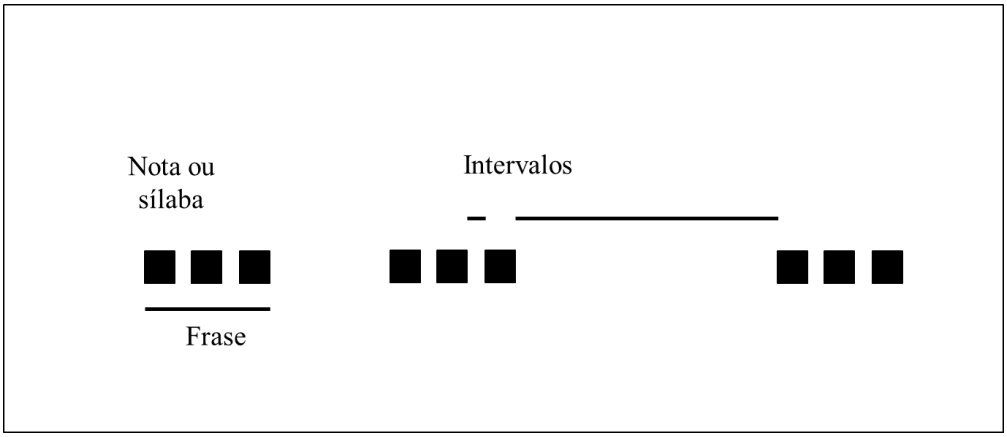


Figura 3. Esquema de alguns dos termos acústicos utilizados neste trabalho para as análises descritiva das vocalizações.

Tabela 3. Sistema multinível dos sinais acústicos das capivaras, com base em Monticelli (2005) e Gasco (2012).

| Unidade | Definição |
|---|---|
| **Nota** | Menor unidade de um chamado sem intervalo de tempo interno. A nota pode ser simples ou composta. **Nota simples** - ocorre sozinha, não configurando nenhum outro nível de organização dentro de uma frase. **Nota composta** - uma única unidade formada por duas notas pré-existentes sem intervalo entre as notas. |
| **Nota dupla** | Conjunto de duas notas do mesmo tipo emitidas em sequência curta com intervalo pequeno entre as notas (até 0,069s). |
| **Sílaba simples** | Conjunto de notas do mesmo tipo emitidas em sequências curtas formando um segundo nível de unidades. Separadas entre si por intervalos de tempo (até 0,760s). |
| **Sílaba combinatória** | Conjunto de notas de tipos diferentes emitidas em sequências curtas formando um segundo nível de unidades. Separadas entre si por intervalos de tempo (até 0,760s). |
| **Frase** | Conjunto de notas ou sílabas emitidas em sequência. |
| **Intervalo** | Intervalo que separa duas unidades sonoras, sejam elas notas ou sílabas, que não apresenta energia acústica. |

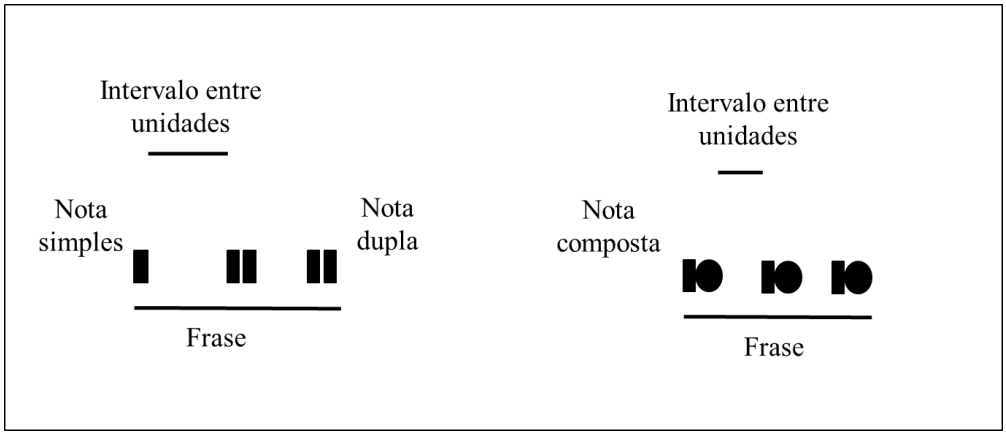


Figura 4. Esquema do sistema multinível de unidades à nível de notas utilizado neste trabalho para as análises descritiva das vocalizações.

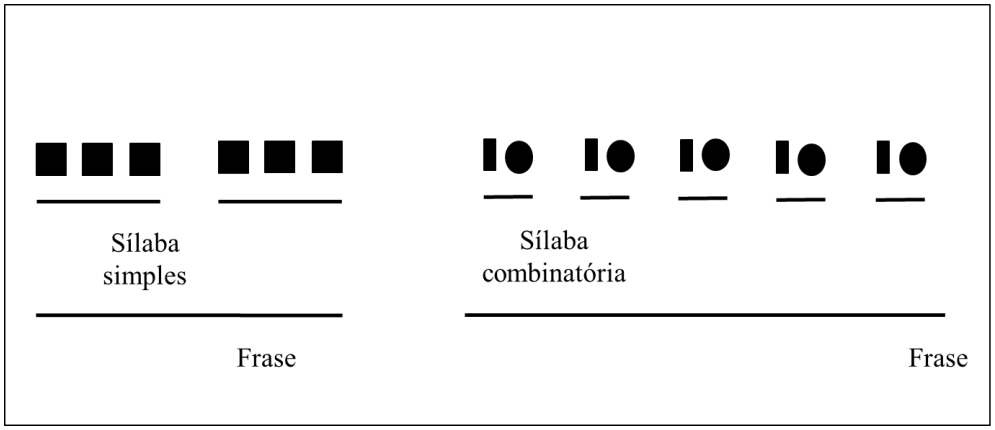


Figura 5. Esquema do sistema multinível de unidades à nível de sílabas utilizado neste trabalho para as análises descritiva das vocalizações.

Para cada um dos chamados foi realizado ajustes nas configurações do espectograma para garantir a melhor visualização das unidades e a mensuração dos parâmetros acústicos (Anexos A, B, C, D e E). Para as análises descritivas não utilizamos a representação do som na forma de onda, a *waveform*, apenas o espectograma.

Os parâmetros medidos (Figura 6 e Tabela 4) para a descrição física das emissões foram: duração das notas e sílabas (no *software* Raven® Pro 1.4 definido como *delta time*), frequência mínima (*low freq*.), frequência máxima (*high freq*.), frequência dominante (*max freq*.) e variação de frequência (*delta freq*.). Em casos de notas com estrutura tonal (som constituído apenas pela frequência fundamental, F0, ou por ela e seus harmônicos - bandas paralelas com valores múltiplos à frequência fundamental) registramos o número de harmônicos (nestes casos, a frequência fundamental, F0, foi considerada como harmônico 1). Para chamados emitidos em frases, quantificamos a duração das frases, o número de notas ou sílabas que as compunham e a duração do intervalo entre as unidades.

O *software* Avisoft-SAS Lab Pro 4.3 (*Avisoft Bioacoustics*, Berlin, Germany) permitiu fazer medidas nas faixas de frequência superiores a 20,0 kHz (ultrassom). Medimos as frequências máximas de notas ultrassônicas que se mostraram de boa qualidade.

A descrição física de cada chamado foi determinada através do cálculo das médias, desvios padrão e valores mínimo e máximo de cada um dos parâmetros acústicos mensurados.

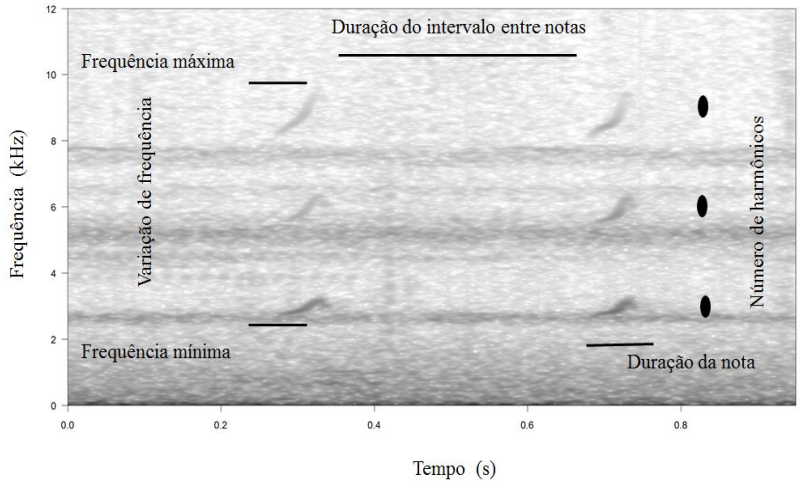


Figura 6. Representação de alguns dos parâmetros mensurados para a descrição física das emissões. A vocalização corresponde ao *assobio* emitido por juvenis de capivaras.

Tabela 4. Definição dos parâmetros acústicos adotados para a descrição física das emissões das capivaras, a partir da análise de 1308 arquivos de sons.

| Parâmetro | Definição | Unidade de medida |
|---|---|---|
| **Duração da nota** | Tempo de duração da nota | segundo (s) |
| **Duração dos intervalos** | Tempo de duração do intervalo que separa duas unidades sonoras | segundos (s) |
| **Duração da sílaba** | Tempo de duração da sílaba (simples ou combinatória) | segundos (s) |
| **Duração da frase** | Tempo de duração de uma frase | segundos (s) |
| **Taxa de emissão** | Razão entre o número de notas emitidas na frase e a duração da frase | notas /segundo (notas/s) |
| **Frequência mínima** | Menor valor de frequêancia encontrado para cada unidade | kiloHertz (kHz) |
| **Frequência máxima** | Maior valor de frequência encontrado para cada unidade | kiloHertz (kHz) |
| **Variação de fequência** | Diferença entre os valores da frequência máxima e mínima de uma unidade | kiloHertz (kHz) |
| **Frequência dominante** | Componente de frequência com maior concentração de energia | kiloHertz (kHz) |

As ilustrações dos chamados, os espectogramas, foram gerados através do pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

### 2.2.5 Análises estatísticas

Realizamos testes estatísticos para averiguar a existência de diferenças entre: (1) as variantes estruturais da emissão *assobio* e (2) as vocalizações pulsadas, que apresentam estrutura geral semelhante, *bater de dentes*, *cacarejo* e *estalido*.

Inicialmente analisamos a distribuição das variáveis. Utilizamos o teste de Shapiro – Wilk (nível de significância igual a 5% - SPSS) indicado para amostras pequenas.

A distribuição das variáveis do *assobio* não atendeu as premissas da normalidade, por isso, optamos por aplicar um teste não paramétrico, o teste de Kruskal-Wallis (SPSS 22), para verificar a existência de diferenças nos parâmetros acústicos entre as formas distintas da nota *assobio* (357 notas). Os parâmetros utilizados foram: duração da nota, frequência mínima, frequência máxima, variação de frequência, frequência dominante, número de harmônicos, duração do intervalo entre as unidades, taxa de emissão e duração da frase. Para as comparações dois-a-dois foi realizado o teste *post hoc* de Mann-Whitney (SPSS 22).

Os chamados pulsados (*bater de dentes*, *cacarejo* e *estalido*) foram submetidos a uma análise de componentes principais (ACP, SPSS 22) e depois a uma análise de função discriminante (AFD, SPSS 22) na tentativa de sustentar estatisticamente as três emissões como categorias distintas e independentes de chamados. Realizamos a análise de componentes principais (ACP) para reduzir as variáveis medidas a um menor e mais representativo conjunto de valores a partir de combinações lineares das variáveis originais. Utilizamos os parâmetros acústicos duração da nota, frequência mínima, frequência máxima, largura de banda e frequência dominante de 520 notas (*Estalido*: n = 245; *Cacarejo*: n = 147; *Bater de dentes*: n = 128). Os dois primeiros componentes explicaram 81% da variância dos dados e representam componentes espectrais altos (frequência máxima e variação de frequência) (CP1) e componentes espectrais baixos (frequência mínima e a frequência dominante) (CP2). Os componentes foram utilizados na análise de função discriminante (AFD) para verificar se a nossa caracterização dos sinais em grupos - *bater de dentes*, *cacarejo* e *estalido* - era apoiada estatisticamente.

# 3. Resultados

## 3.1 Descrição do repertório acústico da capivara

Identificamos dez tipos de chamados: quatro emissões sonoras não harmônicas (*latido, estalido, cacarejo e arfar*), cinco vocalizações com estrutura harmônica (*assobio, choro-gemido, choro-modulado, chamado-de-cópula e grito de agonia*, com o *assobio* apresentando quatro variantes - *assobio-vírgula, pio, piado e assobio-trinado*) e uma emissão não vocal (*bater de dentes).* Não está claro se o *arfar* cumpre um papel de sinalização ou se é simplesmente uma expiração forte produzida pelo animal contido lutando para se soltar. Ele foi emitido apenas por indivíduos adultos (e nem todos o emitiram) do GM, intercalados com as notas de *grito de agonia*.

Além dos tipos básicos, encontramos combinações entre dois tipos de chamados os quais denominamos de notas compostas e sílabas combinatórias, como foi descrito para os quatis (dissertação não publicada de Aline D. C. Gasco). As combinações eram do tipo: *estalido-assobio, estalido-choro-modulado, estalido-choro-gemido, grito-arfar* e *grito-estalido.*

### 3.1.1 Contextos funcionais e estrutura acústica das vocalizações

Os chamados de isolamento foram emitidos por indivíduos de todas as faixas etárias quando estes encontravam-se afastados do restante do grupo. Nesta categoria registramos o maior número de chamados, a presença de combinação de notas e o efeito não-linear caos.

Os chamados de contato foram emitidos por adultos e sub-adultos em contextos gerais de forrageio e deslocamento. Para esta categoria registramos também a presença de combinação de notas, a sílaba combinatória *estalido-choro-gemido*.

Os chamados de alarme, de agonia (*distress*) e agonísticos foram emitidos por indivíduos de todas as faixas etárias. O primeiro foi emitido frente a mudanças ambientais como, por exemplo, a presença de potenciais ameaças e estímulos associados a alimentação para os indivíduos cativos.

Os chamados de agonia (*distress)* foram emitidos durante o manejo quando os indivíduos encontravam-se contidos para os procedimentos de identificação. Nesta categoria registramos a presença de combinação de notas e os efeitos não-lineares saltos de frequência e sub-harmônicos.

Os chamados agonísticos foram emitidos em contexto geral de enfrentamento como, por exemplo, a aproximação do pesquisador do grupo ou durante a disputa de alimento. Este último foi observado apenas para os indivíduos de cativeiro.

A vocalização registrada no contexto de corte, aqui denominada de *chamado-de-cópula*, foi emitida por uma fêmea cativa durante as investidas do macho dominante.

Os contextos de registro dos sinais estão listados abaixo com indicação dos sinais registrados em cada situação. Mais abaixo as situações são caracterizadas.

CONTEXTOS DE REGISTRO:

1. ISOLAMENTO

*Assobios e piados*, c*horo-gemido*, c*horo-modulado* e as notas compostas *estalido-assobio* e *estalido-choro-modulado.*

2. CONTATO

*Estalido* e a sílaba combinatória *estalido-choro-gemido.*

3. ALARME E/OU INTIMIDAÇÃO

*Latido.*

4. AGONIA ("*distress",* em inglês)

*Grito de agonia* e as sílabas combinatórias *grito-arfar* e *grito-estalido.*

5. AGONÍSTICOS

*Bater de dentes* e *cacarejo.*

6. CORTE

*Chamado-de-cópula.*

## 1. Chamados de isolamento

Os chamados de isolamento foram emitidos por indivíduos de todas as idades quando estes estavam afastados do restante do grupo. Os sinais emitidos nessa situação por vezes apresentaram o efeito não-linear caos.

- ***Assobios: assobio-vírgula, pio, piado e assobio-trinado***

As capivaras assobiam de ao menos quatro formas distintas, todas emitidas na mesma situação geral de isolamento de um animal em relação ao grupo ou entre dois ou mais animais. Neste estudo não fomos ainda capazes de atribuir com segurança uma associação específica de uma dessas formas particulares a uma situação especial dentro do contexto geral de isolamento. Trataremos aqui de todos como *assobio*, mas sugerimos que o *assobio-vírgula* seja uma forma ainda em desenvolvimento do *pio*, uma vez que apresentam formas parecidas (Figura 7).

O *assobio* acompanhava a locomoção durante a atividade de forrageio. Era o sinal que antecedia o deslocamento guiado por um animal adulto (e.g. da área de forrageio para o interior da mata). Juvenis normalmente assobiavam de dentro da mata antes de aparecerem no campo aberto de forrageio onde já estava o restante do grupo. Também foi emitido sempre que nos deparamos com animais em lados opostos da cerca (e.g., fêmea adulta e um ou mais juvenis, mas também entre dois animais adultos). A emissão cessava quando os indivíduos juntavam-se.

### Estrutura Acústica

Em termos estruturais, somam como *assobios* quatro formas distintas de emissões sonoras (Figura 7): as notas individuais na forma de vírgula (registradas apenas para juvenis) são extremamente curtas; o *pio*, emitido por adultos e juvenis, tem modulação de frequência em faixa mais estreita e é mais longo; o *assobio-trinado*, é uma nota bem mais longa e tem sucessivas modulações rápidas de frequência (emitidas também por adultos e juvenis, em geral, em sequências de quatro notas); e o *piado*, registrado apenas para juvenis, que parece simplesmente uma rápida repetição de *pios* com intervalos entre as notas, constituindo uma sílaba simples.

Um estudo futuro pode verificar se o *assobio-vírgula*, o *pio* de juvenis e o *pio* de adultos são variações ontogenéticas. Nossa hipótese se baseia no fato de o *assobio-vírgula* ter sido emitido exclusivamente por juvenis e o *pio*, embora tenha sido emitido por juvenis e

adultos, têm medidas diferentes, embora forma parecida.

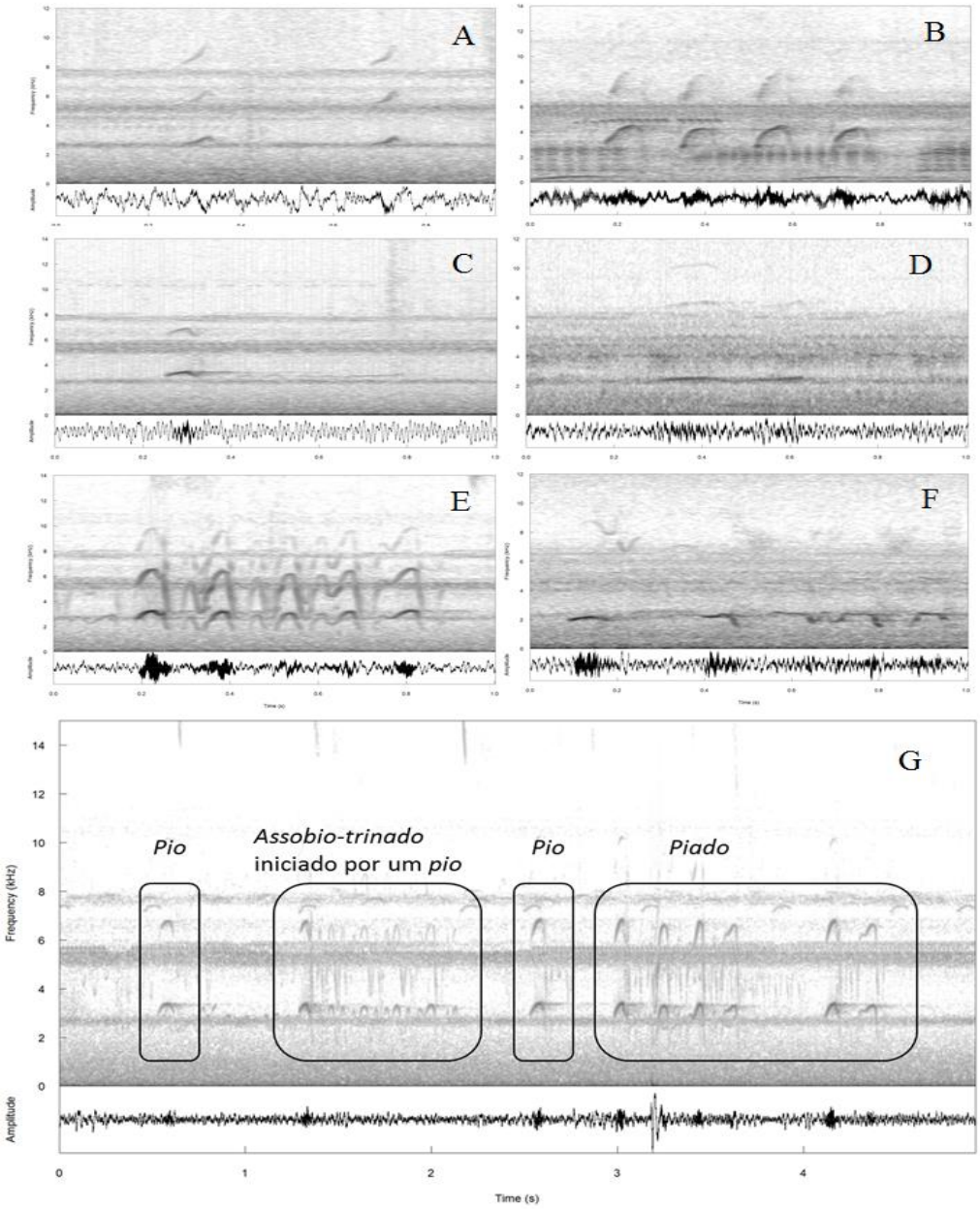


Figura 7. As capivaras assobiam de ao menos quatro formas distintas: (A) *assobio-vírgula* e (B) *piado* emitidos apenas por juvenis; *pio* de (C) juvenil e de (D) adulto; e *assobio-trinado* de (E) juvenil e de (F) adulto. No gráfico inferior (G) mostra-se uma sequência não editada de *assobios* de um juvenil, com alternância dos tipos *pio*, *assobio-trinado* e *piado*. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 1024.

Tabela 5. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos para cada uma das formas estruturais do *assobio*. O *piado* de juvenis e o *assobio-trinado* de adultos foram os únicos que compuseram um nível de agrupamento maior das notas (sílabas simples) além da emissão em sequência (frase). Tempo expresso em segundos e frequência e largura de banda em kHz.

| | | ***Assobio vírgula*** | ***Piado*** | ***Pio*** | | ***Assobio-trinado*** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Juvenis** | **Juvenis** | **Juvenis** | **Adultos** | **Juvenis** | **Adultos** |
| | **n** | 26 | 77 | 43 | 26 | 56 | 243 |
| **Duração** | **nota** | 0,066 (0,012)<br>0,045-0,116 | 0,106 (0,068)<br>0,024-0,534 | 0,101 (0,068)<br>0,057-0,391 | 0,218 (0,110)<br>0,046-0,355 | 0,391 (0,210)<br>0,079-0,999 | 0,076 (0,024)<br>0,034-0,212 |
| | **silaba** | - | 0,629 (0,267)<br>0,255-0,977 | - | - | - | 0,536 (0,231)<br>0,044-1,134 |
| | **intervalo** | 0,467 (0,331)<br>0,179-1,447 | 0,674 (0,347)<br>0,144-1,463 | 1,130 (0,453)<br>0,409-1,855 | 0,909 (0,453)<br>0,118-1,338 | 0,661 (0,429)<br>0,038-1,750 | 0,367 (0,221)<br>0,078-1,524 |
| | **frase** | 1,032 (0,831)<br>0,460-3,187 | 3,797 (1,465)<br>1,600-5,506 | 2,619 (1,217)<br>0,646-4,521 | 1,766 (1,278)<br>0,312-4,840 | 5,932 (4,311)<br>1,386-13,885 | 2,435 (1,829)<br>0,442-8,460 |
| **Taxa de emissão** | **notas/s** | 3,58 (0,98)<br>1,26-4,35 | 0,99 (0,15)<br>0,90-1,25 | 1,30 (0,58)<br>0,88-3,10 | 2,04 (1,81)<br>0,83-6,14 | 1,16 (0,38)<br>0,83-2,02 | 2,43 (1,03)<br>0,86-4,52 |
| **Frequência** | **mínima** | 2,61 (0,09)<br>2,41-2,83 | 2,67 (0,78)<br>0,70-4,45 | 2,88 (0,57)<br>1,28-3,35 | 2,28 (0,16)<br>1,94-2,51 | 1,65 (0,82)<br>0,33-3,30 | 1,86 (0,26)<br>0,36-2,26 |
| | **máxima** | 9,20 (0,29)<br>8,64-9,79 | 8,13 (2,10)<br>3,85-13,34 | 9,51 (1,60)<br>6,16-10,79 | 9,17 (1,56)<br>2,88-10,41 | 14,76 (2,34)<br>8,81 -18,66 | 4,90 (3,25)<br>2,12-12,39 |
| | **dominante** | 2,98 (0,38)<br>2,72-4,03 | 4,08 (0,70)<br>2,26-6,01 | 3,53 (0,76)<br>3,25-8,38 | 2,48 (0,13)<br>2,16-2,67 | 4,01 (0,36)<br>2,71-4,87 | 2,15 (0,11)<br>1,98-2,49 |
| **Largura de banda** | **variação de frequência** | 6,59 (0,27)<br>6,06-7,05 | 5,46 (2,26)<br>0,56-10,86 | 6,63 (1,75)<br>2,39-8,89 | 6,89 (1,66)<br>0,37-8,14 | 13,12 (2,53)<br>5,65 -17,63 | 3,04 (3,33)<br>0,14-11,16 |
| **Harmônicos** | **número** | 2,92 (0,39)<br>1,00-3,00 | 1,81 (0,49)<br>1,00-3,00 | 2,74 (0,44)<br>2,00-3,00 | 3,58 (0,70)<br>1,00-4,00 | 3,36 (0,64)<br>2,00-4,00 | 1,93 (1,20)<br>1,00-4,00 |

## Composição de novas unidades

Ainda dentro da situação geral de isolamento registramos as composições de notas de *estalido* com *assobio*, que chamaremos de *estalido-assobio*, e de *estalido* com *choro-modulado*, o *estalido-choro-modulado*.

- ***Estalido-assobio***

A nota composta *estalido-assobio* é uma única unidade formada por um conjunto de notas (frase) de *estalido* e a nota *assobio-trinado*, sem intervalo entre as partes (Figura 8). Foi emitido por juvenis que se encontravam afastados e sem contato visual com os demais indivíduos do grupo.

**Estrutura Acústica**

A nota composta *estalido-assobio* apresentou valores médios de duração de 0,322s e de frequência dominante de 2,22 kHz. A sua frequência mínima variou entre 0,19 kHz e 0,30 kHz e a máxima entre 13,64 kHz e 17,00 kHz (Tabela 6). A nota composta apresentou harmônicos por toda a sua extensão (Figura 8) e foi emitida como nota isolada, sem formação de frase.

- ***Estalido-choro-modulado***

A nota composta *estalido-choro-modulado* é uma única unidade formada por um conjunto de notas (frase) de *estalido* e a nota *choro-modulado*, sem intervalo entre as partes (Figura 8). Foi emitido por indivíduos adultos e sub-adultos separados do restante do grupo pelo alambrado durante o forrageio e por indivíduos que se deslocavam no capim alto e se depararam com o pesquisador ao chegar a borda com as áreas de gramínea.

**Estrutura Acústica**

A nota composta *estalido-choro-modulado* apresentou valores médios de duração de 0,727s e de frequência dominante de 2,70 kHz (Tabela 6). As notas podem ser emitidas em frases ou como notas isoladas. Quando em frases, a duração do intervalo entre as notas apresentou média de 3,262s. Esta emissão pode apresentar na sua porção final o efeito não-linear caos.

Tabela 6. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos das notas compostas *estalido-assobio* e *estalido-choro-modulado*.

| | Duração da notas (s) | Duração dos intervalos (s) | Duração das frases (s) | Taxa de emissão (notas /s) | Frequência mínima (kHz) | Frequência máxima (kHz) | Variação de frequência (kHz) | Frequência dominante (kHz) | Número de harmônicos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Estalido-assobio* | 0,322 (0,136) | | | | 0,26 (0,05) | 15,04 (1,28) | 14,78 (1,27) | 2,22 (1,74) | 3,80 (0,45) |
| (n=5) | 0,175-0,545 | | | | 0,19-0,30 | 13,64-17,00 | 13,46-16,77 | 0,34-3,96 | 3,00-4,00 |
| *Estalido-choro-modulado* | 0,727 (0,385) | 3,262 (1,704) | 10,403 (6,008) | 0,34 (0,05) | 1,21 (0,60) | 7,96 (1,88) | 6,75 (1,96) | 2,70 (1,19) | 2,12 (1,58) |
| (n=17) | 0,272-1,817 | 1,795-6,616 | 4,983-16,863 | 0,30-0,40 | 0,48-2,61 | 2,09-11,52 | 1,18-10,55 | 1,08-4,13 | 1,00-5,00 |

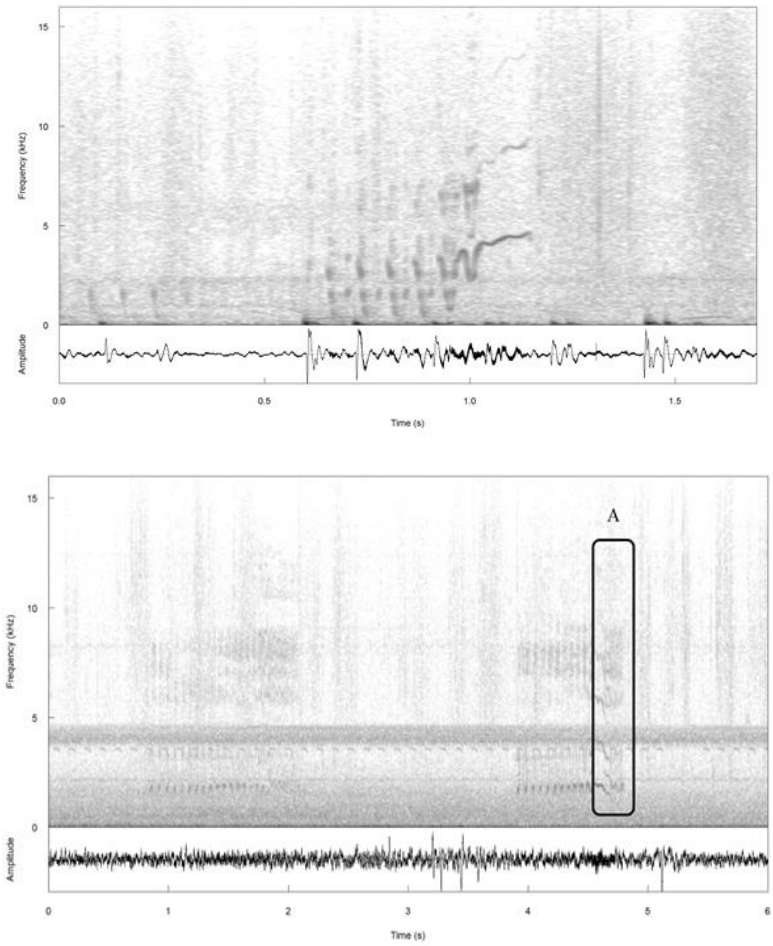


Figura 8. Representação gráfica das notas compostas *estalido-assobio* (acima) e *estalido-choro-modulado* (abaixo). Representamos também (A) o efeito não-linear caos. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 1024.

- ***Choro-gemido* ou *Choro***

O *choro* foi emitido por indivíduos de todas as faixas etárias durante o deslocamento. Nossa coleta de dados não nos permitiu perceber detalhes que pudessem discriminar quando os animais emitem os *assobios* ou os *choros*. É possível que os *choros* fossem emitidos nas interações entre os indivíduos durante o forrageio ou deslocamento de todo o grupo para outras áreas.

**Estrutura Acústica**

O *choro* é uma emissão vocal harmônica que apresenta pouca modulação de frequência, ao contrário do *assobio,* e quando apresenta, a modulação é de faixa estreita (Figura

9). A nota apresentou duração média de 0,528s e número máximo de harmônicos igual a quatro (Tabela 7).

Tabela 7. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos das notas *choro*.

| ***Choro*** (n = 7) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Duração da nota (s)** | **Frequência mínima (kHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** | **Número de harmônicos** |
| 0,528 (0,202) | 2,14 (0,53) | 9,19 (2,55) | 7,05 (2,49) | 3,06 (1,11) | 3,29 (0,76) |
| 0,287-0,898 | 1,26-2,97 | 6,28 -9,79 | 4,30 -11,76 | 1,29-4,05 | 2,00-4,00 |

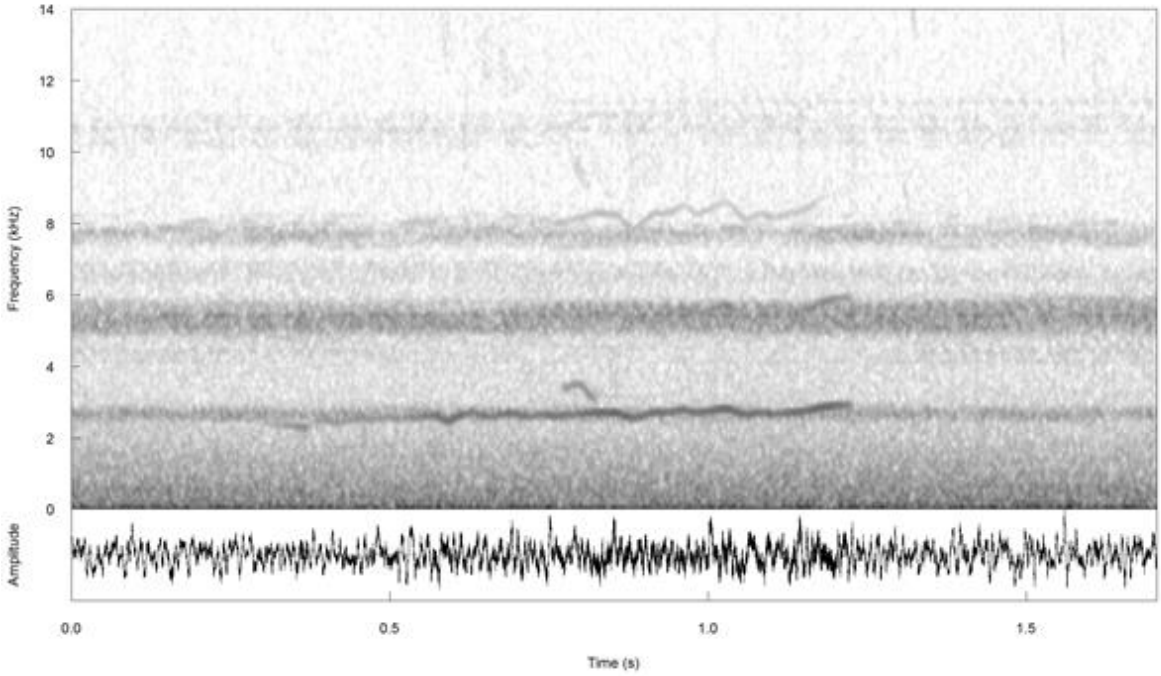


Figura 9. Representação gráfica de uma nota *choro* com três harmônicos. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

- ***Choro-modulado***

O *choro-modulado* foi emitido por indivíduos de todas as faixas etárias em contexto geral de deslocamento, quando estes se encontravam afastados ou isolados do restante do grupo. Foi emitido por indivíduos adultos confinados em área destinada ao manejo momentos antes do início dos procedimentos; e emitido por juvenis durante a amamentação no momento em que a mesma foi interrompida.

### Estrutura Acústica

O *choro-modulado* é uma emissão vocal harmônica que apresenta grande modulação de frequência (Figura 10). A nota apresentou duração média de 0,355s e número máximo de harmônicos igual a seis (valor superior ao encontrado por Barros et al. (2011) de dois harmônicos). As notas são emitidas em frases com duração média de 3,975s (Tabela 8).

Tabela 8. Tabela amostra (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos das notas *choro-modulado*.

| ***Choro-modulado*** (n = 118) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Duração da nota (s)** | **Duração dos intervalos (s)** | **Duração das frases (s)** | **Taxa de emissão (notas/s)** | **Frequência mínima (kHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** | **Número de harmônicos** |
| 0,355 (0,293) | 0,471 (0,441) | 3,975 (2,757) | 1,46 (0,63) | 2,09 (0,63) | 9,08 (3,83) | 6,59 (4,00) | 3,50 (0,93) | 2,97 (1,31) |
| 0,016-1,899 | 0,013-2,546 | 1,277-10,980 | 0,55-2,96 | 0,36-3,48 | 2,56 -19,76 | 0,32 -18,97 | 0,78-5,34 | 1,00-6,00 |

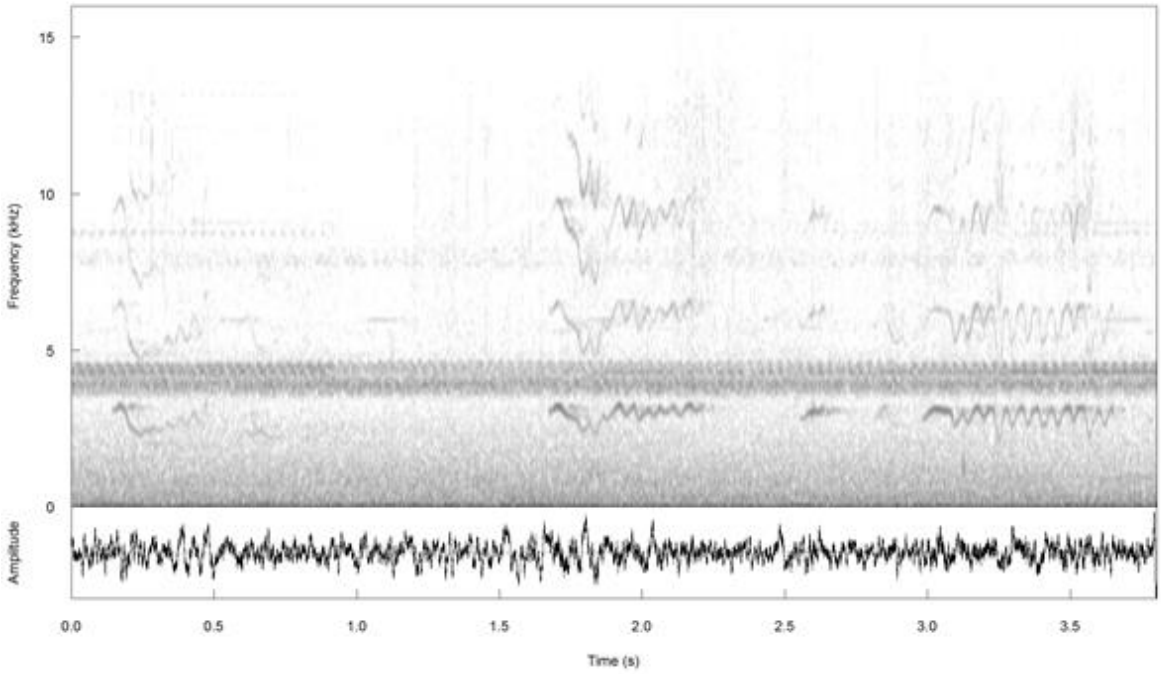


Figura 10. Representação gráfica de uma frase composta por três notas de *choro-modulado*. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

## 2. Chamados de contato

Os chamados de contato foram emitidos por adultos e sub-adultos em contextos de forrageio e deslocamento. A categoria é composta pela emissão *estalido* e a associação deste com o *choro*. Este último compreende um segundo nível de organização de notas que

denominamos de sílabas combinatórias.

- ***Estalido***

O *estalido* foi emitido por indivíduos adultos e sub-adultos em contextos de forrageio e deslocamento.

**Estrutura Acústica**

A nota *estalido* é uma emissão vocal de banda larga, extremamente curta e não harmônica. É emitida em frases (conjunto de notas) e nunca como nota isolada (Figura 11). A duração das notas variou entre 0,009s e 0,049s e sua frequência dominante apresentou média de 2,22 kHz (Tabela 9). O número de notas na frase variou de duas a 12 notas.

Tabela 9. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos das notas de *estalido*.

| *Estalido* (n = 250) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duração da nota (s) | Duração dos intervalos (s) | Duração da frase (s) | Taxa de emissão (notas/s) | Frequência mínima (kHz) | Frequência máxima (kHz) | Variação de frequência (kHz) | Frequência dominante (kHz) |
| 0,017 (0,006) | 0,072(0,017) | 0,334 (0,190) | 14,12 (2,18) | 1,12 (0,75) | 6,16 (2,52) | 5,04 (2,46) | 2,22 (1,51) |
| 0,009-0,049 | 0,028-1,181 | 0,089-0,863 | 10,31-22,47 | 0,15-6,63 | 1,50-13,58 | 0,64-12,91 | 0,26-8,35 |

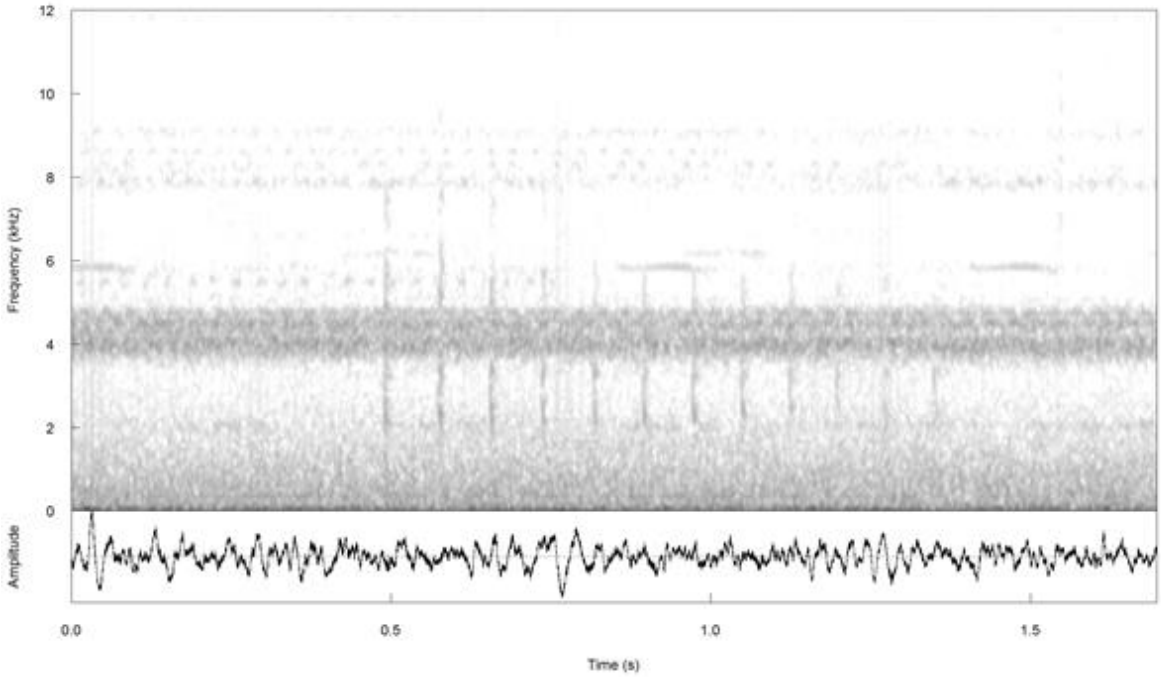


Figura 11. Representação gráfica de uma frase de *estalido* composta por 12 notas. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 1024.

**Associação de notas**

- ***Estalido-choro-gemido***

A associação de frases (conjunto de notas) de *estalido* e a nota *choro*, emitidas em sequência e separadas entre si por intervalos, formam um segundo nível de unidades, a sílaba combinatória (Figura 12). Foi emitida por indivíduos adultos durante o forrageio e deslocamento do grupo, mesmo contexto em que registramos o *estalido*.

**Estrutura Acústica**

Trata-se de uma sílaba combinatória composta por um conjunto de notas (frase) de *estalido* e a nota *choro*. As frases de *estalido* apresentaram duração média de 0,267s e número médio de notas de cinco. A duração da nota *choro* variou entre 0,099s e 0,616s e apresentou número médio de harmônicos de 2,73. Os valores médios da frequência dominante e da sua variação de frequência foram de 3,79 kHz e 6,05 kHz respectivamente. A duração média dos intervalos entre as frases de *estalido* e as notas *choro* foi de 0,080s. A sílaba combinatória apresentou duração média de 0,636s e variação de frequência média de 7,13 kHz (Tabela 10).

Tabela 10. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da sílaba combinatória *estalido-choro-gemido*.

| ***Estalido-choro-gemido*** (n= 5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Duração da sílaba (s)** | **Frequência mínima (Hz)** | **Frequência máxima (Hz)** | **Variação de frequência (Hz)** | **Frequência dominante (Hz)** |
| 0,636 (0,223) | 1,46 (0,48) | 8,59 (1,34) | 7,13 (1,31) | 3,67 (1,04) |
| 0,308-0,989 | 0,44-2,08 | 6,02-11,07 | 5,06-9,66 | 0,55-4,06 |

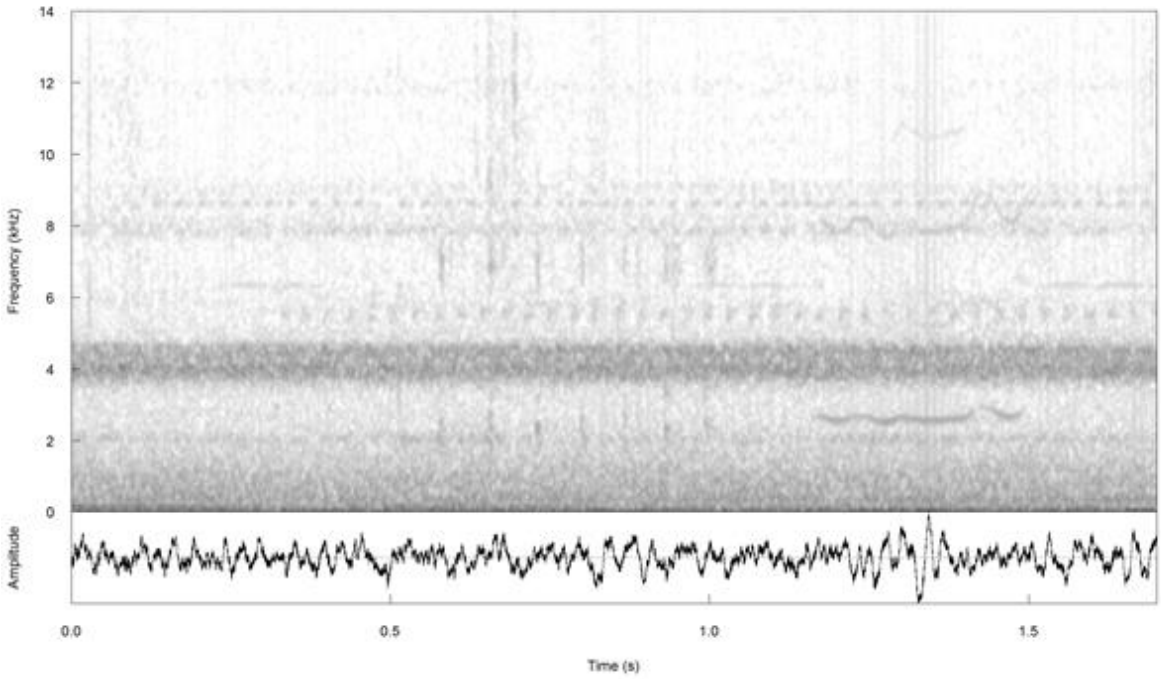


Figura 12. Representação gráfica da sílaba combinatória *estalido-choro-gemido*. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

## 3. Chamado de alarme/intimidação

O chamado de alarme foi emitido por indivíduos de todas as faixas etárias em contextos gerais de alerta. A categoria é composta pela emissão *latido* (Figura 13).

- ***Latido***

O *latido* foi emitido por indivíduos adultos, sub-adultos e juvenis em cinco contextos. No primeiro contexto, o grupo de capivaras encontrava-se em repouso as margens do Lago da USP ou forrageando em áreas de gramínea. O *latido* foi emitido por indivíduos adultos e sub-adultos mais periféricos do grupo, quando a aproximação do pesquisador, de pessoas ou veículos foram potencialmente ameaçadoras. A reação dos demais indivíduos do grupo foi adotar a postura de alerta (cabeça e orelhas levantadas) seguido pelo comportamento de *freezing*. Este último poderia ser seguido de fuga do grupo para áreas de vegetação fechada ou em direção aos corpos d`agua, ou ainda, pela retomada da atividade interrompida. O *latido* emitido pelos juvenis ocorreu quando o pesquisador se aproximou do grupo creche. A resposta a esta emissão foi a retomada da atenção dos indivíduos adultos para os juvenis e para o pesquisador.

O segundo contexto foi registrado as margens do Lago da USP. Percebendo a nossa aproximação, os indivíduos utilizaram o lago como rota de fuga. O *latido* foi emitido por diversos indivíduos do grupo durante o nado dos animais. Observamos que a direção tomada pelos indivíduos foi sempre orientada (e modificada) pelo *latido*, sendo este capaz de direcionar todos os indivíduos para um mesmo local.

O terceiro contexto ocorreu diante da aproximação do horário de alimentação dos animais cativos, por volta das 10h da manhã. Frente a aproximação do tratador os indivíduos emitiram o *latido* e deslocaram-se para próximo ao portão de entrada. Os *latidos* foram emitidos em sequência e cessaram quando o tratador entrou no recinto para depositar os alimentos.

No quarto contexto, o grupo de capivaras encontrava-se confinado para os procedimentos de manejo. Os *latidos* foram emitidos por vários indivíduos quando a equipe voltava a sua atenção ao grupo para a escolha e isolamento do próximo indivíduo a ser manejado.

No último contexto observamos a emissão por juvenis em contexto de brincadeira. Durante a interação alguns *latidos* foram emitidos. Neste instante, o emissor teve a atenção do receptor (no caso o outro juvenil) para si. A emissão do *latido* neste contexto foi observada após o período de coletas de dados, desta forma, apenas o registro do contexto foi possível no presente trabalho. A análise acústica será realizada por outra pesquisadora de nosso laboratório.

**Estrutura Acústica**

O *latido* é uma emissão vocal não harmônica emitida como nota isolada (Tabela 11). Os *latidos* emitidos durante o manejo apresentaram média de duração das notas mais longa (0,248s) que as dos *latidos* emitidos em situação de fuga (0,170s), de alerta (0,162s), e os emitidos frente ao tratador (0,140s). Apresentaram na mesma ordem os menores valores médios de frequência mínima e dominante (Tabela 12).

Tabela 11. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da nota *latido*.

| ***Latido*** (n = 131) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Duração da nota (s)** | **Frequência mínima (kHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** | **Número de harmônicos** |
| 0,179 (0,069) | 0,27 (0,08) | 12,65 (2,74) | 12,38 (2,76) | 0,87 (0,81) | 2,62 (1,84) |
| 0,063-0,391 | 0,05-0,53 | 3,25 -19,71 | 3,02 -19,53 | 0,09-6,55 | 1,00-9,00 |

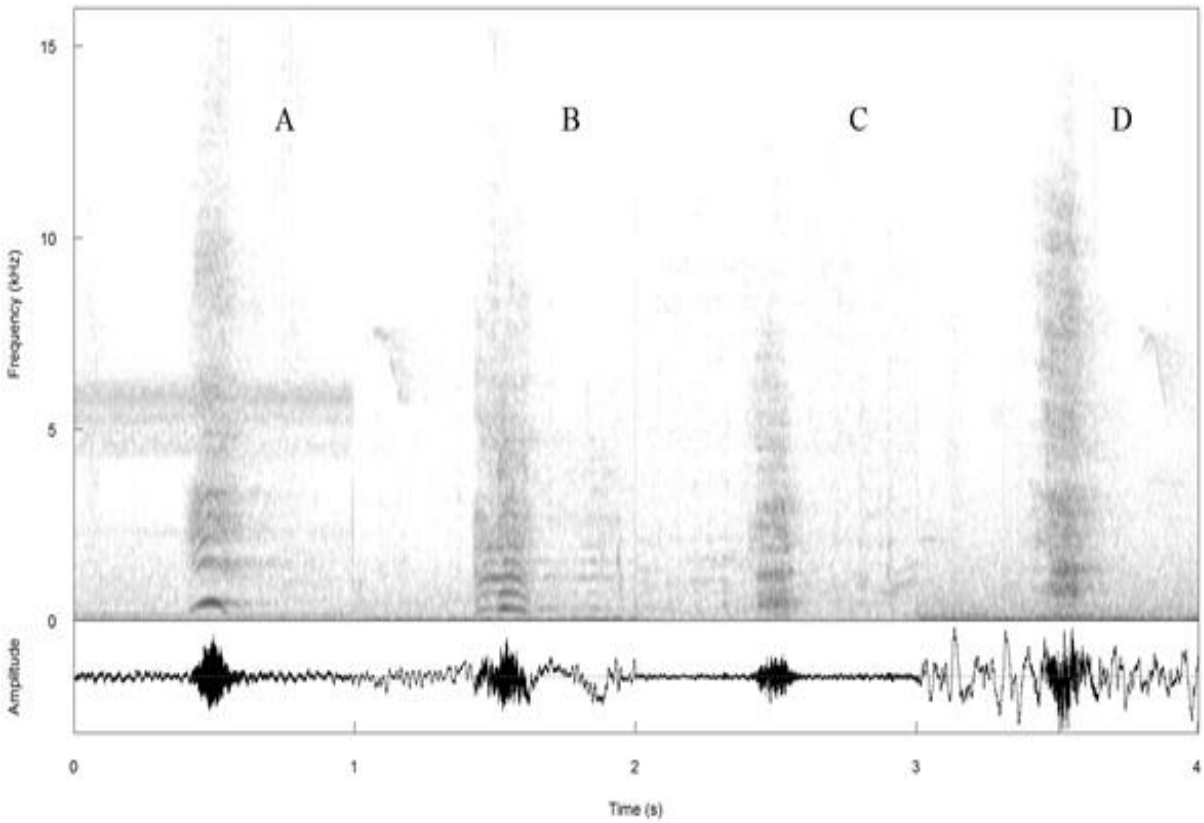


Figura 13. Representação gráfica das notas *latido* emitidas (A) frente a aproximação de perigos potenciais (pessoas ou automóveis), (B) durante o nado dos animais, (C) frente a oferta de alimento e (D) momentos antes do início dos procedimentos de manejo. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

Tabela 12. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão dos parâmetros acústicos das notas *latido* emitidas em cada um dos contextos.

| | **Alerta** (n = 49) | **Orientação** (n = 18) | **Tratador** (n = 44) | **Manejo** (n = 40) |
|---|---|---|---|---|
| **Duração das notas (s)** | 0,162 (± 0,035) | 0,170 (± 0,026) | 0,140 (± 0,046) | 0,248 (± 0,085) |
| **Freq. Mínima (kHz)** | 0,28 (± 0,06) | 0,24 (± 0,04) | 0,31 (± 0,1) | 0,22 (± 0,07) |
| **Freq. Máxima (kHz)** | 11,97 (± 2,49) | 13,26 (± 2,46) | 11,89 (± 3,13) | 13,92 (± 2,17) |
| **Variação . de freq. (kHz)** | 11,69 (± 2,47) | 13,26 (± 2,46) | 11,59 (± 3,14) | 13,70 (± 2,18) |
| **Freq. dominante (kHz)** | 1,02 (± 1,1) | 0,50 (± 0,20) | 1,10 (± 0,79) | 0,62 (± 0,36) |

As notas são semelhantes quanto as medidas espectrais, no entanto, a reprodução dos *latidos* emitidos frente a potenciais ameaças e os emitidos frente a oferta de alimento sugere, já

que as respostas aos estímulos foram distintas (para o primeiro, os indivíduos adotaram a postura de alerta - cabeça e orelhas levantadas, e para o segundo, houve a aproximação dos indivíduos à fonte sonora), que os animais são capazes de discriminar estes dois estímulos.

## 4. Chamados de agonia (em inglês *distress call*)

Os chamados de agonia (*distress*) foram emitidos por indivíduos adultos, sub-adultos e juvenis durante o manejo. A categoria é composta pela emissão *grito* e as sílabas combinatórias *grito-arfar* e *grito-estalido*. Para esta categoria registramos a ocorrência dos efeitos não-lineares saltos de frequência e sub-harmônicos nas notas *grito* pertencentes as sílabas combinatórias.

- ***Grito***

O *grito* (Figura 14) foi emitido por dois indivíduos de vida livre, um macho e uma fêmea, contidos no puçá durante os procedimentos de sexagem e tricotomia.

**Estrutura acústica**

O *grito* é uma emissão vocal harmônica emitida como nota isolada ou aos pares. O intervalo entre as notas variou de 0,624s e 1,846s. A nota apresentou duração média de 0,309s e número médio de harmônicos de 4,29. A sua frequência dominante apresentou pequena variação, entre 1,68 kHz e 1,98 kHz (Tabela 13).

Tabela 13. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da nota *grito*.

| | | | | ***Grito*** (n = 7) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duração da nota (s) | Duração dos intervalos (s) | Duração da frase (s) | Taxa de emissão (nota/s) | Frequência mínima (kHz) | Frequência máxima (kHz) | Variação de frequência (kHz) | Frequência dominante (kHz) | Número de harmônicos |
| 0,309 (0,118) | 1,235 (0,864) | 1,907 (0,725) | 1,13 (0,43) | 0,87 (0,22) | 8,41 (1,07) | 7,54 (1,26) | 1,79 (0,10) | 4,29 (0,49) |
| 0,074-0,407 | 0,624-1,846 | 1,394-2,420 | 0,83-1,43 | 0,40-1,02 | 7,56 -10,44 | 6,57 - 10,04 | 1,68-1,98 | 4,00-5,00 |

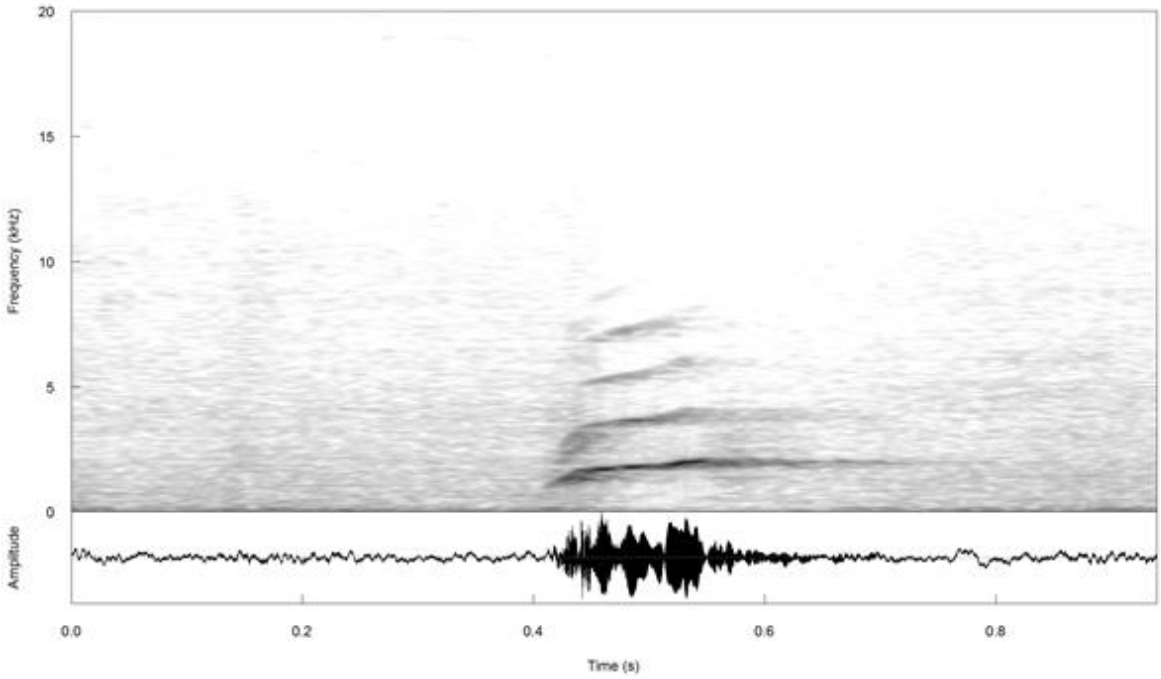


Figura 14. Representação gráfica da nota *grito*. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 1024.

**Associação de notas**

- ***Grito-arfar***

A associação das emissões *grito* e *arfar*, emitidas em sequência e separadas entre si por intervalos, formam um segundo nível de unidades, a sílaba combinatória (Figura 15). Foi emitida por indivíduos adultos de vida livre, de ambos os sexos, contidos no puçá para os procedimentos de sexagem e marcação.

**Estrutura acústica**

Trata-se de uma sílaba combinatória composta pela nota *grito* e a emissão *arfar*. A nota *grito* (algumas delas emitidas fora da associação *grito-arfar*) atingiu frequências máximas superiores a 20,0 kHz e apresentou número médio de harmônicos de 5,26 (Tabela 14). A duração média dos intervalos entre a nota *grito* e o *arfar* foi de 0,444s. O *arfar* apresentou duração média de 0,205s e a média da frequência dominante de 0,10 kHz (Tabela 15). As sílabas combinatórias foram emitidas em frases com duração média de 3,824s e intervalos entre as sílabas de 0,391s (Tabela 16).

Tabela 14. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da nota *grito* que compõe a sílaba combinatórias *grito-arfar*.

| ***Grito (Grito-arfar)*** (n = 81) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Duração da nota (s)** | **Frequência mínima (kHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** | **Número de harmônicos** |
| 0,208 (0,066) | 1,02 (0,48) | 21,47 (3,00) | 20,46(3,16) | 2,44 (0,51) | 5,26 (2,64) |
| 0,038-0,381 | 0,23-1,91 | 4,69-22,05 | 3,54-22,05 | 0,86-3,57 | 1,00-11,00 |

Tabela 15. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da emissão *arfar* que compõe a sílaba combinatórias *grito-arfar*.

| ***Arfar (Grito-arfar)*** (n = 86) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Duração arfar (s)** | **Frequência mínima (kHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** |
| 0,205 (0,061) | 0,02 (0,01) | 14,74 (2,93) | 14,72 (2,94) | 0,10 (0,18) |
| 0,097-0,525 | 0,01-0,10 | 6,83-21,14 | 6,83-21,12 | 0,04-1,34 |

Tabela 16. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da sílaba combinatórias *grito-arfar*.

| ***Grito-arfar*** (n = 73) | | | |
|---|---|---|---|
| **Duração sílaba (s)** | **Intervalo entre sílabas (s)** | **Duração da frase (s)** | **Taxa de emissão (sílaba/s)** |
| 0,795 (0,165) | 0,391(0,109) | 3,824 (2,257) | 1,13 (0,39) |
| 0,417-1,260 | 0,006-0,633 | 0,509-9,074 | 0,83-2,38 |

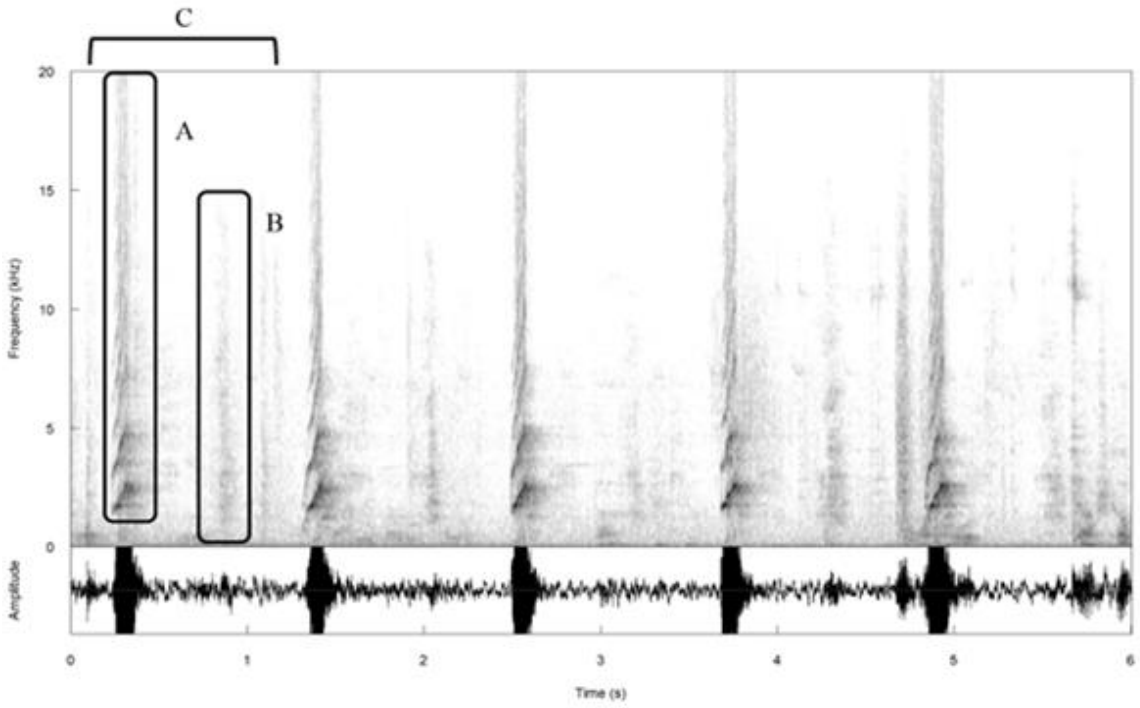


Figura 15. Representação gráfica da (C) sílaba combinatória composta pela (A) nota *grito* e (B) o *arfar* emitida durante os procedimentos de manejo. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

- ***Grito-estalido***

A associação das emissões *grito* e frases (conjunto de notas) de *estalido,* emitidas em sequência e separadas entre si por intervalos, formam um segundo nível de unidades, a sílaba combinatória (Figura 16). Foi emitida por indivíduos cativos adultos e sub-adultos contidos no puçá para os procedimentos de sexagem e identificação com coleiras.

**Estrutura acústica**

Trata-se de uma sílaba combinatória composta pela nota *grito* e frases de *estalido*. A nota *grito* atingiu frequências máximas superiores a 20,0 kHz e apresentou número médio de harmônicos de 9,43 (Tabela 17). As frases de *estalido* apresentaram duração média de 0,326s com intervalo médio entre as notas de 0,054s (Tabela 18). A duração média dos intervalos entre as notas *grito* e as frases de *estalido* foi de 0,032s. As sílabas combinatórias foram emitidas em frases com duração média de 6,398s e intervalos médios entre as sílabas de 0,703s (Tabela 19).

Tabela 17. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da nota *grito* que compõe a sílaba combinatória *grito-estalido*.

| ***Grito (Grito-estalido)*** (n=102) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Duração da nota (s)** | **Frequência mínima (KHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** | **Número de harmônicos** |
| 0,290 (0,182) | 0,79 (0,41) | 17,77 (4,84) | 16,99 (4,80) | 1,97 (1,01) | 9,43 (4,38) |
| 0,087-1,149 | 0,21-1,71 | 6,00-22,05 | 4,69-21,47 | 0,65-6,63 | 1,00-17,00 |

Tabela 18. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da nota *estalido* que compõe a sílaba combinatória *grito-estalido*.

| ***Estalido (Grito-estalido)*** (n=390) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Duração da nota (s)** | **Duração dos intervalos (s)** | **Duração da frase (s)** | **Frequência mínima (KHz)** | **Frequência máxima (kHz)** | **Variação de frequência (kHz)** | **Frequência dominante (kHz)** |
| 0,056 (0,022) | 0,054 (0,031) | 0,326 (0,175) | 0,39 (0,19) | 3,95 (2,44) | 3,56 (2,54) | 1,05 (0,40) |
| 0,015-0,134 | 0,003-0,208 | 0,053-0,904 | 0,05-1,84 | 1,00-9,81 | 0,54-9,56 | 0,20-2,85 |

Tabela 19. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos da sílaba combinatória *grito-estalido*.

| ***Grito -estalido*** (n=53) | | | |
|---|---|---|---|
| **Duração sílaba (s)** | **Intervalo entre sílabas (s)** | **Duração da frase (s)** | **Taxa de emissão (sílaba/s)** |
| 0,686 (0,261) | 0,703 (0,308) | 6,398 (4,059) | 0,92 (0,18) |
| 0,351-1,568 | 0,118-1,991 | 1,834-13,994 | 0,67-1,31 |

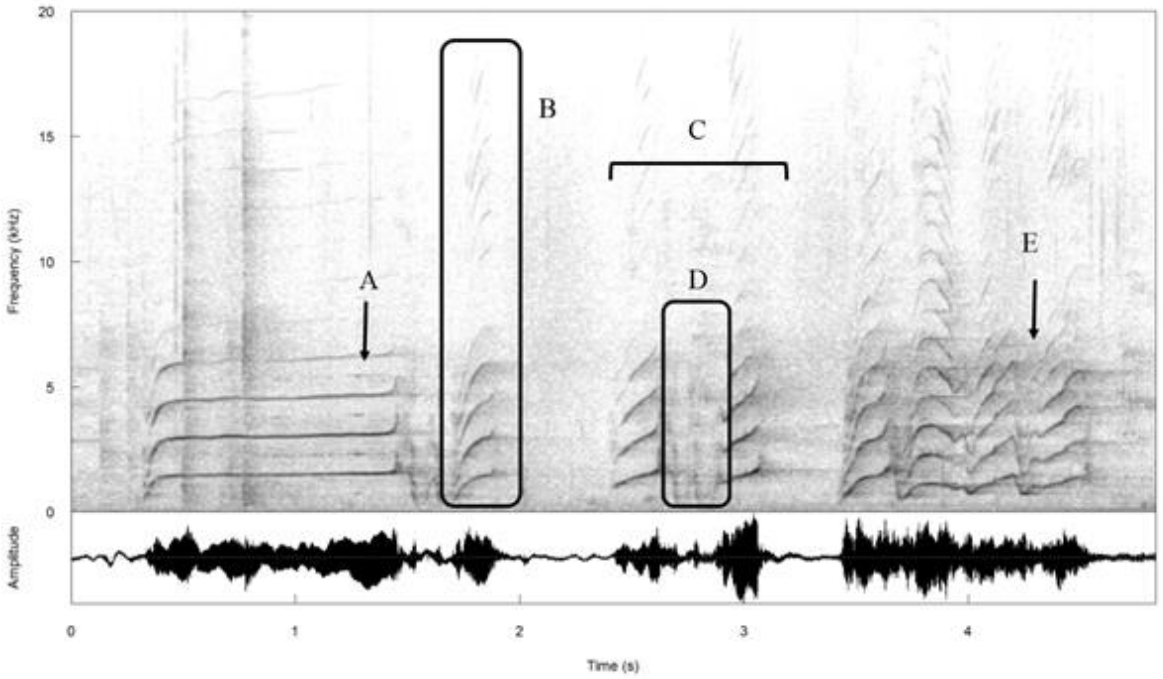


Figura 16. Representação gráfica da (C) sílaba combinatória composta pela (B) nota *grito* e (D) frases de *estalido* emitida por indivíduos adultos e sub-adultos cativos durante o manejo. Apontados os efeitos não-lineares (A) sub-harmônicos e (E) saltos de frequência. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 1024.

As notas *grito* apresentaram diferentes médias para os parâmetros de tempo e frequência (Tabela 20). Duas, das três variantes, apresentaram frequências máximas superiores a 20,0 kHz, caracterizando as mesmas como ultrassons. Ainda, uma das variantes apresentou os efeitos não-lineares sub-harmônicos e saltos de frequência.

A análise dos *gritos* gravados com o Sistema Avisoft-UltraSoundGate e analisados no *software* Avisoft-SAS Lab Pro 4.3 (*Avisoft Bioacoustics*, Berlin, Germany) permitiu fazer medidas nas faixas de ultrassom das notas *grito*. As frequências máximas dos *gritos* que mostraram-se de boa qualidade (n =13) apresentaram média da frequência máxima igual a 25,18 kHz (± 14,71), e os valores mínimo e máximo iguais a 7,20 kHz e 70,75 kHz respectivamente.

Tabela 20. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão dos parâmetros acústicos de cada uma das variantes da nota *grito.*

| | ***Grito*** (n = 7) | ***Grito-arfar*** (n = 81) | ***Grito -estalido*** (n = 102) |
|---|---|---|---|
| **Duração das notas (s)** | 0,309 (± 0,118) | 0,208 (± 0,066) | 0,290 (± 0,182) |
| **Freq. Mínima (kHz)** | 0,87 (± 0,22) | 1,02 (± 0,48) | 0,79 (± 0,41) |
| **Freq. Máxima (kHz)** | 8,41 (± 1,07) | 21,47 (± 3,00) | 17,77 (± 4,84) |
| **Variação . de freq. (kHz)** | 7,54 (± 1,26) | 20,46 (± 3,16) | 16,99 (± 4,80) |
| **Freq. dominante** | 1,79 (± 0,10) | 2,44 (± 0,51) | 1,97 (± 1,01) |
| **Harmônicos** | 4,29 (± 0,49) | 5,26 (± 2,64) | 9,51 (± 4,44) |

## 5. Chamados agonísticos

Os chamados agonísticos foram emitidos por indivíduos de todas as faixas etárias em contextos de enfrentamento ou disputa de alimento. A categoria é composta pelas emissões *bater de dentes* e *cacarejo*. O *bater de dentes* apresentou um segundo nível de organização de notas, as notas duplas (Figura 18).

- ***Bater de dentes***

O *bater de dentes* foi emitido por indivíduos adultos e sub-adultos em contexto geral de ameaça, durante o conflito entre indivíduos e durante o manejo. Foi emitido pelo macho dominante frente a aproximação do pesquisador do grupo de vida livre a uma pequena distância de um a dois metros. O indivíduo se colocava à frente do grupo, se aproximava do pesquisador e emitia o *bater de dentes*. Ainda, para o grupo de vida livre, observamos a emissão durante o conflito entre indivíduos adultos. Inicialmente os indivíduos se encaravam e um dos indivíduos emitia o *bater de dentes*. Após a emissão, os indivíduos adotavam a postura de vigilância. Registramos também durante a disputa de alimento entre indivíduos adultos e sub-adultos

cativos. O emissor alimentava-se quando o outro indivíduo se aproximava. Neste momento o *bater de dentes* era emitido e o segundo indivíduo se afastava. O quarto contexto em que registramos esta emissão foi durante a contenção de uma fêmea adulta de vida livre que se encontrava imobilizada pelo puçá e pelos veterinários para os procedimentos de manejo.

**Estrutura acústica**

O *bater de dentes* é uma emissão não vocal produzida pelo entrechoque dos dentes superiores e inferiores. É emitida em frase apresentando notas extremamente breves com intervalos regulares (Figura 17). A emissão apresenta um segundo nível de organização de notas, as notas duplas (Figura 18), que compreendem duas notas em sequência com intervalos pequenos entre si (0,012s, menor que o intervalo entre notas de 0,192s).

As notas simples apresentaram duração média de 0,015s (Tabela 21) e média da frequência dominante de 1,22 kHz (Tabela 22). As notas duplas não são percebidas através da audição devido a brevidade em que as notas são emitidas. Porém, com o auxílio dos recursos oferecidos pelos *softwares* de análises sonográficas, a presença das notas duplas se fez nítida. A nota dupla apresentou duração média de 0,044s (Tabela 21) e média da frequência dominante de 2,04 kHz (Tabela 22). As frases apresentaram duração média de 4,826s e número médio de notas de 22,67. A menor frase apresentou 12 notas e a maior 27 notas.

Tabela 21. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros de tempo das notas de *bater de dentes.*

| *Bater de dentes* (n = 289) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Duração da nota simples (s) | Duração da nota dupla (s) | Duração do intervalo entre as notas da nota dupla (s) | Duração dos intervalos entre notas simples e duplas (s) | Duração da frase (s) | Taxa de emissão (notas/s) |
| 0,015 (0,018) | 0,044 (0,028) | 0,012 (0,012) | 0,192 (0,045) | 4,826 (1,223) | 4,73 (0,39) |
| 0,004-0,140 | 0,010-0,143 | 0,002-0,069 | 0,071-0,418 | 2,400-5,812 | 4,27-5,19 |

Tabela 22. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros de tempo e frequência das notas simples e duplas do *bater de dentes*.

| | Duração das notas (s) | Frequência Mínima (kHz) | Frequência Máxima (kHz) | Variação de frequência | Frequência Dominante (kHz) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nota simples** | 0,015 (0,018) | 0,56 (0,62) | 10,69 (5,48) | 10,13 (5,68) | 1,22 (1,25) |
| (n = 71) | 0,004-0,140 | 0,0042-2,64 | 3,75-22,05 | 2,65-22,01 | 0,09-4,13 |
| **Nota dupla** | 0,044 (0,028) | 0,93 (0,81) | 15,59 (5,68) | 14,66 (6,30) | 2,04 (1,63) |
| (n = 64) | 0,010-0,143 | 0,04-2,84 | 2,62-22,05 | 2,01-22,01 | 0,09-4,48 |

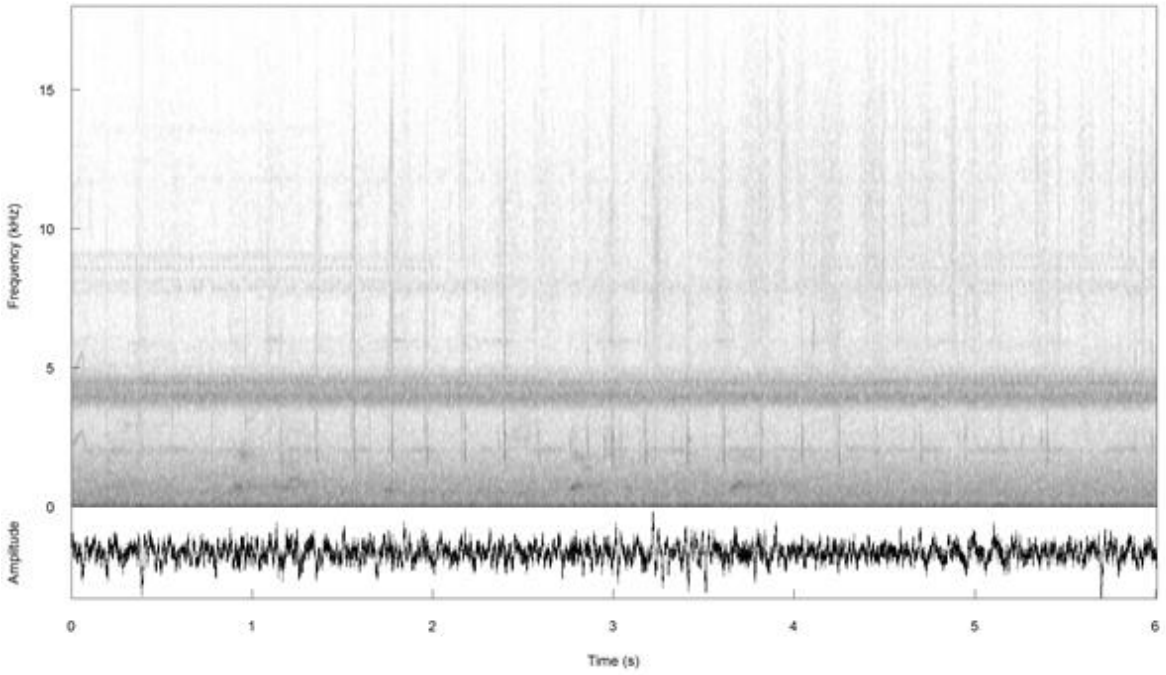


Figura 17. Representação gráfica de uma frase de *bater de dentes*. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

A primeira nota (nota 1) da nota dupla se apresentou em média mais curta do que a segunda nota (nota 2). A sua duração média foi de 0,006s (± 0,005) e a da segunda nota de 0,018s (± 0,025) (Tabela 23). O intervalo entre as duas apresentou duração média de 0,012s.

Tabela 23. Tabela amostral (n), médias e respectivo desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros de tempo e frequência das notas 1 e 2 da nota dupla do *bater de dentes*.

| | Duração das notas (s) | Frequência Mínima (kHz) | Frequência Máxima (kHz) | Variação de frequência | Frequência dominante (kHz) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nota 1** | 0,006 (0,005) | 0,96 (0,83) | 11,21 (7,24) | 10,25 (7,84) | 2,01 (1,69) |
| (n = 64) | 0,004-0,040 | 0,04-2,84 | 1,86-22,05 | 0,70-22,01 | 0,09-4,57 |
| **Nota 2** | 0,018 (0,025) | 1,15 (1,11) | 14,24 (6,66) | 13,09 (7,33) | 2,38 (1,64) |
| (n = 64) | 0,003-0,102 | 0,04-6,26 | 1,69-22,05 | 0,53-22,01 | 0,09-8,61 |

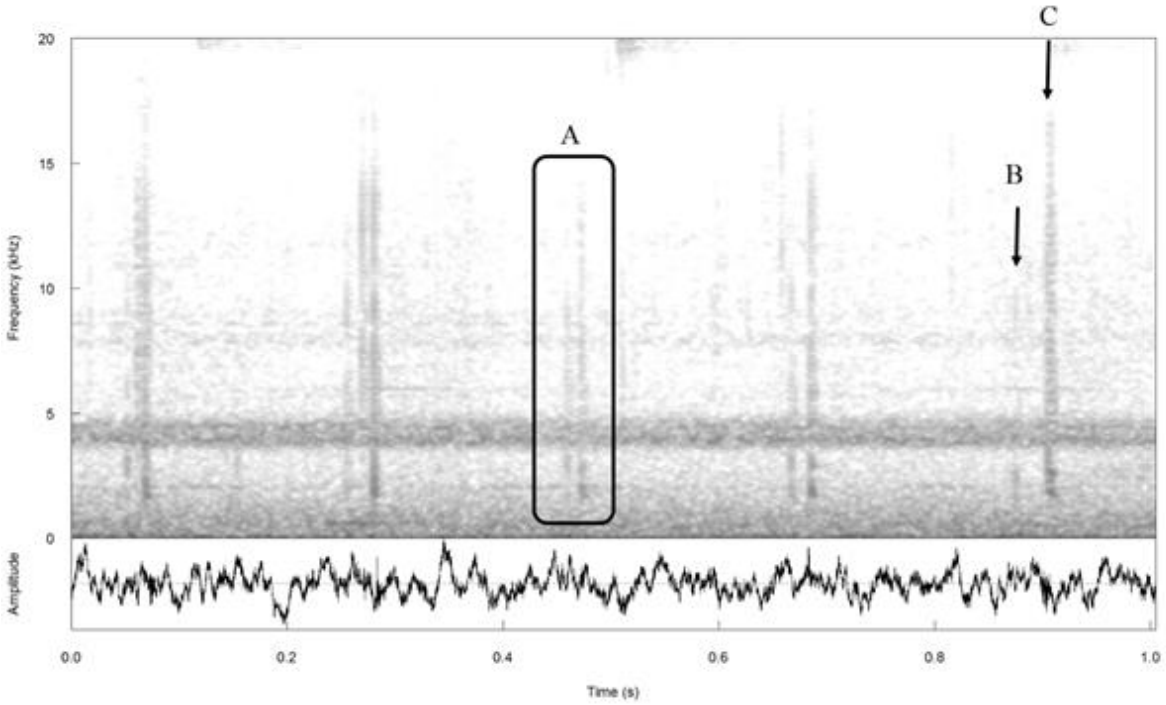


Figura 18. Destaque para o segundo nível de organização de notas da emissão *bater de dentes*. (A) Nota dupla da emissão *bater de dentes*. B – nota 1. C - nota 2. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

A presença de notas duplas não excluiu a ocorrência de notas simples ao longo da frase. Estas foram observadas intercaladas. A intensidade das notas, simples e duplas, apresentaram variação ao longo da frase. As iniciais eram simples e apresentaram intensidades menores, com exceção de uma frase que desde o início apresentou notas duplas. Já as frases registradas em contexto de disputa por alimento em animais cativos não apresentaram notas duplas.

- ***Cacarejo***

O *cacarejo* foi emitido por indivíduos adultos, sub-adultos e juvenis cativos durante o contexto de alimentação. Os indivíduos se encontravam concentrados ao redor dos cochos onde os alimentos eram depositados pelo tratador. A concentração de capivaras se tornou maior em determinados pontos (devido ao espaço reduzido e a preferência por certos alimentos) onde as interações agonísticas aconteceram. Indivíduos adultos que se alimentavam mostraram-se pouco tolerantes à aproximação de outros indivíduos e quando o contato entre os animais acontecia o *cacarejo* era emitido. A emissão também ocorreu quando indivíduos juvenis se alimentavam dentro do cocho e os animais adultos os tocavam com o focinho para ter acesso ao alimento. Neste momento o *cacarejo* foi emitido pelos juvenis e apresentou modulações de frequência ascendentes. Após a emissão os juvenis se deslocavam dando acesso ao alimento.

**Estrutura acústica**

O *cacarejo* é uma emissão vocal não harmônica emitida em frases (Figura 19) com duração média de 0,698s e intervalos médios entre as notas de 0,142s. A duração das notas variou entre 0,014s e 0,105s e a sua frequência dominante apresentou média de 1,01 kHz (Tabela 24). O número de notas na frase variou de duas a 13 notas.

Tabela 24. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos das notas de *cacarejo*.

| ***Cacarejo*** (n = 148) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duração da nota (s) | Duração dos intervalo (s) | Duração da frase (s) | Taxa de emissão (nota/s) | Frequência mínima (kHz) | Frequência máxima (kHz) | Variação de frequência (kHz) | Frequência dominante (kHz) |
| 0,041 (0,021) | 0,142(0,107) | 0,698 (0,482) | 7,81 (2,44) | 0,39 (0,17) | 5,99 (2, 47) | 5,60 (2,49) | 1,01 (0,79) |
| 0,014-0,105 | 0,008-0,828 | 0,156-1,845 | 2,51-12,82 | 0,06-0,93 | 0,79 -12,00 | 0,24 -11,68 | 0,12-5,80 |

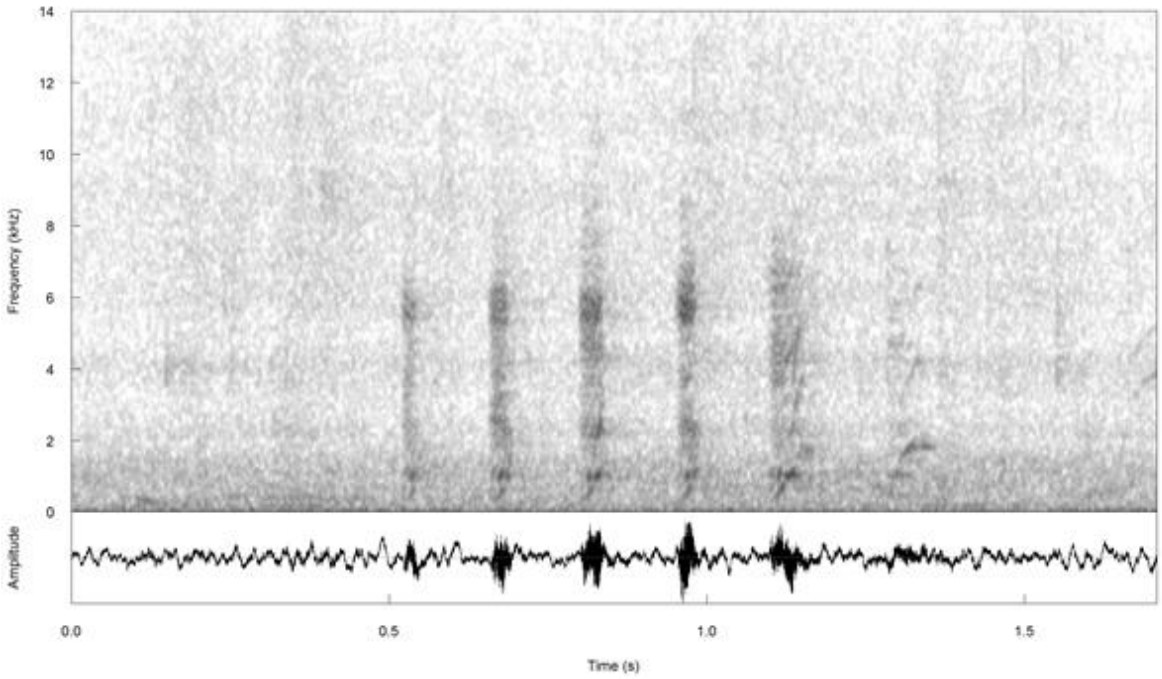


Figura 19. Representação gráfica de uma frase de *cacarejo*, composta por cinco notas. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

## 6. Vocalização registrada no contexto de corte

- ***Chamado-de-cópula***

A vocalização registrada no contexto de corte, aqui denominada de *chamado-de-cópula*, foi emitida por uma fêmea cativa durante as investidas do macho dominante. Os indivíduos se encontravam no interior do lago artificial onde o macho perseguia ativamente a fêmea.

### Estrutura acústica

É uma emissão vocal harmônica emitida em frase ou nota isolada (Figura 20). A duração das notas variou de 0,025s e 0,629s e apresentou em média 4,19 harmônicos (Tabela 25). As frases apresentaram duração média de 2,913s com o número de notas variando entre três e seis.

Tabela 25. Tabela amostral (n), médias e respectivos desvios padrão (na primeira linha) e valores mínimos e máximos (na segunda linha) dos parâmetros acústicos das notas *chamado-de-cópula.*

| *Chamado-de-cópula* (n=26) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Duração da nota (s) | Duração dos intervalos (s) | Duração da frase (s) | Taxa de emissão (notas/s) | Frequência mínima (kHz) | Frequência máxima (kHz) | Variação de frequência (kHz) | Frequência dominante (kHz) | Número de harmônicos |
| 0,215 (0,181) | 0,572(0,497) | 2,913 (2,821) | 2,53 (2,25) | 1,33 (0,98) | 6,55 (2,63) | 5,22 (2,49) | 2,22 (1,61) | 4,19 (1,83) |
| 0,025-0,629 | 0,115-2,036 | 0,513-6,953 | 0,86-5,85 | 0,52-4,79 | 2,05 -10,69 | 0,15 -10,08 | 0,78-7,30 | 1,00-6,00 |

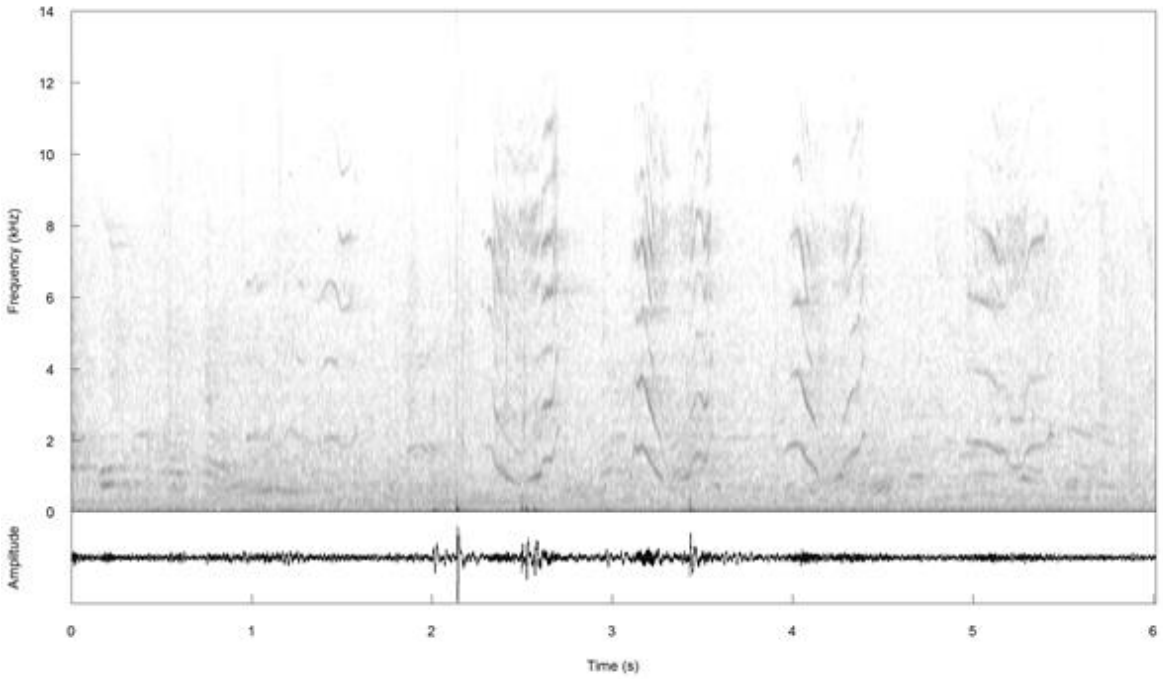


Figura 20. Representação gráfica de uma frase de *chamado-de-cópula* composta por cinco notas. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

## 3.2 Análise comparativa quantitativa

### *Assobios*

As análises acústicas realizadas no presente trabalho permitiram identificar certa variabilidade estrutural dos *assobios* que permitiram reagrupá-los, baseado em suas características sonoras e visuais dos espectogramas, em quatro formas distintas, duas delas (*pio* e *assobio-trinado*) emitido por juvenis e adultos, totalizando seis conjuntos de dados. Os resultados do teste Kruskal-Wallis (SPSS 22) apontaram para diferenças significativas em todos os nove parâmetros acústicos analisados (Tabela 26).

Tabela 26. Resultados do teste de Kruskal-Wallis (SPSS 22) para os parâmetros acústicos na comparação entre as seis formas estruturais da nota *assobio*.

| Teste de Kruskal-Wallis de amostras independentes (SPSS) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **N total** | **Kruskal-Wallis** | **Graus de liberdade** | **P-valor** |
| Duração da nota | 409 | 194,132 | 5 | 0,000 |
| Frequência mínima | 409 | 174,190 | 5 | 0,000 |
| Frequência máxima | 409 | 257,683 | 5 | 0,000 |
| Variação de frequência | 409 | 228,227 | 5 | 0,000 |
| Frequência dominante | 409 | 338,290 | 5 | 0,000 |
| Número de harmônicos | 409 | 165,329 | 5 | 0,000 |
| Duração do intervalo entre unidades | 307 | 77,598 | 5 | 0,000 |
| Taxa de emissão | 90 | 38,997 | 5 | 0,000 |
| Duração da frase | 90 | 23,282 | 5 | 0,000 |

Os resultados das comparações dois-a-dois realizada pelo teste *post hoc* de Mann-Whitney são apresentados a seguir:

1. Comparação entre pares (Tabela 27) e o gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico duração das notas de *assobio* (Figura 21).

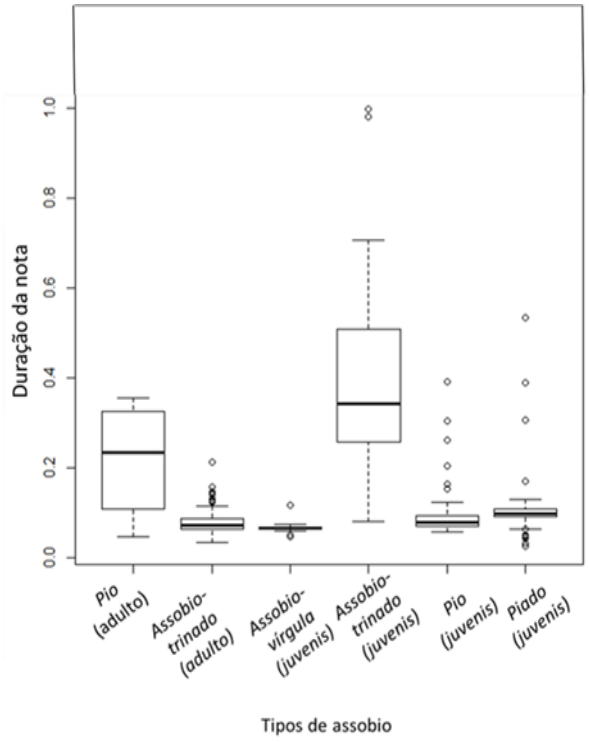


Figura 21. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico duração das notas de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 27. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico duração das notas de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a duração das notas**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (adulto) | 55,869 | 24,790 | 2,254 | 0,024 | 0,363 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -93,092 | 29,365 | -3,170 | 0,002 | 0,023* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Piado (juvenis) | -142,991 | 26811,000 | -5,333 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (adulto) | 224,712 | 32,783 | 6,854 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | -269,914 | 28,051 | -9,622 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | -37,222 | 20,053 | -1,856 | 0,063 | 0,951 |
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -87,122 | 16,082 | -5,417 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 168,842 | 24,79 | 6,811 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -214,045 | 18,074 | -11,842 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (juvenis) | Piado (juvenis) | -49,9 | 22,503 | -2,218 | 0,027 | 0,399 |
| Pio (juvenis) | Pio (adulto) | 131,62 | 29,365 | 4,428 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | 176,822 | 23,967 | 7,378 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Pio (adulto) | 81,72 | 26,811 | 3,048 | 0,002 | 0,035* |
| Piado (juvenis) | Assobio-vígula (juvenis) | 126,923 | 20,759 | 6,114 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Assobio-vígula (juvenis) | -45,203 | 28,051 | -1,611 | 0,107 | 1,000 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

2. Comparação entre pares (Tabela 28) e o gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência mínima das notas de *assobio* (Figura 22).

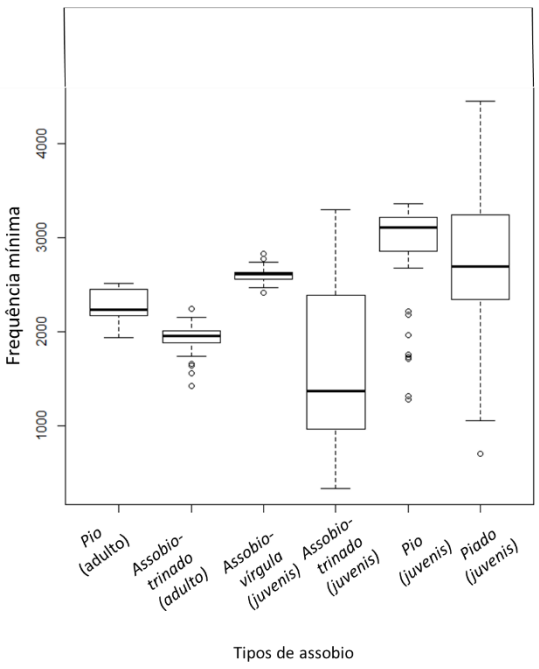


Figura 22. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência mínima das notas de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 28. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico frequência mínima das notas de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a frequência mínima**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-trinado (juvenis) | Assobio-trinado (adulto) | 18,725 | 18,076 | 1,037 | 0,300 | 1,000 |
| Assobio-trinado (juvenis) | Pio (adulto) | 129,706 | 28,054 | 4,624 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (juvenis) | Piado (juvenis) | -161,140 | 20,761 | -7,762 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (juvenis) | Assibio-vígula (juvenis) | 183,475 | 28,054 | 6,540 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (juvenis) | Pio (juvenis) | -192,868 | 23,969 | -8,047 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 110,954 | 24,793 | 4,475 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -142,387 | 16,084 | -8,853 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (adulto) | -164,723 | 24,793 | -6,644 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | -174,116 | 20,055 | -8,682 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Piado (juvenis) | -31,434 | 26,813 | -1,172 | 0,241 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Assobio-vírgula (adulto) | -53,769 | 32,786 | -1,640 | 0,101 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Pio (juvenis) | -63,162 | 29,367 | -2,151 | 0,031 | 0,472 |
| Piado (juvenis) | Assobio-vígula (adulto) | 22,336 | 26,813 | 0,833 | 0,405 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Pio (juvenis) | 31,728 | 22,505 | 1,41 | 0,159 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -9,393 | 29,367 | -0,320 | 0,749 | 1,000 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

3. Comparação entre pares (Tabela 29) e o gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência máxima das notas de *assobio* (Figura 23).

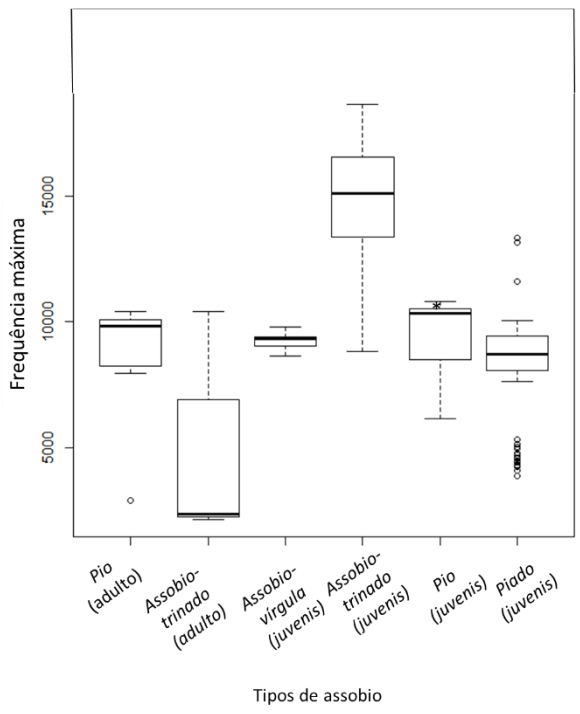


Figura 23. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência máxima das notas de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 29. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico frequência máxima das notas de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a frequência máxima**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -103,727 | 16,084 | -6,449 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -134,644 | 24,793 | -5,431 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 153,452 | 24,793 | 6,189 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | 178,763 | 20,055 | -8,914 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -260,459 | 18,076 | -14,409 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Assobio-vígula (juvenis) | 30,918 | 26,813 | 1,153 | 0,249 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Pio (adulto) | 49,725 | 26,813 | 1,855 | 0,064 | 0,955 |
| Piado (juvenis) | Pio (juvenis) | 75,037 | 22,505 | 3,334 | 0,001 | 0,013* |
| Piado (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 156,732 | 20,761 | 7,549 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (adulto) | 18,808 | 32,786 | 0,574 | 0,566 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -44,119 | 29,367 | -1,502 | 0,133 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | -125,815 | 28,054 | -4,485 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Pio (juvenis) | -25,311 | 29,367 | -0,862 | 0,389 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -107,007 | 28,054 | -3,814 | 0,000 | 0,002* |
| Pio (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 81,696 | 23,969 | 3,408 | 0,001 | 0,010* |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

4. Comparação entre pares (Tabela 30) e o gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico variação de frequência das notas de *assobio* (Figura 24).

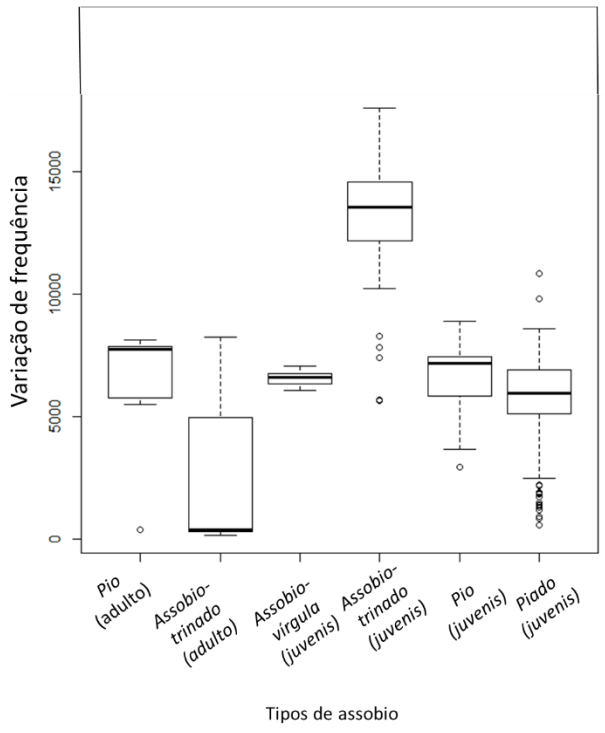


Figura 24. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico variação de frequência das notas de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 30. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico variação de frequência das notas de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a variação de frequência**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -93,742 | 16,084 | -5,828 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -114,634 | 24,793 | -4,624 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | 139,163 | 20,055 | 6,939 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 158,518 | 24,793 | 6,394 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -253,308 | 18,076 | -14,013 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Assobio-vígula (juvenis) | 20,892 | 26,813 | 0,779 | 0,436 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Pio (juvenis) | 45,422 | 22,505 | 2,018 | 0,044 | 0,653 |
| Piado (juvenis) | Pio (adulto) | 64,777 | 26,813 | 2,416 | 0,016 | 0,235 |
| Piado (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 159,567 | 20,761 | 7,686 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -24,530 | 29,367 | -0,835 | 0,404 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (adulto) | 43,885 | 32,786 | 1,339 | 1,181 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | -138,674 | 28,054 | -4,943 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (juvenis) | Pio (adulto) | 19,355 | 29,367 | 0,659 | 0,510 | 1,000 |
| Pio (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 114,145 | 23,969 | 4,762 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -94,790 | 28,054 | -3,379 | 0,001 | 0,011* |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

5. Comparação entre pares (Tabela 31) e o gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência dominante das notas de *assobio* (Figura 25).

Tabela 31. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o parâmetro acústico frequência dominante das notas de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a frequência dominante**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 98,974 | 24,748 | 3,999 | 0,000 | 0,001* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -145,108 | 24,748 | -5,863 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | -180,952 | 20,019 | -9,039 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -231,957 | 18,044 | -12,855 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -246,691 | 16,055 | -15,366 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Assobio-vígula (juvenis) | -46,135 | 32,727 | -1,410 | 0,159 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Pio (juvenis) | -81,979 | 29,315 | -2,797 | 0,005 | 0,077 |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -132,984 | 28,003 | -4,749 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Piado (juvenis) | -147,717 | 26,765 | -5,519 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -35,844 | 29,315 | -1,223 | 0,221 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | -86,849 | 28,003 | -3,101 | 0,002 | 0,029* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Piado (juvenis) | -101,583 | 26,765 | -3,795 | 0,000 | 0,002* |
| Pio (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 51,005 | 23,926 | 2,132 | 0,033 | 0,495 |
| Pio (juvenis) | Piado (juvenis) | -65,739 | 22,464 | -2,926 | 0,003 | 0,051 |
| Assobio-trinado (juvenis) | Piado (juvenis) | -14,734 | 20,724 | -0,711 | 0,477 | 1,000 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

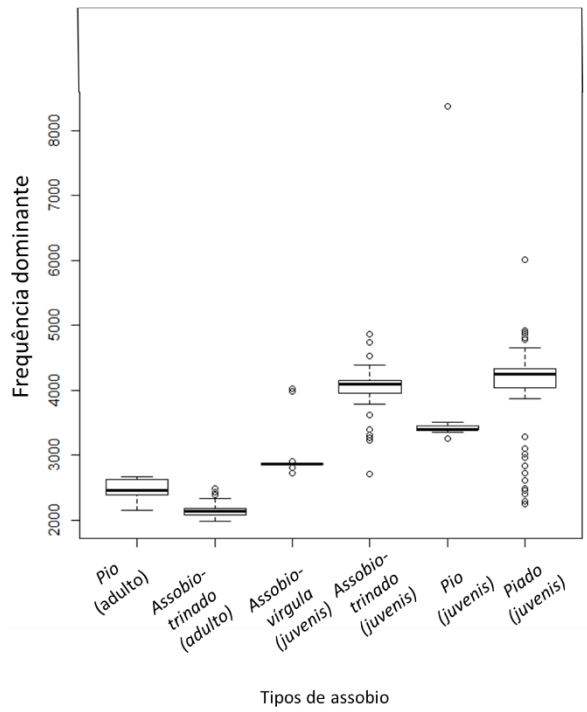


Figura 25. Gráfico de distribuição das variáveis do parâmetro acústico frequência dominante das notas de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

6. Comparação entre pares (Tabela 32) e o gráfico de distribuição das variáveis do número de harmônicos das notas de *assobio* (Figura 26).

Tabela 32. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para o número de harmônicos das notas de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para o número de harmônicos**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenil) | -8,261 | 15,393 | -0,573 | 0,591 | 1,000 |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | -106,498 | 19,193 | -5,549 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -124,841 | 23,728 | -5,261 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -166,814 | 17,300 | -9,643 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 187,937 | 23,728 | 7,921 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Pio (juvenis) | 98,238 | 21,538 | 4,561 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | 116,580 | 25,661 | 4,543 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 158,554 | 19,869 | 7,980 | 0,000 | 0,000* |
| Piado (juvenis) | Pio (adulto) | 179,676 | 25,661 | 7,002 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | 18,342 | 28,106 | 0,653 | 0,514 | 1,000 |
| Pio (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 60,316 | 22,940 | 2,629 | 0,009 | 0,128 |
| Pio (juvenis) | Pio (adulto) | 81,438 | 28,106 | 2,898 | 0,004 | 0,056 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | -41,974 | 26,849 | -1,563 | 0,118 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (adulto) | 63,096 | 31,378 | 2,011 | 0,044 | 0,665 |
| Assobio-trinado (juvenis) | Pio (adulto) | 21,122 | 26,849 | 0,787 | 0,431 | 1,000 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

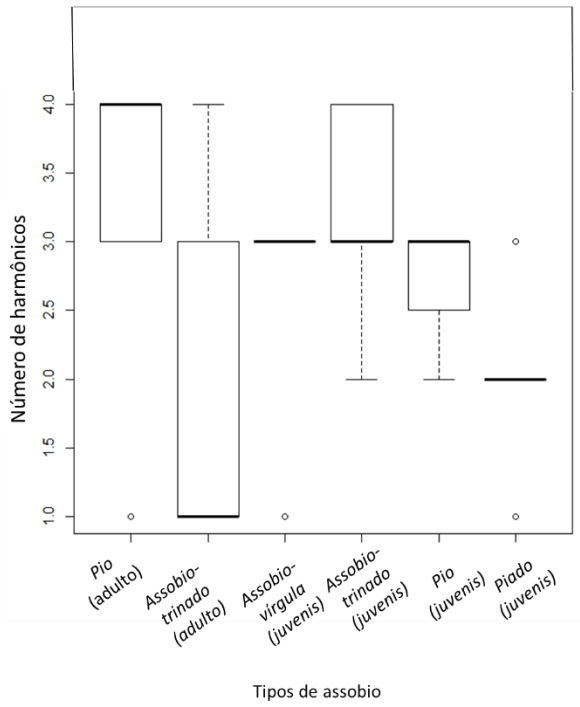


Figura 26. Gráfico de distribuição das variáveis do número de harmônicos das notas de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

7. Comparação entre pares (Tabela 33) e o gráfico de distribuição das variáveis da duração dos intervalos entre as unidades do *assobio* (Figura 27).

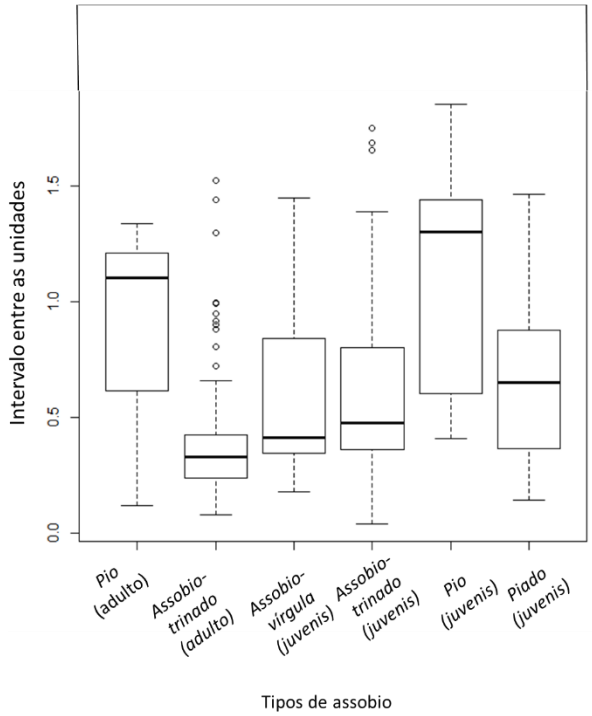


Figura 27. Gráfico de distribuição das variáveis da duração dos intervalos entre as unidades do *assobio*. Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 33. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para a duração do intervalo entre as unidades do *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a duração dos intervalos**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (adulto) | 51,895 | 18,715 | 2,773 | 0,006 | 0,083 |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -63,567 | 21,492 | -2,958 | 0,003 | 0,046* |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -65,767 | 13,707 | -4,798 | 0,000 | 0,000* |
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -86,731 | 23,230 | -3,734 | 0,000 | o,003 |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | -146,965 | 19,743 | -7,444 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -11,672 | 26,791 | -0,436 | 0,663 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -13,872 | 21,066 | 0,659 | 0,510 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Piado (juvenis) | -34,837 | 28,205 | -1,235 | 0,217 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Pio (juvenis) | -95,070 | 25,410 | -3,742 | 0,000 | 0,003* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | -2,200 | 23,567 | 0,093 | 0,926 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Piado (juvenis) | -23,164 | 30,119 | -0,769 | 0,442 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -83,398 | 27,519 | -3,031 | 0,002 | 0,037* |
| Assobio-trinado (juvenis) | Piado (juvenis) | -20,964 | 25,163 | -0,833 | 0,405 | 1,000 |
| Assobio-trinado (juvenis) | Pio (juvenis) | -81,189 | 21,984 | -3,694 | 0,000 | 0,003* |
| Piado (juvenis) | Pio (juvenis) | 60,234 | 28,897 | 2,084 | 0,037 | 0,557 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

8. Comparação entre pares (Tabela 34) e o gráfico de distribuição das variáveis da taxa de emissão (número de unidades / duração da frase em segundo) das frases de *assobio* (Figura 28).

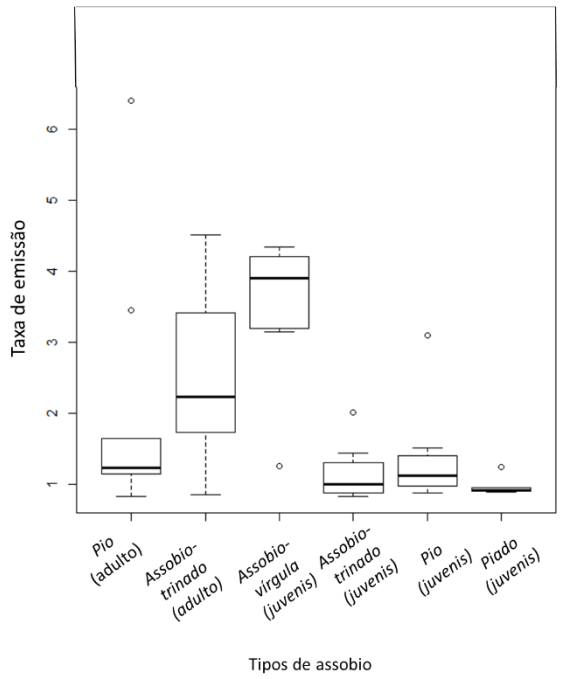


Figura 28. Gráfico de distribuição das variáveis da taxa de emissão das frases de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 34. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para a taxa de emissão das frases de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a taxa de emissão**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Piado (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 7,556 | 14,571 | 0,519 | 0,604 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Pio (juvenis) | 12,538 | 13,748 | 0,912 | 0,362 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Pio (adulto) | 24,444 | 14,571 | 1,678 | 0,093 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Assobio-trinado (adulto) | 40,967 | 12,315 | 3,327 | 0,001 | 0,013* |
| Piado (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | 60,056 | 14,571 | 4,121 | 0,000 | 0,001* |
| Assobio-trinado (juvenis) | Pio (juvenis) | -4,983 | 11,328 | -0,440 | 0,660 | 1,000 |
| Assobio-trinado (juvenis) | Pio (adulto) | 16,889 | 12,315 | 1,371 | 0,170 | 1,000 |
| Assobio-trinado (juvenis) | Assobio-trinado (adulto) | 33,411 | 9,539 | 3,502 | 0,000 | 0,007* |
| Assobio-trinado (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | 52,500 | 12,315 | 4,263 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (juvenis) | Pio (adulto) | 11,906 | 11,328 | 1,051 | 0,293 | 1,000 |
| Pio (juvenis) | Assobio-trinado (adulto) | 28,428 | 8,226 | 3,456 | 0,001 | 0,008* |
| Pio (juvenis) | Assobio-vírgula (juvenis) | 47,517 | 11,328 | 4,195 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (adulto) | -16,522 | 9,539 | -1,732 | 0,083 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -35,611 | 12,315 | -2,892 | 0,004 | 0,057 |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-vírgula (juvenis) | -19,089 | 9,539 | -2,001 | 0,045 | 0,681 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

9. Comparação entre pares (Tabela 35) e o gráfico de distribuição das variáveis da duração das frases de *assobio* (Figura 29).

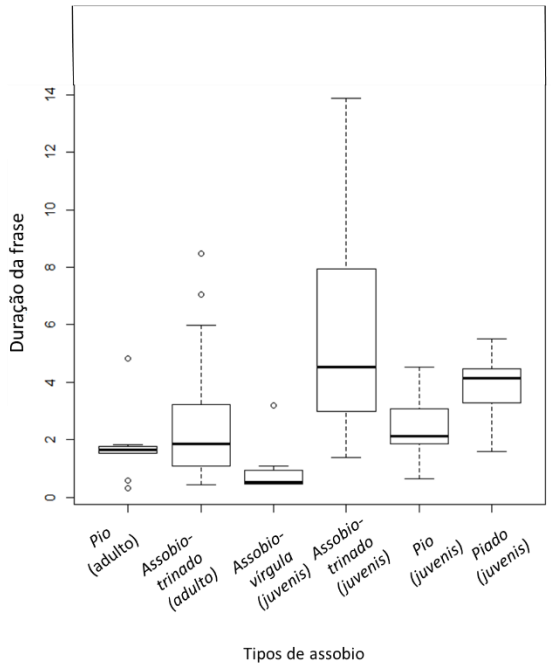


Figura 29. Gráfico de distribuição das variáveis da duração das frases de *assobio* . Plataforma R (R Developmental Core Team, 2009).

Tabela 35. Resultado do teste de Mann-Whitney (SPSS) para a duração das frases de *assobio* .

**Comparação entre pares de tipos de *assobio* para a duração das frases**

| Amosta 1 | Amostra 2 | Estatística de Teste | Std. Erro | Erro estatística de Teste | Sig. | Sig. Aj. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (adulto) | 19,389 | 12,315 | 1,574 | 0,115 | 1,000 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (adulto) | 27,356 | 9,539 | 2,868 | 0,004 | 0,062 |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Pio (juvenis) | -35,321 | 11,328 | -3,118 | 0,002 | 0,027* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Piado (juvenis) | -49,367 | 14,571 | -3,388 | 0,001 | 0,011* |
| Assobio-vírgula (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 52,056 | 12,315 | -4,227 | 0,000 | 0,000* |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (adulto) | -7,967 | 9,539 | -0,835 | 0,404 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Pio (juvenis) | -15,932 | 11,328 | -1,406 | 0,160 | 1,000 |
| Pio (adulto) | Piado (juvenis) | -29,978 | 14,571 | -2,057 | 0,040 | 0,595 |
| Pio (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -32,667 | 12,315 | -2,653 | 0,008 | 0,120 |
| Assobio-trinado (adulto) | Pio (juvenis) | -7,965 | 8,226 | -0,968 | 0,333 | 1,000 |
| Assobio-trinado (adulto) | Piado (juvenis) | -22,011 | 12,315 | -1,787 | 0,074 | 1,000 |
| Assobio-trinado (adulto) | Assobio-trinado (juvenis) | -24,700 | 9,539 | -2,589 | 0,010 | 0,144 |
| Pio (juvenis) | Piado (juvenis) | -14,046 | 13,748 | -1,022 | 0,307 | 1,000 |
| Pio (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 16,735 | 11,328 | 1,477 | 0,140 | 1,000 |
| Piado (juvenis) | Assobio-trinado (juvenis) | 2,689 | 14,571 | 0,185 | 0,854 | 1,000 |

Cada linha testa a hipótese nula de que as distribuições da Amostra 1 e da Amostra 2 são as mesmas. São exibidas significâncias assintóticas (teste de 2 lados). O nível de significância é 0,05.* Apresenta diferença significativa.

***Bater de dentes, cacarejo* e *estalido***

Além das emissões *bater de dentes* (BD) e *cacarejo* (CC), o *estalido* (ET) também apresenta estrutura geral semelhante. São notas breves, de amplitude de frequência larga e emitidas de forma repetida e rápida (Figura 31).

Na análise de componentes principais (ACP, SPSS 22) os parâmetros acústicos duração da nota (DUR), frequência mínima (FMIN), frequência máxima (FMAX), largura de banda (LB) e frequência dominante (FDOM) foram reduzidos a dois componentes (CP1: FMAX e LB; CP2: FMIN e FDOM) que explicaram em conjunto 81% da variância dos dados.

Após verificação da normalidade, CP1 e 2 foram usados como variáveis em uma análise de função discriminante (AFD, SPSS 22) para verificar se podiam discriminar os sinais em categorias distintas com um bom nível de acerto. Duas funções foram geradas (*eigenvalues* de 1,056 e 0,431 e explicaram 71 e 29% da variância total respectivamente) e uma taxa de classificação correta das notas à categoria a qual pertenciam (ET, CC ou BD) muito acima do acaso (77% e 76,7% na validação cruzada) (Figura 30). Concluímos assim, que o *cacarejo* é uma categoria exclusiva e distinta do *bater de dentes*.

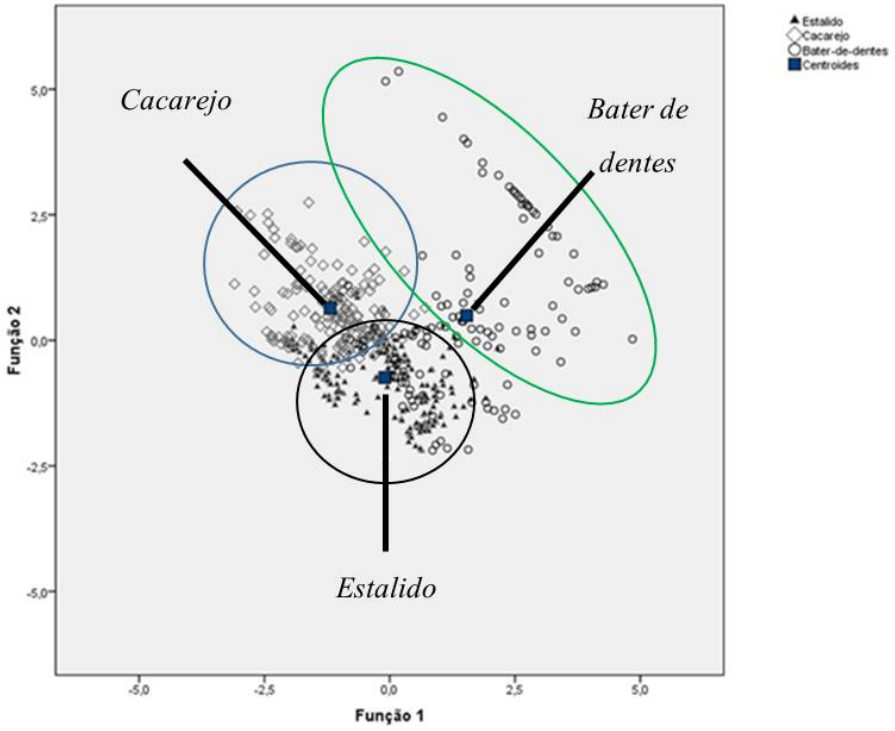


Figura 30. Mapa de distribuição das emissões *estalido*, *cacarejo* e *bater de dentes* gerado a partir da análise discriminante.

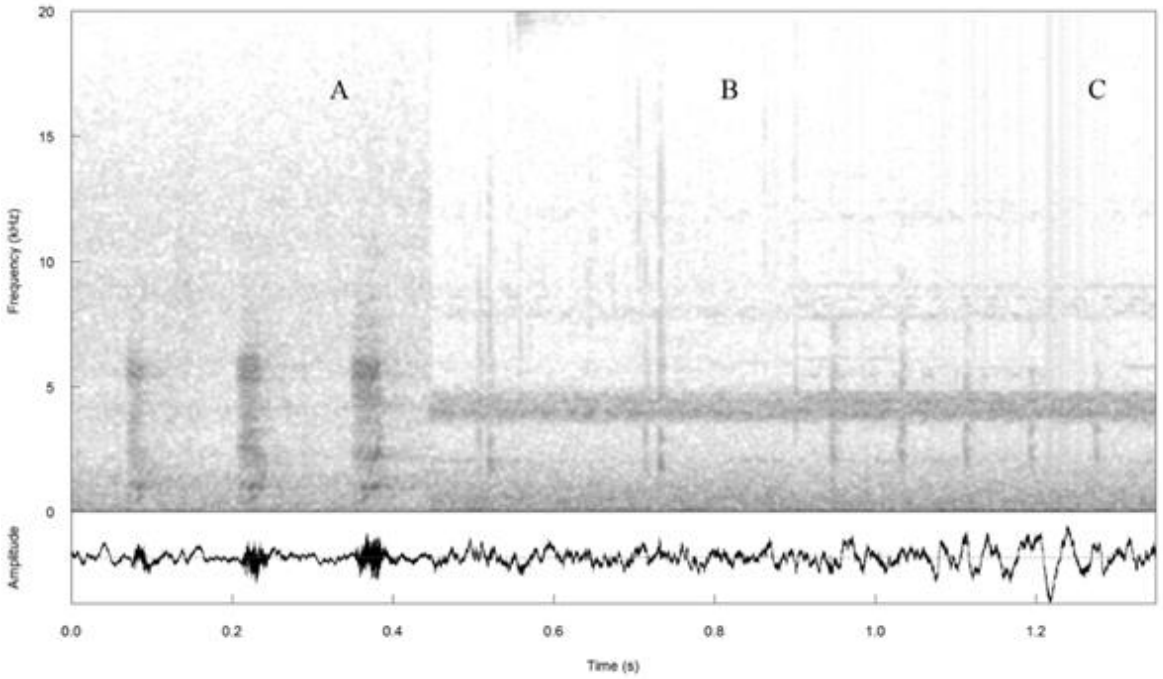


Figura 31. Representação gráfica comparativa das notas de (A) *cacarejo*, (B) *bater de dentes* e (C) *estalido*. Pacote Seewave (Sueur et al., 2008) da plataforma R (R Developmental Core Team, 2009). SF 44 kHz. FFT 512.

## 3.3 Há não-linearidade nas vocalizações das capivaras?

A análise descritiva das emissões apontou a presença de efeitos não-lineares nos sinais relacionados a estados internos exacerbados, de valência negativa (BRIEFER et al., 2015), como no *grito de agonia* emitido durante a contenção dos animais. Registramos saltos de frequência, sub-harmônicos e o caos, mas não a bifonação.

# 4. Discussão

Nosso estudo traz contribuições para o conhecimento mais completo do repertório acústico da espécie. Além de descrever e gerar arquivos sonoros para consulta pública (no FOCA) de outros dois tipos de sinais inéditos para a espécie, mostramos que a complexidade acústica desta espécie (nível 7 de socialidade *sensu* Lee, 1994) se encontra na capacidade de compor novas unidades a partir da combinação de outras (Tabela 36, 37 e 38).

Tabela 36. Descrição comparativa dos contextos funcionais dos chamados de separação dos trabalhos de Barros et al. (2011) e o presente trabalho. As categorias de idade estão indicadas por A= adultos; S = sub-adultos e J = juvenis.

| Função comunicativa | Vocalização | | Barros et al. (2011) | O presente estudo |
|---|---|---|---|---|
| Chamados de isolamento | *Assobio* | Categoria de idade | J | A, S, J |
| | | Contexto | Animais isolados do grupo familiar, sem contato visual com outros individuos. Vocalizações gravadas durante o forrageio. | Animais afastados do grupo durante o forrageio ou deslocamento. Emitido por individuos juvenis quando estes não tinham contato visual com os demais individuos do grupo e por individuos adultos e sub-adultos isolados do grupo por barreira fisica (alambrado). |
| | | Associação de notas | - | Nota composta *estalido-assobio* |
| | | Efeitos não-lineares | - | Caos |
| | *Choro* | Categoria de idade | A, S, J | A, S, J |
| | | Contexto | Emitido por animais que se perderam de seus grupos durante o deslocamento. Juvenis também emitiram esta vocalização quando competiram por alimento. | Emitido por individuos adultos e sub-adultos durante o forrageio e por juvenis que se encontravam afastados dos individuos durante o deslocamento do grupo. |
| | | Associação de notas | - | - |
| | | Efeitos não-lineares | - | - |
| | *Choro-modulado* | Categoria de idade | A, S, J | A, S, J |
| | | Contexto | Emitido por individuo que tentava pegar comida de um outro animal e foi ignorado. A mesma vocalização foi emitida quando os animais estavam esperando por comida do tratador. O tratador poderia ou não estar à vista dos animais. | Emitido por individuos de todas as faixas etárias em contexto geral de deslocamento quando estes se encontravam afastados ou isolados do restante do grupo. Foi emitido por individuos adultos confinados em área destinada ao manejo; e emitido por juvenis durante a amamentação no momento em que a mesma foi interrompida. |
| | | Associação de notas | - | Nota composta *estalido -choro-modulado* |
| | | Efeitos não-lineares | - | - |

Tabela 37. Descrição comparativa dos contextos funcionais dos chamados de contato, de alarme/intimidação e de agonia dos trabalhos de Barros et al. (2011) e o presente trabalho. As categorias de idade estão indicadas por A= adultos; S = sub-adultos e J = juvenis.

| Função comunicativa | Vocalização | | Barros et al. (2011) | O presente estudo |
|---|---|---|---|---|
| Chamados de contato | *Estalido* | Categoria de idade | A, S, J | A, S |
| | | Contexto | Ocorreu frequentemente durante a aglomeração do grupo, durante o forrageio ou deslocamento em fila indiana. Também foi emitido em contextos agonisticos tal como disputa de alimento entre adultos. | Emitido por individuos adultos e sub-adultos em contextos de forrageio e deslocamento. |
| | | Associação de notas | *Estalido* associado ao *choro* | Silaba combinatória *estalido-choro-gemido* |
| | | Efeitos não-lineares | - | - |
| Chamados de alarme/ intimidação | *Latido* | Categoria de idade | A, S | A, S, J |
| | | Contexto | Emitido frente a aproximação de humanos ou barulho não familiar. | Emitido por individuos adultos, sub-adultos e juvenis frente a aproximação de humanos ou veiculos, durante o nado dos animais em fuga, frente a oferta de alimento pelo tratador, por individuos confinados para os procedimentos de manejo e por juvenis em contexto de brincadeira. |
| | | Associação de notas | - | - |
| | | Efeitos não lineares | - | - |
| Chamados de agonia (em inglês *distress call*) | *Grito** | Categoria de idade | A, S, J | A, S, J |
| | | Contexto | Emitido quando o animal estava contido durante os procedimentos médicos. | Emitido por individuos contidos durante os procedimentos de manejo. |
| | | Associação de notas | - | Silabas combinatórias *grito-arfar* e *grito-estalido* |
| | | Efeitos não-lineares | - | Saltos de frequência, caos e sub-harmônicos |

* Presença de faixas de ultrassom.

Tabela 38. Descrição comparativa dos contextos funcionais dos chamados agonísticos e de corte dos trabalhos de Barros et al. (2011) e o presente trabalho. As categorias de idade estão indicadas por A= adultos; S = sub-adultos e J = juvenis.

| Função comunicativa | Vocalização | | Barros et al. (2011) | O presente estudo |
|---|---|---|---|---|
| Chamados agonísticos | *Bater de dentes* | Categoria de idade | A | A, S |
| | | Contexto | Observado apenas durante encontros agonísticos, durante o forrageio ou no encontro de dois animais de diferentes grupos. | Emitido durante os contextos de manejo, de ameaça (aproximação do pesquisador), disputa de alimento e no conflito entre indivíduos adultos. |
| | | Associação de notas | - | Notas duplas |
| | | Efeitos não-lineares | - | - |
| | *Cacarejo* | Categoria de idade | S, J | A, S, J |
| | | Contexto | Emitido durante a disputa por alimento. | Emitido durante a disputa por alimentos. |
| | | Associação de notas | - | - |
| | | Efeitos não-lineares | - | - |
| Chamados de corte | *Chamado-de-cópula* | Categoria de idade | Não observado. | A |
| | | Contexto | | Emitido por fêmea cativa durante as investidas do macho dominante. Os indivíduos se encontravam no interior do lago artificial onde o macho perseguia ativamente a fêmea. Registramos tentativas de monta. |
| | | Associação de notas | | - |
| | | Efeitos não-lineares | | - |

## 4.1 Contexto funcional dos chamados

### *Assobios*

O registro do *assobio* emitido por indivíduos adultos de capivaras não parece ser surpreendente dado o contexto em que este foi registrado, o de isolamento. *Assobios* emitidos por indivíduos adultos, no caso fêmeas adultas, também foi observado quando estas estavam à procura de um companheiro (LORD, 2009).

Barros et al. (2011) descreveram a emissão como exclusiva de juvenis em contexto de separação, assim como para *Cavia aperea* (MONTICELLI; ADES, 2013), e discutem a função do *assobio* como a de atrair o foco da atenção dos indivíduos adultos para os juvenis - o que lançaria um mecanismo de cuidado parental. Para *Cavia porcellus*, as vocalizações *low whistle* e *whistle* são emitidas frequentemente por animais isolados, sugerindo que estas tenham a função de manter o contato entre os animais do grupo (BERRYMAN, 1976). Já o *cluck* teria como função informar ao receptor a localização e o nível de excitação do emissor (EISENBERG, 1974).

O contexto funcional para as três espécies parece muito semelhante. Indivíduos percebendo-se sozinhos emitem o *assobio* que tem como resposta positiva a atenção dos demais indivíduos. O registro da emissão desta vocalização - descrita no trabalho de Barros et al. (2011) como exclusiva de juvenis - por indivíduos adultos, instiga a compreensão da ontogênese desta vocalização para a espécie.

### *Choro e choro-modulado*

O *choro* e o *choro-modulado* foram emitidos por indivíduos de todas as faixas etárias em contexto geral de deslocamento. Além deste, registramos a emissão *choro-modulado* emitido por juvenis durante a amamentação no momento em que a mesma foi interrompida. Nesta situação, a emissão parece corresponder ao contexto descrito por Barros et al. (2011) como de solicitação de alimento, o qual os autores relacionam a emissão com a expectativa do emissor em obter comida. Para o mesmo contexto, *Cavia porcellus* emitiu as vocalizações *low whistle* e *whistle* após estímulos associados ao tratador (aproximação do tratador e manejo do alimento ou água) demonstrando a grande capacidade de aprendizagem destas espécies ao

associar sons que remetem a aproximação do tratador com a oferta de alimento (BERRYMAN, 1976).

Estas duas vocalizações foram agrupadas, para *Cavia aparea*, numa mesma categoria. Estas foram emitidas por fêmeas ou machos subordinados em contexto geral de desconforto. As fêmeas emitiram em resposta a aproximação e o contato dos machos em contexto de corte e os machos subordinados frente a aproximação de outros indivíduos (MONTICELLI; ADES, 2013). Para *Cavia porcellus, o chutter* foi emitido em situação aparentemente aversiva por fêmeas não receptivas cortejadas por machos (BERRYMAN, 1976).

Para as capivaras também registramos uma vocalização que remete funcionalmente ao contexto de desconforto durante a corte, o *chamado-de-cópula,* emitido pela fêmea durante as tentativas de monta do macho dominante. O *choro* e o *choro-modulado* para *Cavia aparea*, o *chutter* para *Cavia porcellus* e o *chamado-de-cópula* para as capivaras, parecem ter a mesma função de informar ao receptor o desconforto geral do emissor.

## *Estalido*

O *estalido* foi a vocalização mais frequente. Suas características acústicas (curta duração, baixa frequência e baixa taxa auditiva) sugerem que esta seja utilizada para coordenar interações a curtas distâncias, manter o contato entre os indivíduos e ser uma estratégia para diminuir as chances de serem detectados por predadores (BARROS et al., 2011; NOGUEIRA et al., 2102).

Para *Cavia porcellus* foi registrado o *chut* durante as interações sociais e as atividades gerais. O *purr,* também associado a manutenção do contato, foi emitido durante a corte e a interação mãe-filhote. Além do *purr,* neste último, o *tweet* foi emitido exclusivamente por juvenis para garantir o cuidado parental. Estas emissões são vocalizações de frequências e intensidades baixas sendo assim mais apropriado serem emitidas por indivíduos que estão próximos um do outro. São tipicamente curtas e frequentemente repetidas fazendo com que estas sejam fáceis de localizar a pequenas distâncias (BERRYMAN, 1976).

Para o mocó (*Kerodon rupestris*), os chamados *churr*, *drrr* e *estalido* foram emitidos na categoria comportamental exploração/forrageio (ALENCAR JUNIOR, 2011). O *churr* é uma vocalização discreta ao ouvido humano e foi emitido por animais que exploravam o ambiente. Estruturalmente se assemelha ao *assobio* das capivaras emitido em contexto de

separação. O *drrr* foi emitido em contexto de exploração e de alerta (frente a alterações do ambiente). Estruturalmente se assemelha ao *estalido* emitido pelas capivaras em contexto de deslocamento. O *estalido* emitido pelos mocós apresenta grande variação das faixas de frequência ocupada por cada pulso, o que difere dos *estalidos* emitidos pelas capivaras que, apesar de apresentarem alguma variação, se mostraram mais constantes.

## *Latido*

O *latido* foi emitido pelas capivaras frente a mudanças ambientais, como por exemplo, a presença de potenciais ameaças, do tratador ou do veterinário, o que sugere que este seja utilizado para alertar os demais indivíduos do grupo quanto a presença destes estímulos. *Cavia porcellus* emitiu o *durr* em reposta a estímulos abruptos ou perturbações gerais no ambiente e, aparentemente, este tem como função também alertar os demais indivíduos do grupo. Observações gerais mostram que coespecíficos ficam em alerta e podem também emitir o *durr* e/ou apresentar o comportamento de *freezing* (BERRYMAN, 1976). Emissão correspondente para *Cavia aperea* é *o assobio de alarme*, emitido frente a variações do ambiente físico ou social. Depois da emissão, os animais podem ficar em *freezing* e ser seguido de uma agitação geral do grupo (MONTICELLI; ADES, 2013). O *assobio de alarme*, descrito para o mocó, é uma vocalização de alta intensidade, emitida em situações de alerta após estímulos que representam perigo potencial, como por exemplo, a presença de humanos ou predadores. O emissor assume postura de alerta (as patas no chão e a cabeça direcionada para frente) e os demais indivíduos correm para o abrigo. Diferente das capivaras, o *assobio de alarme* do mocó (correspondente ao *latido* das capivaras) foi emitido mais frequentemente por fêmeas.

Nesse sentido, os nossos dados parecem ser um indicativo da associação desta vocalização com o comportamento de *moobing* e o estado motivacional que o acompanha atribuída a esta emissão por Lord et al. (2009). Os autores propõem uma explicação funcional ao *latido* como a de um sinal associado ao comportamento de *mobbing*. O *mobbing* tenderia a ocorrer em situações em que o indivíduo vivência motivações conflitantes em que está motivado a escapar, mas também a defender o seu território ou quando o animal detecta estímulos ambientais dos quais não têm informações suficientes para executar comportamentos de medo. O conflito pode ser significativo, por exemplo, entre hostil - refletindo em emissões com frequências inferiores e mais ruidosas, e de solicitação - frequências maiores e menos ruidosas. Esta emissão pode ser entendida como direcionada para dois receptores diferentes:

animais da mesma espécie e intrusos. Um componente tonal, de maior frequência, incentivaria a aproximação de membros da mesma espécie para participar do comportamento coletivo e um componente ruidoso, de baixa frequência, incentivaria a retirada de um intruso.

Os *latidos* registrados no nosso estudo parecem ser equivalentes tanto quanto as características funcionais, que indicam motivações conflitantes entre se afastar ou enfrentar estímulos do ambiente físico, e estruturais acústicos, que mostram correspondência com a estrutura canônica do *latido* proposto pelos autores. O *latido* seria um sinal de início sempre repentino e de curta duração, pode apresentar tanto regiões tonais e ruidosas em algum grau, ser relativamente agudo, estar sujeito a modulação de frequência, ser relativamente alto, e estar sujeito a repetição rápida. A observação destas emissões em contextos semelhantes, a que se resumem a perturbações gerais do ambiente físico ou social, parece ampliar o seu contexto funcional caracterizando a função de *moobing* atribuída a esta emissão.

## *Grito e arfar*

O *grito* emitido durante a contenção física dos animais sugere que este pode estar relacionado a dor ou *distress* e sinalizar aos coespecíficos que o emissor está enfrentando uma situação de perigo (BARROS et al., 2011). O *squeal* e o *scream*, emissões equivalentes em *Cavia porcellus*, foram emitidos em quase todas as situações em que o indivíduo foi machucado acidentalmente ou durante encontros agressivos em resposta a mordidas do outro animal. O último também foi emitido por indivíduos manipulados ou perturbados (BERRYMAN, 1976). Para *Cavia aparea* foi registrado a nota *grito* durante a interação entre animais quando esta atingiu um ponto mais grave em que um ataque estava prestes a ocorrer ou acabava de ocorrer (MONTICELLI; ADES, 2013). Para os mocós, o *ganido* foi emitido durante as interações agonísticas pelo indivíduo agredido (durante a fuga ou submissão) e se apresentou como nota tonal.

Para as capivaras registramos a emissão *arfar* intercalada as notas de *grito*, compondo a sílaba combinatória *grito-arfar*. Foi registrada apenas no manejo de animais de vida livre, o que torna o seu registro uma contribuição importante já que o trabalho anterior (BARROS et al., 2011) e o presente estudo não registraram esta vocalização para indivíduos de cativeiro.

É interessante que o *arfar* tenha sido encontrado também em mocós (ALENCAR JUNIOR, 2011), embora o autor não esteja certo de que é um sinal de comunicação ao invés de

um simples resultado da respiração ofegante pós briga. Foi emitido em contexto agonístico e descrito como notas roucas, sem estrutura tonal e modulação de frequência. Os chamados *ganidos* e *arfar* emitidos por mocós se assemelham em contexto e estrutura as emissões *grito* e *arfar* registradas para as capivaras em contexto de manejo e contenção dos indivíduos.

## *Bater de dentes*

O *bater de dentes* é quase uma emissão universal produzida por animais hostis, que comunica prontidão para atacar por parte do emissor (EISENBERG, 1974). Foi registrado para *Cavia aperea, Cavia porcellus*, capivaras e mocós durante os contextos de manejo, de ameaça (aproximação do pesquisador), de disputa de alimento e de conflito entre indivíduos adultos.

A análise acústica das notas de *bater de dentes* permitiu identificar a ocorrência de notas duplas, apenas para os indivíduos de vida livre, nos contextos de manejo e ameaça. Esta estrutura dupla das notas também foi descrita para *Cavia aperea*. Emitido por indivíduos adultos e sub-adultos, de ambos os sexos, em condições de risco: interações agonísticas (entre indivíduos do mesmo sexo ou durante o contexto de corte pela fêmea), durante as tentativas de captura e manipulação dos animais mais agressivos e frente a ambientes desconhecidos ou aversivos (MONTICELLI; ADES, 2012). As notas duplas não foram registradas para o grupo cativo, concordando com o que foi observado por Barros et al. (2011).

## *Cacarejo*

O *cacarejo* foi emitido por indivíduos cativos durante a disputa por alimento. Para *Cavia porcellus* observamos a emissão do *squeal* durante a disputa por alimento ou água, quando estes podiam se machucar acidentalmente (BERRYMAN, 1976). Para o mocó, foi observado a emissão *có* durante o forrageio e a disputa por alimento, porém, as estruturas apresentaram-se bem distintas do *cacarejo* emitido pelas capivaras, sendo para os mocós notas tonais (ALENCAR JUNIOR, 2011) e para as capivaras atonais.

Barros et al. (2011) denominaram esta mesma emissão como *có* e apesar de identificá-la como uma categoria a parte, não conseguiram sustentar estatisticamente a sua existência como categoria independente e a agruparam como *bater de dentes*.

O entrechoque dos incisivos, que produz o *bater de dentes*, e a produção de um chamado de contato de curta distância (o *estalido*, no caso das capivaras e o *có* para outros

cavídeos) são características comuns dos roedores caviomorfos. Contudo, o *cacarejo*, chamado de *có* na descrição anterior, não corresponde a um chamado de contato pacífico, pois sempre foi emitido em situação de disputa de alimento. Assim, propomos a troca do rótulo *có* para esse sinal e a adoção do termo *cacarejo*.

### *Chamado-de-cópula*

O *chamado-de-cópula* emitido no contexto de corte é semelhante, quanto aos seus aspectos funcionais, as vocalizações registradas durante a disputa de alimento. A aproximação de indivíduos parece evocar estas vocalizações, sugerindo que o *chamado-de-cópula* possa ter como função comunicativa geral de informar incômodo aos receptores. Esta emissão parece fazer correspondência ao *choro modulado* descrito para *Cavia aperea* emitido em contexto geral de desconforto (MONTICELLI; ADES, 2013). Os autores discutem a função do *choro modulado* como a de atrair a atenção ou comunicar desconforto do emissor em relação ao comportamento do receptor. Para *Cavia porcellus* a vocalização correspondente seria o *chutter* (BERRYMAN, 1976), como citado anteriormente.

Entre os caviomorfos, grupo ao qual pertence o mocó, o preá e a capivara, é possível observar o compartilhamento de sinais e a semelhança em tamanho de repertório (ALENCAR JUNIOR, 2011). Para *Cavia aperea* foram descritos 10 tipos de chamados e para os mocós 11. Podemos destacar ainda a semelhança contextual e estrutural de sinais compartilhados entre as espécies e sugerir que estes possam auxiliar na resolução de questões filogenéticas que ainda não estão claras.

## 4.2 Variabilidade estrutural, combinação de notas e efeitos não-lineares trazem riqueza ao repertório acústico da espécie

As análises acústicas realizadas no presente trabalho permitiram identificar certa variabilidade estrutural de determinadas emissões sonoras. Estas desempenham funções comunicativas que agem como indicadores de excitação e podem estar associadas ao estado motivacional dos indivíduos (EISENBERG, 1974; MONTICELLI et al., 2004). São vocalizações intermediárias menos estáveis, e na maioria dos casos, tendem a cair em categorias definidas (BERRYMAN, 1976).

Os chamados de separação, em especial o *assobio*, e o de agonia *grito*, apresentaram variações estruturais que permitiram, apesar de terem sido classificadas na mesma categoria, dividi-las em sub-categorias com base em suas características sonoras e visuais dos espectogramas. Para *Cavia aperea* também foram registradas variantes estruturais nos chamados de contato, *choro modulado* e *grito*, que não puderam ser categorizadas como sinais distintos (MONTICELLI; ADES, 2013).

Durante as análises acústicas foi possível identificar também outros níveis de organização de unidades. As associações de notas ocorreram na forma de nota dupla, sílabas simples e combinatórias, registradas nos chamados agonísticos, de separação, contato e agonia. Para *Cavia aperea* o *assobio de separação*, o *choro modulado* e o *grito* foram descritos como vocalizações compostas também por partes de notas (MONTICELLI; ADES, 2013). Para as espécies de caviomorfos parece haver uma série de subtipos de sílabas conectadas, através de formas intermediárias, que podem servir como "indicadores de excitação" (EISENBERG, 1974). Estas possibilidades de combinações de notas aumentam a variabilidade do repertório da espécie a partir de um repertório relativamente limitado de emissões.

Além da variabilidade estrutural e da associação de notas, a combinação ou produção simultânea de unidades também pode fornecer possibilidades alternativas aos repertórios acústicos das espécies. Estas podem dar origem aos efeitos não-lineares através da transição abrupta entre as unidades. Nos lobos vermelhos (*Canis rufus*), a emissão de duas unidades (*squeaks*, que ocupam faixas de frequência alta e *wuhs* que ocupam faixas de frequência baixa) podem ocorrer separadamente ou combinadas. Quando combinadas dão origem a unidades não-lineares (por exemplo, saltos de frequência e bifonação) emitidas em contextos de alta excitação, por exemplo, durante o encontro entre parceiros sexuais ou entre indivíduos de grupos diferentes (SCHNEIDER; ANDERSON, 2011). Em cães selvagens (*Cuon alpinus*) foi observado a ocorrência de vocalizações com duas frequências fundamentais: um componente de alta frequência e outro de baixa frequência, os quais podem ocorrer simultaneamente ou separadamente. Quando ocorrem simultaneamente, os componentes de frequência não são múltiplos inteiros um do outro e apresentam modulações de frequência diferentes, dando origem ao efeito não-linear bifonação (VOLODIN; VOLODINA, 2002).

A ocorrência dos efeitos não-lineares não é particularmente rara. Muitas espécies de mamíferos produzem vocalizações que apresentam estes efeitos como parte normal de seus

repertórios vocais e que parece ter função adaptativa, visto que muitas irregularidades dependem da estrutura do aparato vocal (FITCH et al., 2002).

Além de refletir diferenças anatômicas entre os indivíduos, os efeitos não-lineares podem ser sub-produto fisiológico, fornecendo informações sobre o estado de excitação do indivíduo. Nos golfinhos, por exemplo, os efeitos não-lineares estão presentes na vocalização de indivíduos estressados ou excitados - situações nas quais os indivíduos perdem a capacidade de controle sobre os músculos envolvidos na produção das vocalizações (KILLEBREW et al, 2001) em decorrência da tensão muscular extrema e dessincronização das pregas vocais (VOLODIN; VOLODINA, 2002), fato que sugere que os efeitos não-lineares podem ser indicativos de mudanças na intensidade da motivação (KILLEBREW et al, 2001) .

Os efeitos não-lineares acrescentam ainda imprevisibilidade aos repertórios vocais de diversas espécies de mamíferos. Podem ter função adaptativa valiosa ao tornar as vocalizações não-lineares em sinais difíceis de prever e ignorar (FITCH et al., 2002). Esta possibilidade enriquece o repertório vocal das espécies sociais e desperta a atenção dos receptores quando estes já estão habituados e não respondem mais as emissões lineares (SCHNEIDER; ANDERSON, 2011).

A variabilidade estrutural das notas, a combinação de notas e a presença dos efeitos não-lineares agregam uma maior riqueza e complexidade ao repertório acústico das capivaras. A presença destes em contextos aversivos de separação e manejo podem ser indicativos do estado motivacional dos animais e ser utilizado como ferramenta interessante na avaliação da saúde dos indivíduos.

## 4.3 Sons ultrassons

Faixas de frequência superiores a 20,0 kHz (ultrassons) foram registradas durante a contenção física dos animais nas notas *grito*. A presença de ultrassom nas vocalizações de capivaras foi investigada com o objetivo de associar a presença deste tipo de vocalização ao estado de bem-estar empobrecido (NOGUEIRA et al., 2012). Os autores registraram a presença de faixas de frequência de 31,8 ± 3,5 kHz em adultos e 33,2 ± 8,5 kHz em filhotes durante apenas a contenção física dos indivíduos ou por animais feridos durante o manejo. Concluíram que componentes de ultrassom estão relacionados a dor e ao *distress* de contenção pois não

ocorreram em outras situações. Sugerem que estes possam ser usados como ferramenta para acessar o estado de bem-estar em capivaras, importante para auxiliar a promoção do bem-estar da espécie em cativeiro (NOGUEIRA-FILHO; NOGUEIRA, 2004).

# 5. Conclusões

Os resultados encontrados apontam para uma riqueza maior e mais variada de chamados já descritos na literatura. Acrescentamos três emissões (totalizando dez sinais acústico) baseada na descrição detalhada dos sinais, revelando um repertório acústico comparável com o descrito para o mocó (*Kerodon rupestris*) e o preá (*Cavia aperea*). Algumas emissões sonoras são compartilhadas por outros caviomorfos, havendo correspondência entre os chamados e os contextos. Neste sentido, nossos dados irão contribuir para o maior entendimento sobre a evolução em caviomorfa.

O registro de outros níveis de organização de notas e a presença de elementos não-lineares também enriquecem o sistema de comunicação da espécie e demostram a sua complexidade. Nossos resultados vêm trazer contribuições de forma a complementar e ampliar o conhecimento do repertório da espécie, podendo nossos dados servir de incentivo para futuras investigações e serem utilizados em futuras pesquisas que fazem uso da bioacústica.

# Referências Bibliográficas


ALCANTRA, G. B. *A flora arbórea das áreas de preservação e preservação permanentes da Universidade de São Paulo, campus de Ribeirão Preto.* 2010. 80f. Monografia (para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

ALCOCK, J. Comportamento Animal: Uma abordagem evolutiva. 9th ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 606 p.

ALENCAR JUNIOR, R.N. O repertório acústico de um especialista de rochedo da Caatinga, o mocó**.** 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Experimental) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

ALHO, C. R. Manejo da Fauna Silvestre. In: Anais do 1◦ Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. 1., 1986, Corumbá. *Anais…* Corumbá, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986, p. 183 - 197.

ALHO, C. J. R.; RONDON, N. L. Habitats, population densities, and social structure of capybaras (Hydrochaeris hidrochaeris, Rodentia) in the Pantanal, Braszil. *Revista Brasileira de Zoologia*, n. 4, v. 2, p. 139-149. 1987**.**

ALMEIDA, A. M. R.; BIONDI, D.; MONTEIRO-FILHO, E. A. L. Behavior of capybaras in a urban green area in Curitiba municipality, PR – Brazil. 2012.

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, v. 49, n. 3/4, p. 227-267, 1974.

BARROS, K. S.et al. Vocal repertoire of captive capybara (Hydrochoerus hydrochaeris): structure, contex and function. *International journal of behavioural biology*, Ilhéus, v.117, issue 1, p. 83-94, jan. 2011.

BERRYMAN, J. C. Guinea pig vocalizations: Their structure, Causation and Fuction. Zeitschrift für Tierpsychologie. v. 41, p. 80-106. 1976

BLUMSTEIN, D.T. et al. Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: applications, technological considerations and prospectus. *Journal of Applied Ecology*, n. 48, p. 758-767. 2011.

BRADBURY, J.W. & VEHRENCAMP, S.L. Principles of Animal Communication.Sunderland, U.S.A. Sinauer Associates. 1998.

BRIEFER, E. F. Vocal expression of emotions in mammals: mechanisms of production and evidence. Journal of Zoology, n. 288, p. 1-20, 2012.

BRIEFER, E, F.; TETTAMANTI, F.; MCELLIGOTT, A. G. Emotions in goats: mapping physiological, bahavioural and vocal profiles. Animal Bahaviour, n.99, p. 131-143, 2015.

BRUDZYNSKI, S. M. Vocalization as an ethotransmitter: introduction to the *Handbook of Mammalian Vocalization*. In: BRUDZYNSKI, S. M. (Ed.). *Handbook of Mammalian Vocalization: An Integrative Neuroscience Approach*. Amsterdam: Academic Press/Elsevier, 2010. p. 3–12.

CHIARELLO, A.G. Conservation value of a native forest fragment in a region of extensive agriculture. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 60, n. 2, p. 237 – 247. 2000.

CUNHA, W. H. A. An introduction to the historical development and basic principles of ethology. In: OTTA, E.; RIBEIRO, F. L.; BUSSAB, V. S. R. (org). *Lições da Alameda Glete: coletâneas de textos de Walter Hugo Cunha, pioneiro da etologia no Brasil.* São Paulo: Instituto de Psicologia da USP, 2013. p.138-180

DEUTSCH, L. A; PUGLIA, L. R. Os animais silvestres: proteção, doenças e manejo. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 191 p.

EISENBERG, J. F. The function and motivational basis of hystricomorph vocalizations. Symposia of the Zoological Society of London. n. 34, p. 211-247. 1974.

FERRAZ, K. P. M. B.; VERDADE, L. M. Ecologia comportamental da capivara: bases biológicas para o manejo da espécie. Laboratório de Ecologia Animal, LPA/ESALQ/USP, CP 09, 13418-900, Piracicaba, SP. 2001.

FERRAZ, K. P. M. B. Diagnóstico e monitoramento populacional da capivara no IPEF unidade monte alegre e entorno. Departamento de ciências florestais, E.S.A. “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

FERRAZ, K. M. P. M. B. et al. Social and Spatial Relationships of Capybaras in a Semi-confined Production System. In: MOREIRA, J. R., et al.(Eds.). *Capybara: Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species.* New York: Spinger, 2013, p. 243-260.

FITCH, W. T.; NEUBAUER, J.; HERZEL, H. Calls out of chaos: the adaptive significance of nonlinear phenomena in mammalian vocal production. Animal Behavior, n. 63, p. 407-418, 2002.

FREBERG, T.M.; DUNBAR, R; ORD, T. J. Social complexity as a proximate and ultimate factor in communicative complexity. Philosophical Transactions, n. 367, p. 1785-1801.

GASCO, A. D. C. *O repertório do quati sul-americano Nasua nasua (Procyonidae, carnívora): Diversidade de formas e natureza combinatória dos sinais.* 2012. 169 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP. 2012.

GRIER, J. W.; BURK, T. Animal Communication. In: GRIER, J. W.; BURK, T. *Biology of Animal Behavior*. St Louis: Mosby Year Book, 1992. p. 490 - 536.

HAUSER, M. D. Synopsis of the Argument. In: HAUSER, M. D. *The Evolution of Communication.* Cambridge: MIT Press, 1996. p. 1-16.

HENRIQUES, O.K. *Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: Bases para conservação.* 2003. 270f. Tese (Doutorado em Ciência, Área Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto – SP. 2003.

HERRERA, E. A. Capybara social structure and dispersal patterns: variation on a theme. *Journal of Mammalogy,* v. 92, n. 1, p. 12-20, 2011.

HERRERA, E. A. Capybara Social Behavior and Use of Space: Patterns and Processes. In: MOREIRA, J. R., FERRAZ, K. M. P. M. B., HERRERA, E. A., MACDONALD (Eds.). *Capybara: Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species.* New York: Spinger, 2013, p. 195-207.

KILLEBREW, D. A.; MERCADO, E.; HERMAN, M. L.; PACK, A. A. Sound Production of neonate bottlenose dolphin. Aquatic Mammals, v. 27, n. 1, p. 34-44, 2001.

LEE, P. C. Social structure and Evolution. In: SLATER, P. J. B; HALLIDAY, T. R. (Eds.). *Behaviour and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

LORD, K.; FEINSTEINB, M; COPPINGERB, R. Barking and mobbing. Behavioural Processes. n. 81, p. 358-368. 2009.

LORD, R. D. General Characteristics of the Capybara. In: LORD, R. D. *Capybaras: A Natural History of the World`s Lagest Rodent*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2009, p. 1-12.

LORD, R. D. Natural History, Ecology, and Bahavior. In: LORD, R. D. Capybaras: A Natural History of the World`s Largest Rodent. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2009, p. 24-72.

LORD, R. D. Censuses and Population. In: LORD, R. D. *Capybaras: A Natural History of the World`s Largest Rodent*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2009, p. 85-99.

MONTICELLI, P. F. Comportamento e comunicação acústica em cobaias e preás. 2005. 161f. Tese (Doutorado em Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2006.

MONTICELLI, P. F.; ADES, C. The rich acoustic repertoire of a precocious rodent, the wild cavy *Cavia aperea*. Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording. v. 22, n. 1, p. 49-66, 2013.

MOREIRA, J. R.; MACDONALD, D. W. Capybara use and conservation in South America. In: TAYLOR, V. J.; DUNSTONE, N. (Eds.), *The exploitation of mammal populations***.** London: Chapman and Hall. 1996, p. 88-101.

MOREIRA, J.R.; PIOVEZAN, U. Conceitos de manejo de fauna, manejo de população problema e o exemplo da capivara. Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos. 1st ed. Brasília, 23p., 2005.

NOGUEIRA, S. S.C. et al. Alloparental Behavior in the Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Revista de Etologia,* v. 2, n. 1, p. 17 - 21. 2000.

NOGUEIRA-FILHO, S. L. G.; NOGUEIRA, S, S. Captive breeding programs as an alternative for wildlife conservation in Brazil. In: SILVIUS, K; BODMER, R.; FRAGOSO, J. (Eds.). *People in Nature: Wildlife Management and Conservation in Latina American.* Nova York: Columbia Univ. Press, 2004, p. 172-190.

NOGUEIRA, S. S. C. et al. The Function of Click Call Emission in Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Ethology,* v. 118, p. 1-9, 2012.

PINHEIRO, M. S.; MOREIRA, J. R. Products and Uses of Capybaras. In: MOREIRA, J. R., FERRAZ, K. M. P. M. B., HERRERA, E. A., MACDONALD (Eds.). *Capybara: Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species*. New York: Spinger, 2013, p. 211 – 227.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIBEIRÃO PRETO. Parque Municipal do Morro d de São Bento. Disponível em: <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/turismo/parque/i71parque.php>. Acessado em: 04 de nov. 2015.

QUINTANA, R. D.; BOLKOVIC, M. L. Use of Capybara in Argentina. In: MOREIRA, J. R. et al. (Eds.). *Capybara: Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species*. New York: Spinger, 2013, p. 345 – 356.

R Developmental Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3–900051–07–0, URL http://www.R–project.org.

ROSSI, M.J. *Suplementação da população de bugios-pretos (Alouatta caraya) no campus da Universidade São Paulo em Ribeirão Preto pela soltura de indivíduos cativos – Estudo do comportamento.* 2011. 117 f. Dissertação não publicada (Mestrado em Psicobiologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP. 2011.

SCHNEIDER, J. N.; ANDERSON, R. E. Tonal vocalizations in the red wolf (*Canis rufus*): Potential functions of nonlinear sound production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 130, n. 4, p. 2275-2284, oct. 2011.

SEARCY, W. A.; NOWICKI, S. Introduction. In: SEARCY, W. A.; NOWICKI, S. *The Evolution of Animal Communication: Reliability and Deception in Signaling Systems*. Princeton: Princeton University Press, 2005. p. 1-23.

SICUTO-DE-OLIVEIRA. Dinâmica do uso do latido por capivaras (Hydrochoerus hydrochaeris): influência do status hierárquico e idade. No prelo.

SMITH, W. J. *The behavior of communicating*: An Ethological Approach. 3rd ed. The United States of America. 1980. 549 p.

SNOWDON, C. T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. *Estudos de Psicologia,* n. 4, v. 2. p. 365-373. 1999.

SNOWDON, C. T. Comunicação. In: YAMAMOTO, M.E.; VOLPATO, G. L. (org.). **Comportamento Animal.** 1st ed. Natal: Editora da FURN, 2007. P. 115-140.

SUEUR, J.; AUBIN, T.; SIMONIS, C. 2008. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. Bioacoustics, 18: 213–226.

TAYLOR, A. M.; REBY, D. The contribution of source-filter theory to mammal vocal communication research. Journal of Zoology, n. 280, p. 221-236, 2010.

VARGAS, F.V. et.al. Monitoramento populacional de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* Linnaeus, 1766) em Pirassununga, SP, Brasil. *Ciência Rural,* Santa Mônica, Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, p.1104-1108, jul./ago. 2007.

FERRAZ, K. M. P. M. B.; IZAR, P.; SATO, T.; NISHIDA, S. M. Social and Spatial Relationships of Capybaras in a Semi-confined Production System. In: MOREIRA, J. R., FERRAZ, K. M. P. M. B., HERRERA, E. A., MACDONALD (Eds.). *Capybara: Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species.* New York: Spinger, 2013, p. 243-260.

VIELLIARD, J.M.E. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. I Seminário Música Ciência Tecnologia Acústica Musical, vol.1, p.145–152.2004.

VIELLIARD, J.; SILVA, M. L. Bioacústica como ferramenta de pesquisa em comportamento animal. *Estudos do comportamento*, Belém, v.3, 2006.

VOLODIN, I. A.; VOLODINA, E. V. Biphonation as a prominent feature of dhole Cuon alpinus sounds. The International Journal of Animal sound and its Recording. v. 13, p. 105-120. 2002.

YAMAMOTO, M. E. Percorrendo a história do estudo do comportamento animal: origens e influências. In: YAMAMOTO, M.E.; VOLPATO, G. L. (org.). **Comportamento Animal.** 1st ed. Natal: Editora da FURN, 2007. cap. 1. p. 11-20.

YAMAMOTO, M. E.; VOLPATO, G. L. Prólogo. In: YAMAMOTO, M.E.; VOLPATO, G. L. (org.). **Comportamento Animal.** 1st ed. Natal: Editora da FURN, 2007. Prólogo. p. 9-10.

ZAHAVI, A.; ZAHAVI, A. Vocalization. In: ZAHAVI, A; ZAHAVI, A. *The handicap principle: a missing piece of Darwin`s puzzle.* Oxford: Oxford University Press, 1997. p. 69-80.

# Anexos

ANEXO A - Configurações utilizadas para gerar os espectogramas de cada uma das variações estruturais do *assobio* no programa Raven Pro 1.4 para a tomada de medidas dos parâmetros acústicos

| *Configure Spectrogram* | *Assobio-vírgula* | *Piado* | *Pio de juvenil* | *Pio de adulto* | *Assobio-trinado de juvenil* | *Assobio-trinado de adulto* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Views*** | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* |
| ***Sample frequency*** | *24 kHz* | *30 kHz* | *26 kHz* | *24 kHz* | *44 kHz* | *26 kHz* |
| ***Brightness*** | *60* | *60* | *60* | *60* | *60* | *60* |
| ***Contrast*** | *60* | *60* | *60* | *60* | *60* | *60* |
| ***Colormap*** | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* |
| ***Window*** | | | | | | |
| *Type* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* |
| *Size* | *512 samples* | *1024 samples* | *512 samples* | *512 samples* | *1024 samples* | *512 samples* |
| *3 dB Filter Bandwidth* | *61 Hz* | *56 Hz* | *61.1 Hz* | *61 Hz* | *56 Hz* | *112 Hz* |
| ***Time Grid*** | | | | | | |
| *Overlap* | *99 percent* | *98.8 percent* | *99 percent* | *99 percent* | *98.8 percent* | *99 percent* |
| *Hope size* | *0.208 ms* | *0.272 ms* | *0.192 ms* | *0.208 ms* | *0.272 ms* | *0.113 ms* |
| ***Frequency Grid*** | | | | | | |
| *DFT size* | *512 samples* | *1024 samples* | *512 samples* | *512 samples* | *1024 samples* | *512 samples* |
| *Grid spacing* | *46.9 Hz* | *43.1 Hz* | *50.8 Hz* | *46.9 Hz* | *43.1 Hz* | *86.1 Hz* |

**ANEXO B - Configurações utilizadas para gerar os espectogramas dos chamados de isolamento no programa Raven Pro 1.4 para a tomada de medidas dos parâmetros acústicos**

| *Configure Spectrogram* | *Estalido-assobio* | *Estalido-choro-modulado* | *Choro* | *Choro-modulado* |
|---|---|---|---|---|
| ***Views*** | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* |
| ***Sample frequency*** | *44 kHz* | *24 kHz* | *44 kHz* | *44 kHz* |
| ***Brightness*** | *60* | *60* | *60* | *60* |
| ***Contrast*** | *60* | *60* | *60* | *60* |
| ***Color map*** | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* |
| ***Window*** | | | | |
| *Type* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* |
| *Size* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* |
| *3 dB Filter Bandwidth* | *112 Hz* | *61 Hz* | *112 Hz* | *112 Hz* |
| ***Time Grid*** | | | | |
| *Overlap* | *99 percent* | *98.8 percent* | *99 percent* | *99 percent* |
| *Hope size* | *0.113 ms* | *0.250 ms* | *0.133 ms* | *0.133 ms* |
| ***Frequency Grid*** | | | | |
| *DFT size* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* |
| *Grid spacing* | *86.1 Hz* | *46.9 Hz* | *86.1 Hz* | *86.1 Hz* |

**ANEXO C - Configurações utilizadas para gerar os espectogramas dos chamados de contato e alarme no programa Raven Pro 1.4 para a tomada de medidas dos parâmetros acústicos**

| ***Configure Spectrogram*** | ***Estalido*** | ***Estalido-choro-gemido*** | ***Latido*** |
|---|---|---|---|
| ***Views*** | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* |
| ***Sample frequency*** | *44 kHz* | *20 kHz* | *44 kHz* |
| ***Brightness*** | *60* | *60* | *60* |
| ***Contrast*** | *60* | *60* | *70* |
| ***Color map*** | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* |
| | | | |
| ***Window*** | | | |
| *Type* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* |
| *Size* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* |
| *3 dB Filter Bandwidth* | *112 Hz* | *50.8 Hz* | *112 Hz* |
| | | | |
| ***Time Grid*** | | | |
| *Over lap* | *98.8 percent* | *98.8 percent* | *98.8 percent* |
| *Hope size* | *0.136 ms* | *0.300 ms* | *0.136 ms* |
| | | | |
| ***Frequency Grid*** | | | |
| *DFT size* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* |
| *Grid spacing* | *86.1 Hz* | *39.1 Hz* | *86.1 Hz* |

ANEXO D - Configurações utilizadas para gerar os espectogramas dos chamados de agonia no programa Raven Pro 1.4 para a tomada de medidas dos parâmetros acústicos

| *Configure Spectrogra* | *Grito* | *Grito -arfar* | Nota *grito* da sílaba *grito-estalido* | Notas de *estalido* da sílaba *grito-estalido* |
|---|---|---|---|---|
| ***Views*** | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* |
| ***Sample frequency*** | *44 kHz* | *44 kHz* | *44 kHz* | *20 kHz* |
| ***Brightness*** | *60* | *60* | *60* | *60* |
| ***Contrast*** | *70* | *60* | *65* | *60* |
| ***Color map*** | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* |
| | | | | |
| ***Window*** | | | | |
| *Type* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* |
| *Size* | *256 samples* | *1024 samples* | *1024 samples* | *512 samples* |
| *3 dB Filter Bandwidth* | *224 Hz* | *56 Hz* | *56 Hz* | *30.5 Hz* |
| | | | | |
| ***Time Grid*** | | | | |
| *Over lap* | *98.8 percent* | *98.8 percent* | *98.9 percent* | *98.9 percent* |
| *Hope size* | *0.0680 ms* | *0.272 ms* | *0.272 ms* | *0.500 ms* |
| | | | | |
| ***Frequency Grid*** | | | | |
| *DFT size* | *1024 samples* | *1024 samples* | *1024 samples* | *512 samples* |
| *Grid spacing* | *43.1 Hz* | *43.1 Hz* | *43.1 Hz* | *23.4 Hz* |

**ANEXO E - Configurações utilizadas para gerar os espectogramas dos chamados agonísticos e os registrados no contexto de corte no programa Raven Pro 1.4 para a tomada de medidas dos parâmetros acústicos**

| ***Configure Spectrogram*** | ***Bater de dentes*** | ***Cacarejo*** | **Chamado-de-cópula** |
|---|---|---|---|
| ***Views*** | *Spectrogram* | *Spectrogram* | *Spectrogram* |
| ***Sample frequency*** | *26 kHz* | *28 kHz* | *20 kHz* |
| ***Brightness*** | *60* | *50* | *60* |
| ***Contrast*** | *60* | *60* | *60* |
| ***Color map*** | *Grayscale* | *Grayscale* | *Grayscale* |
| | | | |
| ***Window*** | | | |
| *Type* | *Hamming* | *Hamming* | *Hamming* |
| *Size* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* |
| *3 dB Filter Bandwidth* | *61.1 Hz* | *112 Hz* | *50.8 Hz* |
| | | | |
| ***Time Grid*** | | | |
| *Over lap* | *99 percent* | *98.9 percent* | *98.8 percent* |
| *Hope size* | *0.192 ms* | *0.136 ms* | *0.300 ms* |
| | | | |
| ***Frequency Grid*** | | | |
| *DFT size* | *512 samples* | *512 samples* | *512 samples* |
| *Grid spacing* | *50.8 Hz* | *86.1 Hz* | *39.1 Hz* |