UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
DEPARATAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

JOSÉ PEREIRA DA SILVA NETO

ESTUDO COMPARADO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE PECARIS:
CATETO (*Pecari tajacu*) E QUEIXADA (*Tayassu pecari*)

Ilhéus – Bahia

2015

JOSÉ PEREIRA DA SILVA NETO

ESTUDO COMPARADO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE PECARIS:
CATETO (*Pecari tajacu*) E QUEIXADA (*Tayassu pecari*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Área de concentração: Comportamento Animal

Orientadora: Profª Selene Siqueira da Cunha Nogueira.

Ilhéus – Bahia

2015

JOSÉ PEREIRA DA SILVA NETO

ESTUDO COMPARADO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE PECARIS:
CATETO (*Pecari tajacu*) E QUEIXADA (*Tayassu pecari*)

Ilhéus, 17/04/2015

_____
Selene Siqueira da Cunha Nogueira - Drª.
UESC
(Orientadora)

_____
Antônio da Silva Souto - Dr.
UFPE

_____
Yvonnick Le Pendu - Dr.
UESC

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Profa. Selene Siqueira da Cunha Nogueira, pelo incentivo, confiança e por orientar.

À Christini Caselli por me auxiliar e acompanhar nas análises desta dissertação, sempre com muita paciência e dedicação.

Aos colegas do Laboratório de Etologia Aplicada (LABET) da UESC.

À CAPES pelo auxílio do projeto CAPES/PNPD#2951/2010 do qual esta dissertação faz parte.

À UESC pelo apoio.

ESTUDO COMPARADO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE PECARIS:

CATETO (*Pecari tajacu*) E QUEIXADA (*Tayassu pecari*)

RESUMO

A comunicação é o processo de transferência de informação entre dois ou mais indivíduos através de sinais que foram selecionados e adaptados ao longo da história evolutiva das espécies. Sua avaliação pode nos fornecer importantes informações sobre suas funções. Sinais de variadas naturezas são encontradas no reino animal, embora a maioria dos mamíferos utilizam-se de sinais acústicos como forma de comunicação. Catetos e queixadas são ungulados neotropicais, da família Tayassuidae, que vivem em bandos e contam com chamados acústicos como um importante canal de comunicação. No entanto, sabemos pouco sobre a estrutura acústica e as funções de seus sinais. Desta forma, nosso objetivo neste trabalho foi descrever e comparar acusticamente o repertório de ambas as espécies. Para isso, gravamos os chamados, e registramos os comportamentos associados a eles, em um bando cativo de cada espécie. Através de inspeção auditiva e visual dos espectrogramas, encontramos oito chamados para cada espécie. Estes chamados foram, então, testados através de uma Análise Funcional Discriminante. Adicionalmente, através de uma Análise de Componentes Principais testamos se os parâmetros acústicos de machos e fêmeas diferem. Um dos chamados testado não se manteve como uma categoria individual, resultando em um repertório de sete chamados para cada uma das espécies. Em geral, as emissões acústicas dos catetos apresentaram uma frequência dominante mais baixa. Como característica acústica, as duas espécies apresentaram chamados com estrutura ruidosa, na qual pouco se distingue a presença de harmônicos. As vocalizações também se assemelham nos contextos associados às emissões acústicas: conflitos, deslocamento e exploração do ambiente, contato adulto-filhote e alarme. A mudança na composição do grupo de queixadas não alterou o padrão da taxa de emissão dos chamados, eles emitiram mais chamados de contato do que outras categorias comportamentais. A taxa de emissão dos chamados dos catetos mudou de um período para o outro, Os chamados de isolamento e contato foram os mais emitidos no primeiro período, no segundo período os chamados de ameaça

foram mais emitidos. Queixadas organizam-se numa hierarquia linear, enquanto os catetos possuem um sistema de organização variável, isto pôde ser observado no comportamento de comunicação de ambas as espécies e indica o importante papel no qual as relações sociais possuem sobre o comportamento de comunicação das espécies ou vice versa.

Palavras-chave: Repertório acústico, Queixadas, Catetos, Comunicação

COMPARATIVE STUDY OF ACOUSTIC REPERTOIRE OF PECCARIES:

Collared peccary (*Pecari tajacu*) e White-lipped peccary (*Tayassu pecari*)

ABSTRACT

Communication is the process of transferring information between two or more individuals through signs. The use and the structure of these signals have been adapted along the evolutionary history of the species, thus to evaluate them can provide an important information about the functions of each vocal signal. Collared peccary and white-lipped peccary are neotropical ungulates taxonomically close, which live in groups and have the sounds as an important communication channel. To date, however, we barely know about the acoustic structure and functions of its signals. Our aim was to describe and compare the acoustic repertoire of both species to better understand its communication evolutionary history. We recorded the calls, and the behaviors associated, in a group of each species, at different times and compositions. The calls were grouped in eight sounds type for each species by audio and visual inspection of spectrograms. We evaluated the recorded calls by using a Discriminant Function Analysis. Additionally, we analyzed whether males and females differ in their acoustic parameters in the most emitted vocalizations. In each species one of the calls tested does not remain as a separate vocal type, resulting in a repertoire of seven calls for each species. In general, acoustic emissions of the collared peccary had a lower dominant frequency. As acoustic feature, the two species have calls with noisy structure, which little distinction between the presences of harmonics is possible. They are also similar in contexts associated with the acoustic emissions: conflict, displacement and exploitation of the environment, adult-young contact and alarm. The change in the herd's composition did not change the pattern of the emission rate of the calls in white-lipped peccary; they emit more contact calls than other calls type. The emission rate of the calls of the collared peccary changed from one period to another, the isolation calls and contact calls were the most emitted in the first period, and in the second period the threat calls were more often. White-lipped peccaries are organized in a linear hierarchy, while the collared peccary have a variable system of organization; this is reflected in

their communication behavior and indicates the important role that social relationships have on the communication of the species.

Keywords: Acoustic repertoire, White-lipped peccary, Collared peccary, Communication

FIGURAS

Figura 1. I) Espectrogramas dos chamados de catetos: série de batidas de dentes (a), arfagem (b), ronco (c), grunhido (d), rosnado (e), *whoof* (f), latido (g), choramingo (h-f). II. Espectrogramas dos chamados de queixadas: arfagem (k), série de batida de dentes (l), latido (m), grunhido (n), rosnado contínuo (o), rosnado (p), ronco (q), e choramingo (r-t)..... 47

Figura 2. Taxa horária de emissões acústicas por categoria etária e sexual dos queixadas (A) e catetos (B). 52

Figura 3. Comparação das taxa horárias de emissões acústicas por categoria contextual nas duas espécies (cateto e queixada) no período 1 (A) e no período 2 (B). 52

TABELAS

Tabela 1. Composição dos grupos de pecaris nos anos de 2010 e 2014. 42
Tabela 2. Parâmetros acústicos dos chamados de catetos (média ± desvio-padrão) e relação das funções discriminantes (DF1 e DF2) com os parâmetros acústicos utilizados na análise discriminante. Os valores em negrito destacam as variáveis mais importantes para discriminação entre tipos vocais. 48
Tabela 3. Parâmetros acústicos dos chamados de queixadas (média ± desvio-padrão) e relação das funções discriminantes (DF1 e DF2) com os parâmetros acústicos utilizados na análise discriminante. Os valores em negrito destacam as variáveis mais importantes para discriminação entre tipos vocais. 49
Tabela 4. Autovalores e variância acumulada dos principais fatores não rotacionados da análise de componentes principais (variáveis compostas) e a comparação desses fatores entre os sexos em queixadas e catetos. 50
Tabela 5. Contribuição dos parâmetros acústicos para a discriminação dos chamados entre machos e fêmeas. Os fatores que mais contribuíram por componente principal aparecem em negrito. 51
Tabela 6. Contextos comportamentais dos chamados de catetos e queixadas. ..... **Erro! Indicador não definido.**
Tabela 7. Contextos comportamentais dos chamados de catetos e queixadas. ..... **Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

FIGURAS ix
TABELAS x
INTRODUÇÃO 12
OBJETIVOS 14
REVISÃO DE LITERATURA 15
A comunicação 15
Bioacústica dos mamíferos terrestres 17
Os sons e suas propriedades 17
Bioacústica aplicada: a importância dos estudos de repertório acústico 23
Os pecaris 25
ESTUDO COMPARADO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE PECARIS: CATETO (*Pecari tajacu*) E QUEIXADA (*Tayassu pecari*) 35
Introdução 39
Material e métodos 41
Resultados 46
Discussão 55
Conclusões 60
REFERÊNCIAS 61

INTRODUÇÃO

Comunicação é o processo de transferência de informação que ocorre entre indivíduos por meio de um canal, no qual seu emissor produz sinais para serem captados e processados por um ou mais receptores. Este processo de transmissão de informação está entre os mais importantes na vida de um animal que vive em sociedade por possibilitar e facilitar a interação com seus parceiros, seus rivais, seus parentes e sua prole, garantindo assim suprir suas necessidades e a sobrevivência de seus descendentes.

Uma das formas de comunicação mais difundidas entre os animais é a acústica. Este veículo de comunicação está presente em vários táxons tais como nos insetos, aracnídeos, peixes, anfíbios, répteis e na maioria das espécies de aves e mamíferos. Por meio dos sons, os animais podem transmitir informações discretas como, por exemplo, os tipos de predadores e a localização de alimento. Os animais também os utilizam para influenciar o comportamento dos seus interlocutores, os afastando ou os mantendo próximos, além de também poderem transmitir pistas sobre seu estado emocional, *status* social, espécie, sexo, tamanho etc.

Quando se procura entender como determinada espécie utiliza o som para se comunicar, o primeiro passo é mapear, descrever e classificar os tipos de sons emitidos por ela. Para descrever estes sinais é necessário identificar e medir elementos lineares (frequência fundamental, frequência máxima, frequência mínima, harmônicos, etc.), elementos não lineares (ruídos, *sidebands*, bifonação, bifurcação, sub-harmônicos, etc.), as características temporais tais como duração e ritmo, os padrões internos de distribuição de energia (amplitude e formantes), suas características sintáticas (tipos e número de notas/sílabas) e os contextos comportamentais em que são emitidos.

Nosso objetivo foi descrever, classificar e comparar os sinais sonoros emitidos por duas espécies da família Tayassuidae, *Pecari tajacu* (cateto) e *Tayassu pecari* (queixada*).* Seus sinais acústicos podem trazer informações valiosas sobre sua biologia, porque estão associados a comportamentos como os de organização social, uso do habitat e de defesa contra predadores. Assim, a descrição comparada entre queixadas e catetos contribuirá para ampliar as informações sobre a função dos sinais acústicos

nestes animais, uma vez que os repertórios das duas espécies são conhecidos por descrições comportamentais, com pouco detalhamento de sua estrutura acústica (Bissonette, 1982; Sowls, 1997). Embora possuam morfologia e muitos comportamentos semelhantes, elas diferem quanto ao *status* de conservação, e novas informações comportamentais como as descritas neste estudo podem ajudar a explicar essas diferenças, como o declínio mais acelerado dos queixadas do que dos catetos nas florestas amazônicas.

OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo foi descrever e comparar o repertório acústico de duas espécies da família Tayassuidae, *Pecari tajacu* (cateto) e *Tayassu pecari* (queixada).

Objetivos específicos:

1. caracterizar acusticamente os sons emitidos por queixadas e catetos;
2. descrever os comportamentos associados às emissões vocais;
3. identificar se há diferença entre os sexos no repertório acústico de cada espécie;
4. comparar o repertório acústico das duas espécies e discutir sobre as características espectrais das vocalizações e sua relação como hábitat..

REVISÃO DE LITERATURA

A COMUNICAÇÃO

A comunicação pode ser definida como a transferência de informação por um emissor para um receptor, e o subsequente uso destas informações pelo receptor para decidir como responder (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Ela não é o sinal em si, nem a resposta, mas a relação entre sinais e respostas (Wilson, 1975). Esta transmissão de informação foi selecionada, muito provavelmente, porque traz benefícios para o emissor, ao aumentar a probabilidade na qual o receptor responda de uma determinada maneira e não de outra, por exemplo (Bradbury e Vehrencamp, 1998). O receptor também deve beneficiar-se em receber a informação. Assim, a coevolução entre receptor e emissor tomará diferentes caminhos dependendo do interesse de cada um. Se os interesses são diferentes é esperado que haja uma 'corrida armamentista' envolvendo tentativas do emissor de enganar seus receptores e adaptações que aumentem o poder do receptor em discriminar a honestidade nos sinais (Krebs e Dawkings 1984). Por outro lado, se ambas as partes tiverem o mesmo interesse, o valor adaptativo será em direção ao aumento da eficiência no fornecimento e percepção da informação (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

Por definição, a comunicação não pode ocorrer em isolamento, ela é um comportamento social (McGregor, 2005). Ela medeia as interações entre dois ou mais indivíduos, por isso não é exclusividade de animais que vivem em bando. Aquelas espécies que são solitárias, ou não-sociais, possuem sinais elaborados para estabelecer e manter os padrões espaciais de dispersão dos indivíduos, atrair parceiros sexuais e cuidar da prole (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Mas, qualquer que seja, o seu modo de vida é refletido em seu sistema de comunicação. O repertório acústico do mangusto amarelo *Cynictis penicillata*, por exemplo, uma espécie que apresenta sociabilidade facultativa, é composto por um número de chamados amigáveis maior do que nas espécies de mangusto solitárias, que também apresenta uma menor diversidade (Roux, Cherry e Manser, 2009). Assim, os mecanismos e funções dos sistemas de comunicação possuem relação com os comportamentos e interações sociais nas quais os animais se engajam (Hauber e Zuk, 2010).

Estas interações sociais entre os animais são variáveis no espaço e no tempo (Hauber e Zuk, 2010). Assim, portanto, também são variadas as naturezas dos sinais (acústico, visual, tátil, olfativo, elétrico, térmico) e das mensagens que eles carregam (sexo, identidade, humor, mudanças fisiológicas, acontecimentos no ambiente etc.). Levando em consideração apenas esta diversidade de tipos de sinais e de informações, as possibilidades de combinação entre os tipos de mensagens e a forma como ela pode ser transmitida são muitas. Entretanto, a finalidade, o custo, as limitações físicas agem durante a seleção dos sinais (Wiley, 2006), reduzindo estas possibilidades. Isto ocorre porque seis propriedades dos sinais influenciam na eficiência de comunicação: sua extensão, sua capacidade de localização, sua razão cíclica ou *duty cycle* (é a razão entre o tempo em que o sinal está ativo e o tempo em que ele está inativo), nível de identificação, nível de modulação e a relação forma-conteúdo (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Sinais de atração de parceiros, por exemplo, necessitam percorrer uma grande extensão, de facilidade de localização e de espécie-especificidade. Sinais visuais, olfativos e acústicos se adéquam a esta finalidade. Sinais de corte, por outro lado, possuem uma alta ligação entre conteúdo e forma. Os sinais olfativos são mais limitados no que diz respeito às mudanças rápidas durante conflitos, assim são sinais de ameaça incomuns (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

Para compreendermos os sistemas de comunicação de uma espécie é preciso estudar as relações entre os sinais e as respostas que eles eliciam, mas também a relação entre a forma dos sinais e seu conteúdo, sua função, as limitações físicas impostas pelo ambiente e pela morfologia do animal, os contextos sociais e os contextos ecológicos em que são emitidos. Hoje, os sinais acústicos são bem compreendidos nestes aspectos. A troca de sinais acústicos entre os animais envolve processo biológicos e psicológicos complexos e requer a coordenação e integração de numerosos subsistemas, incluindo o sistema nervoso central, sistemas autônomo, endócrino e órgãos periféricos (Brudzynski, 2010; Simmons, Popper e Fay, 2002). Apesar desta complexidade, a produção de sinais acústicos é uma das mais comuns entre os mamíferos. Há algumas razões para isso: sinais acústicos se propagam a consideráveis distâncias e sua percepção não depende de boa visibilidade, são produzidos com rapidez e interrompidos sem deixar rastro. Além disso, a quantidade de parâmetros acústicos que podem ser combinados para codificar uma mensagem é enorme (Brudzynski, 2010). Não há outro modalidadede comunicação que possa combinar todas estas características (Brudzynski, 2010).

BIOACÚSTICA DOS MAMÍFEROS TERRESTRES

Os sons e suas propriedades

Os sons são perturbações do meio que se propagam em ondas. Um som é gerado quando uma vibração produz concentração e rarefação de moléculas num meio elástico, perceptível através da variação local de pressão (Gelfand, 2010). Em um som simples, a variação de pressão ocorre de forma senoidal, no espaço e no tempo, e o padrão gráfico que ela apresenta é chamado de forma de onda. Esta onda pode ser caracterizada através da especificação de sua frequência, sua amplitude e sua fase (Bradbury e Vehrencamp, 1998). A frequência é o número de vezes que uma vibração se repete por unidade de tempo ou número de ciclos por segundo (CPS). Cada vibração individual é um ciclo. Por convenção, a unidade de ciclos por segundo é o *hertz* (Hz) (Gelfand, 2010). Sons gerados por vibrações que se repetem da mesma forma a uma taxa constante são denominados periódicos. Em contraste, quando um som é gerado a partir de vibrações que mudam ao longo tempo são denominados aperiódicos (Gelfand, 2010). A amplitude de um som é a magnitude do deslocamento da vibração e é medida em unidades de pressão, o decibel. A fase refere-se à relação de tempo entre dois sinais (Gelfand, 2010).

Embora este modelo de um tom puro seja esclarecedor sobre a caracterização dos sons, os sinais biológicos são complexos, por serem compostos pela soma de vários tons puros. O resultado é chamado de curva complexa ou som complexo e constitui uma série harmônica (Gelfand, 2010). O componente de frequência mais baixa da série é sua frequência fundamental (f0). Em um som periódico, as frequências que aparecem acima da fundamental possuem valores que são múltiplos inteiros da frequência fundamental e são chamadas de harmônicos (Gelfand, 2010). Quando outras frequências aparecem em um som e não são harmônicos, são chamadas de irregularidades ou fenômenos não lineares, dependendo da sua forma e seu valor recebem nomes específicos, por exemplo, sub-harmônico (Fitch, Neubauer e Herzel, 2002).

Qualquer sinal acústico, simples ou complexo, pode ser decifrado matemática ou graficamente de duas formas, no domínio do tempo e no domínio da frequência (Gelfand, 2010). No domínio do tempo, a amplitude é representada em função do tempo. No domínio da frequência, a amplitude do sinal é representada em função da frequência. Se a onda é complexa em sua composição de frequências e também varia

rapidamente no tempo, como nos sons biológicos, a tarefa de descrevê-la no domínio da frequência torna-se mais difícil (Koenig, Dunn e Lacy, 1946). No entanto, apesar das análises nos dois domínios serem matematicamente equivalentes, a análise de variação no domínio da frequência é necessária para a extração de informações biologicamente significativas porque os mecanismos de audição da maioria dos vertebrados funciona decodificando as frequências que compõem os sinais (Gerhardt, 1998). Por isso algumas técnicas para analisar a variação de frequência foram desenvolvidas: transformadas de Fourier, bancos de filtros, espectrogramas, predição linear (LPC) etc.

O espectrograma

As análises espectrográficas tem sido historicamente a técnica preferida na investigação bioacústica porque são úteis para decifrar os padrões espectro-temporais e a estrutura harmônica, também para avaliar a similaridade entre diferentes sons (Gerhardt, 1998). Esta técnica tornou-se disponível com a invenção do espectrógrafo analógico, um instrumento também conhecido como sonógrafo (Koenig, Dunn e Lacy, 1946).

Os espectrogramas são produzidos por um procedimento chamado de transformada rápida de Fourier (FFT) (Charif, Strickman e Waack, 2010). A transformação de Fourier é uma função matemática que converte a forma do sinal no domínio do tempo (que é a representação diretamente produzida pela maioria dos equipamentos de gravação) para uma representação no domínio da frequência, ou espectro. Ela divide o sinal em uma série de segmentos curtos chamados de *frames* e gera um espectro para cada um. Para montar um espectrograma, o espectro de sucessivos *frames* é plotado lado a lado com a frequência no eixo vertical e a amplitude de cada frequência representada por um valor de cor (escala de cinza) (Charif, Strickman e Waack, 2010).

Tratar os sinais como uma série de segmentos contíguos ou sobrepostos formando uma imagem do som é útil de várias formas. Primeiro, podemos examinar visualmente para discernir padrões e relações entre os sons através de nosso próprio julgamento. Segundo, a representação digital do som pode ser analisada através de ferramentas matemáticas para medir as características das notas ou sílabas, extrair os contornos de frequência, calcular uma representação padrão de um conjunto de espectrogramas, quantificar similaridades através de correlações, reconhecer e

classificar padrões sonoros usando uma variedade de análises de imagens e técnicas estatísticas (Gerhardt, 1998).

A produção, o *design* e as funções dos sinais acústicos

Nos primeiros estudos sobre a comunicação acústica animal os pesquisadores focaram em características como a ocorrência de sinais, a taxa de sinalização, a intensidade sonora dos sinais e a interação entre receptores e emissores (Taylor e Reby, 2010). A medida que o modelo de estudo denominado de teoria da fonte-filtro foi introduzido no estudo da comunicação acústica dos mamíferos, o uso de espectrogramas se tornou mais indispensável para entender os seus sinais (Taylor e Reby, 2010).

A teoria da fonte-filtro afirma que sinais vocais resultam de dois estágios de produção (Taylor e Reby, 2010). Nos mamíferos, as pregas vocais são utilizadas para produzir a vibração e a resultante onda glotal periódica. Neste processo, forças biomecânicas agem produzindo uma sequência de abertura e fechamento da glote (as pregas + espaço entre elas) e causa uma variação cíclica de pressão de ar na laringe (a fonte). A taxa de abertura e fechamento da glote determina características periódicas do sinal como a frequência fundamental (Bradbury e Vehrencamp, 1998; Taylor e Reby, 2010). O sinal glotal deixa a fonte e passa através do espaço laríngeo, hioide e paralaríngeo (o filtro) onde sofre modificações no seu espectro de frequências, através da amplificação e redução seletiva das bandas de frequência do sinal fonte (Fitch, 1997).

Uma comparação, apenas ilustrativa, entre sinais dos mamíferos e dos insetos nos mostra como aqueles produzidos pelos mamíferos são mais complexos. Os insetos geralmente produzem uma banda de frequência com pouca ou nenhum estrutura detalhada, as informações estão contidas principalmente nos componentes temporais. Enquanto nos mamíferos, as variações dos sinais sonoros ocorrem simultaneamente nas dimensões temporais e espectrais. Elas podem ser descritas através de elementos lineares como seus componentes de frequência fundamental, mínima, máxima, dominante (a de maior pico de energia), componentes temporais como duração e taxa de emissão, mas também através dos elementos aperiódicos (ou não lineares) como sub-harmônicos (harmônicos adicionais abaixo da F0) e bifonação, presentes nos chamados de cachorros selvagens africanos *Lycaon pictus* (Wilden *et al.*, 1998) e caos determinístico (sinais de banda larga sem harmônicos) presentes nos chamados de

cervos *Cervus elaphus* (Reby e McComb, 2003) etc. Em humanos, muitas destes fenômenos não-lineares têm sido associados a patologias da voz, como paralisias das pregas vocais. Em mamíferos não-humanos, no entanto, isto parece fazer parte de sua expressão vocal natural (Fitch, Neubauer e Herzel, 2002; Taylor e Reby, 2010) e estão associados a características anatômicas e atributos fisiológicos, como o grau de excitação (Briefer, 2012). Essas descobertas tem inspirado uma grande quantidade de pesquisas na análise quantitativa dos sinais, a fim de entendermos como as informações estão codificadas e também para a formulação de regras estruturais-motivacionais (e.g.: Morton, 1977).

O contexto: sinais como ferramenta de interação social

Produzir sinais não é uma finalidade em si. Quando os animais o fazem esperam que haja um efeito sobre seus interlocutores, por isso a análise estrutural, apesar de ser importe para comparar e entender os sistemas de comunicação das espécies, não é suficiente para explicar a produção de sons pelos animais. O contexto exerce um papel fundamental para que possamos compreender a importância de um sinal na sobrevivência de um indivíduo.

Em animais sociais, emissores e receptores possuem o mesmo interesse reprodutivo, a seleção favorece aqueles que emitem chamados acusticamente distintos em circunstâncias diferentes, permitindo aos receptores adquirirem mais informação (Seyfarth e Cheney, 2003). Podemos distinguir entre vários tipos de sinais baseados em seus contextos de ocorrência: sinais de resolução de conflitos, sinais territoriais, sinais sexuais (atração de parceiros e corte), sinais pais-filhotes, sinais de integração social e sinais ambientais (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

As relações dos membros de um grupo não estão restritas a parceiros sexuais ou a relação mãe-filhote. A integração social requer reconhecimento de indivíduos como parceiros, prole e membros do grupo e sinais honestos para sincronizar as suas atividades (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Sinais para manter relações harmoniosas entre os membros de um grupo podem ser caracterizados em um eixo dicotômico: duração dos benefícios de um sinal, e simetria de emissor e receptor. Sinais entre parceiros assimétricos com benefício imediato incluem sinais de submissão pelos submissos e sinais de reconciliação pelos dominantes (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

Quando dois animais competem por um mesmo recurso surgem os conflitos. Nestes contextos, a seleção natural parece ter favorecido sinais com propriedades acústicas que os tornam aversivos para os oponentes (Owren e Rendall, 2001). Eles buscam resolver o conflito ao menor custo e risco de injúria, por isso na tentativa de informar sobre as suas habilidades de luta tentarão blefar, exagerar e manipular os seus receptores (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Um parâmetro acústico associado a este fenômeno são os formantes (frequências ressonantes). Em algumas espécies o padrão de dispersão dos formantes é uma pista para o tamanho do corpo: os cervos *Cervus elaphus* alongam o pescoço permitindo uma modificação do trato vocal e os padrões dos formantes de suas vocalizações, isto é proposto como uma forma de transmitir seu tamanho de forma exagerada (Fitch e Reby, 2001).

Os sinais ambientais são essencialmente cooperativos e fornecem informação sobre identidade, estado e localização de objetos externos como fontes de alimento e predadores (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Os repertórios dos chamados de alarme são um bom exemplo disto, aquelas espécies que podem escolher entre diferentes estratégias contra seus predadores possuem mais chamados de alarme (e assim transmitem mais informação) do que as que utilizam uma única estratégia (Seyfarth e Cheney, 2003). Por exemplo, os chamados de alarme do suricato *Suricata suricatta,* transmitem informações sobre tipo de predador e urgência, ou seja, proximidade do predador. A urgência é codificada no grau de ruído presente na vocalização e nos parâmetros de tempo como duração, taxa e intervalo dos chamados, e seu padrão não muda para diferentes predadores, enquanto o tipo de predador está decodificado nos parâmetros espectrais como de informação menos obvia (Manser, 2001).

Os pais gastam muito tempo e energia com o cuidado parental que aumenta a probabilidade de sobrevivência de seus filhotes (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Este enorme gasto de energia e tempo reduz a sua habilidade de sobrevivência e futuro investimento parental, por isso é importante que estes comportamentos estejam direcionados aos seus verdadeiros filhotes. Assim, os mecanismos de reconhecimento entre pais e filhotes são favorecidos pela seleção natural (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Espécies coloniais como esquilos terrestres desenvolveram um sistema de assinatura individual (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Os pais aprendem a reconhecer seus filhotes como indivíduos através de suas complexas assinaturas vocais num rápido processo de *imprinting*. Cabras inicialmente reconhecem seus filhotes pelo cheiro, mas logo aprendem a reconhecê-los pelos sinais acústicos que emitem, facilitando o

reconhecimento à distância (Bradbury e Vehrencamp, 1998). As são as ovelhas domésticas *Ovis aries* possuem um sistema de assinatura vocal muito simples para reconhecimento entre filhotes e mães que utiliza apenas a frequência média e o timbre (distribuição espectral de energia). Esta simplicidade fornece pouca informação, mas a assinatura vocal faz parte de um sistema multimodal de transferência de informação que utiliza a combinação de sinais acústicos, olfativos e visuais (Searby e Jouventin, 2003). Em espécies que formam grandes grupos, o reconhecimento dos filhotes individualmente torna-se mais difícil e a assinatura passa a ser por família (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

Todos estes diferentes tipos de sinais e as suas variações compõem o repertório de sinais de uma espécie. O número depende do número de questões e conjunto de sinais considerados (diversidade funcional) e do número médio de condições alternativas e variantes de sinais disponíveis para cada questão (diversidade de variantes) (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

Evolução e composição do repertório acústico

Cada tipo de sinal tem associado a ele modificações morfológicas como a descendência da laringe (Fitch e Reby, 2001). As estruturas fisiológicas evoluem porque promovem vantagens ao animal, permitindo-lhes maior sucesso de sobrevivência e reprodução, e os comportamentos que são suportados por estas estruturas fisiológicas também são produto da evolução (Neuhoff, 2004). Como outros comportamentos, os sinais acústicos, surgem através da ritualização, o processo evolutivo no qual padrões comportamentais mudam para se tornarem mais efetivos como sinal (Wilson, 1975). Durante a ritualização um movimento pode ser alterado de maneira que torne sua função comunicativa mais eficiente, muitas vezes adquirindo suportes na forma de estruturas morfológicas adicionais (Wilson, 1975). Por exemplo, os músculos da laringe são altamente especializados para a proteção das vias aéreas, controle respiratório e vocalização. As duas primeiras funções possuem um papel dominante em moldar as características destes músculos durante a evolução, no entanto, os mamíferos tem feito uso destas estruturas para vocalizar. Posteriormente, tais estruturas evoluíram um compartimento especializado, a divisão vocal do músculo *Ta*, para melhorar esta função (Brudzynski, 2010). Através desse processo, que engloba mudanças morfológica, fisiológicas e comportamentais, as espécies vêm acumulando diferentes sinais para

enfrentar diferentes desafios, o que compõe seu repertório. Mas afinal, quantos sinais diferentes uma espécie precisa?

Segundo a hipótese da complexidade social, espécies que vivem em um sistema social complexo necessitam de um sistema de comunicação mais complexo, ou seja com maior repertório (Freeberg, Dunbar e Ord, 2012). Em primatas, a comparação entre as espécies, avaliando o tamanho do grupo, o grau de ligação social e o tamanho do repertório, ressalta a importância que os sistema vocal destes animais podem ter em facilitar, evolutivamente, o aumento do tamanho do grupo e nível de ligações sociais entre seus membros (McComb e Semple, 2005). Estudos com roedores (Pollard e Blumstein, 2012) e pássaros (Freeberg, 2006) também tem promovido alguns *insights* nas questões envolvidas nesta associação entre a comunicação e os sistemas sociais. No entanto, esta relação não é tão simples (Pollard e Blumstein, 2012). O sistema de comunicação dos animais é produto de um processo evolutivo intricado que não pode ser reduzido a um único fator como o tamanho do grupo, por exemplo (Ord e Garcia-Porta, 2012). A complexidade de cada sistema de comunicação nos animais parece crescer através de mudanças cumulativas ou aleatórias ao longo do tempo e não seguindo regras gerais entre os grupos taxonômicos. É certo que a origem da comunicação entre os animais está relacionada com suas relações sociais, entretanto, a subsequente influencia das relações sociais na trajetória evolutiva do repertório das espécies ainda não é clara (Ord e Garcia-Porta, 2012).

Bioacústica aplicada: a importância dos estudos de repertório acústico

O conhecimento sobre os sinais acústicos dos animais pode ser uma ferramenta útil para o censo e monitoramento em programas de conservação de espécies, para avaliar o impacto de atividades antropogênicas sobre a fauna, na avaliação do bem-estar e, também, tem importância na investigação de aspectos da biologia das espécies (McGregor, 2012).

O sistema de comunicação de uma espécie está relacionado ao seu sucesso reprodutivo e a sobrevivência individual, e também a persistência da população em um determinado local. Isto porque os sinais acústicos são utilizados na escolha de parceiros e na facilitação de outras interações como forrageamento e orientação, defesa contra predadores, seleção de hábitat, troca de informações e estabelecimento de decisões do grupo (Laiolo, 2010). Assim, interromper os sinais que facilitam estas atividades

podem, eventualmente, promover problemas populacionais ao reduzir a sobrevivência individual (Laiolo, 2010; Rabin e Greene, 2002) e desconectar uma metapopulação (Laiolo, 2010). Assim, monitorar os sinais de comunicação pode nos auxiliar a avaliar o impacto da degradação ambiental e poluição (sonora) sobre as espécies e os riscos de extinção de uma população.

Outra maneira de utilizar os sinais acústicos para avaliar uma população é através das assinaturas vocais. Esta é uma característica que pode ser usada para rastrear indivíduos e monitorar o padrão de dispersão e dinâmica das populações. Se as diferenças individuais são resultados de diferenças genéticas, essas características podem ser usadas para avaliar de forma não invasiva a diversidade genética populacional em espécies de mamíferos ameaçadas (McCowan *et al.*, 2002).

Os pesquisadores tem se esforçado em desenvolver e melhorar equipamentos e softwares para a detecção e classificação automática dos sons dos animais (Chesmore, 2004; Oba, 2004). Adicionalmente, informações sobre os parâmetros acústicos dos sinais dos animais em situações adversas, como doenças e estresse, bem como o detalhamento do repertório, e suas variações, são valiosas para que possamos "ensinar" estas máquinas a lerem e classificarem os sons captados para uso em cativeiro (e. g.: Moura *et al.*, 2008; Pereira, Nääs e Garcia, 2014). Tais informações tem vindo de estudos como os de McCowan e Rommeck (2006) e Ferrari *et al.* (2009), por exemplo. O primeiro estudo avaliou a agressão em grupos de macacos *rhesus* cativos e descobriu que certos padrões de vocalização são indicativo de tipos ou níveis de agressão entre os indivíduos (McCowan e Rommeck, 2006). O segundo estudo demonstrou que em porcos domésticos, a frequência dominante e a duração da tosse de indivíduos doentes difere significativamente da tosse de animais saudáveis (Ferrari *et al.*, 2009). Estes e outros exemplos mostram como podemos utilizar o conhecimento gerado em estudos de bioacústica para prover informações úteis para o monitoramento do bem-estar dos animais, tanto em vida livre quanto em cativeiro.

Uma última aplicação dos conhecimentos da bioacústica é a sua utilização na construção das relações filogenéticas entre as espécies. Cap *et al.* (2008), por exemplo, ilustram a eficiência de caracteres comportamentais como um possível marcador filogenético em *Cervus*.

OS PECARIS

Taxonomia e relações filogenéticas

Pecari é o nome popular dado aos animais que formalmente compõem a família Tayassuidae (Sowls, 1997). Esta família é composta por alguns táxons extintos, como *Mylohyus nasutus* e *Platygonus compressus* (Prothero e Schoch, 2002), e por três espécies viventes: *Catagonus wagneri, Tayassu pecari e o Pecari tajacu*. O *Catagonus wagneri* é conhecido popularmente como taguá e a espécie está restrita a região do Gran Chaco entre Argentina, Paraguai e Bolívia (Mayer e Wetzel, 1986), não ocorrendo, portanto no Brasil. Dentre as três espécies, é a menos conhecida e dada como extinta por muitos anos até ter sido redescoberta na década de 1970 (Wetzel, Martin e Myers, 1975). Outra espécie da família é o *Tayassu pecari*, popularmente denominado como queixada. A última é o *Pecari tajacu*, conhecido popularmente como cateto. Devido à ampla distribuição das espécies, são reconhecidas por diversos outros nomes populares (Sowls, 1997), mas aqui vamos nos referir a elas pelos nomes apresentados acima. Trataremos apenas das duas espécies que tem ocorrência no Brasil e foram alvos do nosso estudo.

A família Tayassuidae está filogeneticamente relacionada à Suidae, que inclui os porcos, javalis e outros. Juntas, as duas famílias compõem a infraordem Suina (Montgelard, Ducrocq e Douzery, 1998). Superficialmente, os membros das duas famílias são semelhantes: ambas possuem disco nasal e características gerais do corpo e da cabeça semelhantes (Sowls, 1997). Suas histórias evolutivas, no entanto, ocorreram em paralelo, a dos pecaris no Novo Mundo e a dos suídeos no Velho Mundo. A divergência entre as duas é datada do Oligoceno (há 40 milhões de anos) (Sowls, 1997). Dentro da família Tayassuidae, entretanto, a história de divergência das espécies ainda é controversa. Ignorando incoerências originadas pelos dados morfológicos, dados moleculares mais recentes evidenciam uma forte relação entre o taguá e o queixada, apontando características mais primitivas nos catetos e suportam uma classificação de queixadas e catetos em diferentes gêneros (Gongora e Moran, 2005; Theimer e Keim, 1998). Apesar destas evidências, não é possível descartar a necessidade de uma revisão da taxonomia e filogenia da família, utilizando-se tanto dados moleculares quanto morfológicos é necessária.

O cateto

O cateto é uma espécie de médio porte que mede (comprimento total) de 0,93 m a 1,036 m, e peso entre 18,6 kg e 25,2 kg em vida livre e pode chegar a 43,6 kg em cativeiro (Sowls, 1997). Possui pelos cinza ou preto com uma anelação branca em volta do pescoço e ombros. Possui pernas finas e pés pequenos em relação ao seu corpo. Uma característica incomum, presente em todos os membros da família Tayassuidae, é uma glândula de cheiro dorsal, que o cateto utiliza na marcação territorial, na comunicação e manutenção da coesão do bando (Sowls, 1997). Os animais adultos tem 38 dentes com fórmula dental I 2/3, C 1/1, PM 3/3 e M 3/3 (Sowls, 1997). Os grandes caninos dos adultos são uma das características mais notáveis nas três espécies da família, principalmente em se tratando de animais não carnívoros (Sowls, 1997). Eles atuam na prevenção do deslocamento de suas mandíbulas quando mastigam sementes duras porque impedem o movimento transverso e limitam o movimento de mastigação. Os caninos possuem, também, função defensiva contra predadores (Kiltie, 1981) e na comunicação: durante uma disputa um indivíduo bate os caninos superiores contra os inferiores e produz um som de ameaça (Sowls, 1997; Bissonete, 1982). Até o momento, não há informações sobre histologia, anatomia e fisiologia dos órgãos envolvidos na comunicação acústica destes animais, como ouvidos, trato vocal e vias respiratórias, exceto alguns estudos sobre a histologia dos lábios (e.g.: Teófilo, Silva e Fontenele-Neto, 2007), mas estes não contribuem muito para a compreensão da produção de sons pelos catetos.

Representante mais abundante e de maior distribuição entre os pecaris, o cateto ocorre no sul dos Estados Unidos e sua área de distribuição estende-se até a Argentina (Sowls, 1997). É encontrado em grande parte do México e da América Central. Na America do Sul, está presente na Colômbia, no Equador, no Peru, na Venezuela, nas Guianas, no Suriname, no Brasil, no Paraguai, na Bolívia e no norte da Argentina. Além disso, tem ocorrência natural em ilhas caribenhas próximas à costa, como Cozumel e Trinidad e Tobago, e foi introduzida na ilha de Cuba (Bodmer e Sowls, 1993; Sowls, 1997). Ao longo de toda esta extensão territorial, ele habita uma grande diversidade de paisagens como desertos, florestas áridas, florestas de carvalho e florestas tropicais úmidas (Bodmer e Sowls, 1993) e apresenta adaptações para suportar as variações que existem entre elas (Sowls, 1997). Estas adaptações possibilitam à sobrevivência da espécie mesmo diante de mudanças abruptas no ambiente, entretanto a presença do homem e as degradações muito intensas tem promovido a extinção da espécie em

alguns locais (Sowls, 1997). Na Mata Atlântica, por exemplo, os catetos são classificados, pelos critérios da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), como espécie Quase Ameaçada, devido à redução populacional causada pela pressão de caça, perda de qualidade e fragmentação de hábitat (Desbiez *et al.*, 2012). A espécie é classificada globalmente como *menos preocupante*, apesar de seu *status* na Mata Atlântica denunciar sua suscetibilidade à extinção (Gongora *et al.*, 2011). Características e adaptações fisiológicas de termorregulação, como a mudança para pelos mais claros e menos densos que ocorre nas populações do Arizona, nos Estados Unidos da América (EUA), durante o verão, não são suficientes para garantir sua sobrevivência (Sowls, 1997). Esses animais apresentam também adaptabilidade de comportamento às diferenças climáticas encontradas em sua área de abrangência (Sowls, 1997). Há relatos de que os catetos utilizam variações microclimáticas para garantir seu conforto térmico e bem-estar, pois buscam os locais mais quentes no inverno e os mais frios no verão, dormem amontoados para evitar grande perda de calor, tomam banho de sol para se aquecerem e pelo menos em regiões dos EUA, mudam os padrões de movimentação diária de acordo com mudanças climáticas locais (Sowls, 1997). Outra característica que possibilita sua sobrevivência em uma diversidade de ambientes é a grande variedade alimentar consumida. Os catetos são herbívoros e frugívoros na maior parte sua área e aparentemente oportunistas ao consumir matéria animal quando está facilmente disponível (Sowls, 1997). Fazem parte de sua dieta mais de 150 espécies de plantas, incluindo frutas, tubérculos, rizomas e bulbos, gramas, cactos e sementes (Beck, 2005). A proporção dos itens consumidos varia de acordo com o hábitat avaliado: em florestas tropicais ele é mais frugívoro e em desertos do Arizona consome mais pastos e raízes (Sowls, 1997).

Como consumidores primários, os catetos exercem um importante papel de engenheiros do ecossistema porque atuam como dispersores e predadores de sementes além de promoverem o recrutamento de novas plântulas ao revolverem o solo em busca de alimento (Beck, 2005). Mas suas relações vão além, também são alvo de predação por outras espécies. São parasitados por diversas espécies de carrapatos, ácaros (Arachnoidea) e piolhos (Insecta) e de endoparasitas como alguns vermes (Nematoda) (Sowls, 1997). No entanto, estes organismos aparentemente não causam prejuízos para as populações (Sowls, 1997). Entretanto, diversos predadores impactam as populações de catetos: o puma (*Felis concolor)* e a onça (*Panthera onca*) são os grandes inimigos dos catetos, não obstante, os adultos defendem- se bem contra seus ataques (Sowls,

1997). Outros carnívoros de menor porte também são bem sucedidos, principalmente no ataque aos filhotes: o coiote (*Canis latrans*), o lince (*Felis rufus*), a jaguatirica (*Felis pardalis*) e o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) (Sowls, 1997). A ação destes predadores é uma das forças de pressão seletiva que é atribuída à formação de grupos como um fator adaptativo (Bissonette, 1982).

O bando e as interações sociais dos catetos

Os catetos são sociais, tanto em cativeiro quanto em vida livre (Sowls, 1974). Eles vivem em bandos estáveis por toda a sua vida (Sowls, 1974). Mudanças no tamanho destes bandos são causadas principalmente por nascimentos e mortes (Sowls, 1974). Flutuações temporárias no número de indivíduos, no entanto, ocorrem quando um membro do grupo se perde ao vagar dispersamente, e afasta-se devido às agressões ou à fissão do bando durante um alarme (Schweinsburg, 1971), porém, não há abandono da área de vida do bando e logo reúnem-se novamente, horas ou dias depois (Schweinsburg, 1971). Ocasionalmente, ocorre migração ou agregação definitiva de novos indivíduos em um bando, é quando um animal abandona a área de vida de seu bando original e passa a ser parte de outro (Schweinsburg, 1971).

O bando é a unidade social do cateto e ele pode ser composto por 3 ou até 15 animais de todas as faixas etárias e de ambos os sexos (Sowls, 1997; Fragoso, 1994). Porém, quando uma fonte de alimentação se torna abundante, mais de 50 indivíduos, pertencentes a dois ou três bandos, podem ser vistos alimentando-se juntos (Fragoso, 1998). Possuem uma área de vida que varia de 24 a 800 ha, dividida em uma área central ocupada e defendida por um único grupo social e uma área periférica compartilhada com grupos vizinhos coespecíficos (Schweinsburg, 1971).

Entre os membros de um bando de catetos não há divisões comportamentais particulares (Sowls, 1997). A maioria dos comportamentos entre eles é amigável ou neutra (Byers e Bekoff, 1981). Além disso, mostram cooperação e aparente altruísmo (Sowls, 1974). Todos os membros, por exemplo, são tolerantes aos filhotes e não respondem agressivamente a eles, apesar de nos primeiros dias a mãe ameaçar qualquer indivíduo que se aproxime do filhote e este a segue por toda parte (Sowls, 1974). Apesar destas ameaças na busca de proteção ao filhote, o encontro entre dois indivíduos pode ser seguido do toque do disco nasal em variadas partes do corpo como uma forma de cumprimento. A glândula de cheiro é uma parte comumente tocada (Schweinsburg,

1971). Descansar o focinho inteiro sobre a cabeça ou pescoço do outro animal é caracterizado como aconchego (*nuzzling*). Amontoar-se e aproximar-se são outras formas de contato social (Sowls, 1997).

A vida em grupo traz vantagens como segurança contra predadores e exploração mais eficiente através de aprendizado, entretanto, ela pode aumentar a competição entre os membros do bando e a utilização dos recursos num bando pode não ser igual para todos em todas as circunstancias. Entre os catetos observam-se expressões de dominância passiva, quando um animal responde ao outro sem mostrar força, mas também de dominância agressiva, quando a força ou a ameaça são usadas para mover outro animal ou bloquear o acesso à comida (Sowls, 1997). A subordinação é demonstrada quando um indivíduo recua ao ser ameaçado a fim de evitar o conflito (Sowls, 1974). Nem sempre, porém, há esta relação de subordinação-dominância. O *squabble* descrito por Schweisberg e Sowsl (1972) é uma ação agressiva muito frequente entre os membros do bando (Byers e Bekoff, 1981a). Trata-se de uma ação agressiva rápida (menos de 10 s) entre dois indivíduos, que encaram um ao outro e executam mordidas na direção do focinho do outro. É acompanhado por batidas de dentes e rosnados que podem ser escutados a meia milha de distância (Schweinsburg e Sowls, 1972).

Conflitos como o *squabble*, e outras ações agonísticas, são usados para medir a organização entre os indivíduos de um grupo. Nos catetos, entretanto, estas relações não resultam em uma estrutura hierárquica característica à espécie (Nogueira *et al.*, 2007; Nogueira-Filho, Sato e Nogueira, 1999). Sua organização social é flexível (Nogueira *et al.*, 2007). Diferentes estudos têm encontrado diferentes resultados. Em vida livre, apresentaram uma hierarquia de dominância linear, com um macho dominante (Bissonette, 1982), mas também ausência completa de uma estrutura hierárquica (Byers e Bekoff, 1981). Em condições de cativeiro os resultados são mais consonantes, exceto por Sowls (1974), que argumenta que uma hierarquia bem definida também pode ser observada em animais de cativeiro. Nogueira-filho *et al*. (1999) encontraram uma relação de dominância circular a partir dos comportamentos agonísticos nos catetos. Dubost (2001), por sua vez, encontrou uma ausência de linearidade hierárquica no grupo como um todo, apesar de perceber relações lineares de dominância entre machos e também entre fêmeas. Por fim, Nogueira *et al.* (2007) observaram mudanças de estrutura em grupos de animais cativos. As mudanças ocorrem de uma estrutura

despótica para uma estrutura mais igualitária na qual apenas observa-se relações de dominância entre díades, ,mas nenhuma linearidade foi encontrada.

Os fatores que influenciam na estruturação dos grupos dos catetos são desconhecidos. Em suas observações Sowls (1974) percebeu que, dentre os 14 bandos que ele estudou, em dois deles houve dominância de fêmeas sobre os machos, nos outros, machos dominaram sobre as fêmeas, e em um deles filhotes dominaram sobre adultos. A partir dessas observações, ele questiona a importância do tamanho como influencia no ranque social desta espécie (Sowls, 1974). Recentemente, Biondo *et al.* (2014) investigaram a importância do parentesco na formação da estrutura social dos grupos destes animais. Os autores encontraram que o grau de parentesco relaciona- se com os padrões espaciais entre os indivíduos, mas não com as taxas de comportamentos agonísticos e afiliativos entre os indivíduos. E também questiona quais fatores teriam importância para a estrutura social destes animais. Biondo *et al.* (2014) assim como nos outros estudos sobre estrutura social dos catetos não levaram em consideração o sistema de comunicação acústica da espécie. Tal consideração seria pertinente, uma vez que os sinais de comunicação intermediam as relações entre os indivíduos e poderiam auxiliar na compreensão de como os indivíduos de catetos relacionam-se entre si e o peso da comunicação na sociabilidade da espécie. Poucos estudos, no entanto, foram feitos sobre os sistema de comunicação acústico desta espécie.

Repertório acústico dos catetos

Byers e Bekoff (1981a) relatam que entre os catetos 0,3% de suas ações envolve vocalização em contexto social, mas possivelmente vocalizam mais que isto uma vez que a maioria das expressões acústicas dos catetos só pode ser ouvida quando estamos muito próximos a eles. Uma exceção é a vocalização do filhote, que pode ser ouvida a um quarto de milha de distância (Neal, 1959).

Alguns autores referem-se aos sons emitidos em contextos específicos. Schweinsburg e Sowls (1972) e Schweinsburg (1969) referencem-se a batidas de dentes (*tooth chattering*) e rosnados (*growls*) associados a disputas (*squabble*). Schweinsburg (1969) descreve também o *woof* em contextos agonísticos e também o choramingo (*low purring*) e o berro (*squealling growl*) emitidos por filhotes durante os primeiros dias de vida e em sua interação com sua mãe. Outro chamado mencionado na literatura é ronco baixo (*low grunt*), emitido pelo membros de um bando quando se alimentam em uma

mesma área para manter contato (Neal, 1959). Byers e Bekoff (1981) referem- se a quatro tipos de som: o latido, o *distress call*, o ronco baixo e a batida de dentes.

Estudos sistemáticos sobre os chamados dos catetos foram feitos por Sowls (1997) e Bissonette (Bissonette, 1982). Ambos descreveram o repertório a partir de um método observacional, mas nenhum dos dois gravou e mediu estes sons. Ao observar uma população cativa, Sowls (1997) descreveu oito chamados e os classificou em duas categorias gerais: 'chamados de coesão' e 'chamados agressivos e de alarme'. O primeiro grupo consiste de vocalizações emitidas quando um indivíduo está afastado do bando ou o filhote se afasta de sua mãe: ronronar, choramingo, grunhido baixo e latido. O segundo é composto por ronco contínuo ou rosnado, batida de dentes, berro e *woof* (Sowls, 1997). Bissonette (1982), por sua vez, observou uma população de animais livres, descreveu 15 tipos de chamados e os classificou em três categorias: alarme (latido, grunhido repetitivo, grunhido contínuo com tom alternado, rosnado alimentar, batida de dentes, estalo de dentes, estalo *huff*, estalo *whoof*, rosnado), submissão (*Yip-yip*, *yip-ow* repetitivo, *yelp*) e agressão (grunhido de alarme, *huff* repetitivo, *whoof*).

O queixada

Animal de médio porte, o queixada mede cerca de 0,905 m a 1,390 m de comprimento total e pesa de 25 kg a 40 kg (Mayer e Wetzel, 1987). Sua cor varia de marrom a preto, mas os pelos do queixo são brancos, o que lhe confere o nome (Sowls, 1997). Possui pernas longas e finas, com quatro dígitos nas dianteiras e três nas traseiras (Mayer e Wetzel, 1987). O adulto possui 38 dentes com fórmula dental I 2/3, C 1/1, PM 3/3 e M 3/3 (Sowls, 1997). Não apresentam dimorfismo sexual (Mayer e Wetzel, 1987).

Os queixadas possuem uma distribuição menos abrangente do que os catetos. Seu alcance máximo ao norte é a Guatemala e se estende ao sul pelos países da América Central e florestas tropicais da América do Sul até o norte da Argentina (Sowls, 1997). Ao longo deste território, a espécie distribui-se de forma irregular. Preferem florestas tropicais úmidas e densas, mas demonstramaptidão ao uso de diferentes paisagens tal como as savanas da Venezuela e da região do Gran Chaco Paraguaio (March, 1993). Entretanto, diferente do cateto, não se adaptam prontamente às mudanças ambientais, por isso seu estado de conservação é mais vulnerável. Antes da conquista dos espanhóis, esses animais atingiam as densas florestas do norte do México, mas sua abrangência

setentrionaldiminuiu (Sowls, 1997). Era comum em algumas ilhas como Barro Colorado, no Panamá, onde está localmente extinto. Assim como extinguiu- se em El Salvador e também em Cuba, onde fora introduzido na década de 1930 (Sowls, 1997). Globalmente a espécie é classificada, pelos critérios da IUCN, como espécie Quase Ameaçada (Keuroghlian *et al.*, 2013). No Brasil, no entanto, é categorizada como 'vulnerável', mas o grau de ameaça varia de acordo com cada bioma. Apenas na Amazônia é classificado como 'menos preocupante'. Na Mata Atlântica está 'criticamente em perigo', no Pantanal está 'quase ameaçada', na Caatinga é 'vulnerável' e no cerrado está 'em perigo' (Keuroghlian *et al.*, 2012). Sua possível extinção irá afetar a distribuição espaço-temporal de animais e plantas, a composição e a diversidade dos ecossistemas devido às suas interações com a flora e ao importante papel que eles exercem nestas comunidades (Beck, 2005).

Queixadas são diurnos, com período de maior atividade no começo da manhã e no fim da tarde (Mayer e Wetzel, 1987). Esses animais alimentam-se de frutos, sementes, raízes, insetos e minhocas (Desbiez *et al.*, 2009; Kiltie e Terborgh, 1983). Agindo como oportunistas, alimentam-se de uma grande variedade de espécies de plantas, alcançando a marca de 144 espécies, pertencentes a 36 famílias (Beck, 2006). Isso lhes confere um importante papel como 'engenheiros do ecossistema' porque agem como importantes predadores e dispersores de sementes (Beck, 2005). Por outro lado, são alvo de predação dos grandes felinos como a onça pintada (*Panthera onca*) e a onça parda (*Puma concolor*) (Carrillo, Saenz e Fuller, 2002). No entanto, o predador de maior impacto é o homem. A grande coesão social é o principal fator responsável pela vulnerabilidade dos queixadas durante um evento de caça, porque diante do caçador os indivíduos agrupam-se em postura de ataque, ocasionando uma oportunidade ao caçador de atirar e capturar várias dezenas de animais ou até mesmo de todo o grupo (Fragoso 1994, Peres 1996).

Interações sociais dos queixadas

O tamanho dos grupos dos queixadas é incomum, pois é a única espécie de ungulado de florestas que vive em grandes bandos estáveis, cujo número de indivíduos pode chegar a centenas de animais (Fragoso, 1998; Kiltie e Terborgh, 1983; Sowls, 1997). O valor adaptativo destes grandes grupos, nesta espécie, é discutido como sendo o aumento da eficiência de forrageio e das estratégias de defesa contra predadores

(Kiltie e Terborgh, 1983). Entretanto, numa área de vida que pode atingir de 1.800 ha a 9.800 ha (Keuroghlian, Eaton e Longland, 2004; Reyna-Hurtado *et al.*, 2009), um bando pode apresentar o comportamento de fissão-fusão, ou seja, subdividir-se em subgrupos entre os quais há troca livre de indivíduos (Fragoso, 1998; Keuroghlian, Eaton e Longland, 2004). Pesquisadores acreditam que a formação de bandos grandes e a coesão entre os indivíduos foi possível pelo desenvolvimento de estratégias de comunicação acústica e olfativa (Bissonette, 1982; March, 1993).

Os bandos de queixadas são compostos por animais de ambos os sexos e várias gerações (Sowls, 1997). Dentro do grupo não há diferenciação comportamental muito clara, exceto a de cuidado materno. Em cativeiro, todos os animais fazem parte de uma mesma hierarquia de dominância linear (Dubost, 2001; Nogueira-Filho, Sato e Nogueira, 1999). Nesta organização, um indivíduo domina todos os outros, um segundo indivíduo é dominado apenas pelo primeiro e assim sucessivamente, até o último indivíduo que não domina nenhum outro (Dubost, 2001). Não sabemos se esta organização é válida em vida livre. Contudo, sabemos que este padrão de organização emerge das interações agonísticas e amigáveis entre os indivíduos do bando (Nogueira-Filho, Sato e Nogueira, 1999).

Queixadas possuem comportamentos e interações sociais muito semelhantes aos catetos (March, 1993), como por exemplo, a postura de submissão (Hernandez, Barreto e Ojasti, 1995). Diante de um animal dominante, um subordinado mantém a região posterior do corpo ereta enquanto a cabeça e o tórax são abaixados com as pernas dianteiras ajoelhadas ou esticadas (Hernandez, Barreto e Ojasti, 1995). Este ato comportamental evita conflitos e possibilita ao animal subordinado alimentar-se ao lado de um dominante (Hernandez, Barreto e Ojasti, 1995). Quando os conflitos não são evitados por esta postura, eles podem ser perceptíveis através das interações agonísticas. Entre as interações agonísticas mais frequentes estão as disputas face a face durante a alimentação e a perseguição (Sowls, 1997). Outros padrões são considerados por Nogueira-Filho *et al.* (1999), baseados em estudos dos catetos, como o abaixar a cabeça, a altercação, eriçar pelos, colocar a cabeça sobre outro, encarar, afastar-se do comedouro, colocar-se embaixo, reclinar e retesar, além de incluir algumas emissões de som como estalar os dentes, rosnar e bufar. Entre adultos e filhotes não há interações agressivas (Hernandez, Barreto e Ojasti, 1995).

Observa-se que entre os queixadas, há maior frequência de comportamentos amigáveis do que nos catetos (Sowls, 1997). A constante investigação olfativa de outros

indivíduos, o contato próximo enquanto descansam e a esfregação mútua ou unilateral também estão presentes (Sowls, 1997). Comer juntos e investigar o chão juntos são outras interações amigáveis (Nogueira-Filho, Sato e Nogueira, 1999). Outro tipo de interação social entre os membros do grupo são as brincadeiras sociais, que diferentemente dos catetos ocorrem inclusive entre indivíduos adultos (Nogueira *et al.*, 2011). Em um grupo de cativeiro, foram descritos 10 padrões: correr, perseguição em círculo, *leap*, cambalhota, círculo vicioso, bater com a cabeça, carregar objetos naturais, objetos artificiais, *play squabble* e brincadeira sexual. De todos, apenas l*eap* e circulo vicioso não ocorrem entre os adultos (Nogueira *et al.*, 2011).

Repertório acústico dos queixadas

Os queixadas são descritos como animais bastante ruidosos, emitindo batidas de dentes, por exemplo, que podem ser audíveis a mais de 50 m (Hernandez, Barreto e Ojasti, 1995). O tipo de som emitido é claramente influenciado pela distância entre os membros do grupo durante o forrageio (Sowls, 1997). Além das batidas de dentes, Hernandez *et al.* (1995) citam quatro tipos de chamados: o latido, similar ao de um cachorro; o *shriek*, uma vocalização aguda (*high pitched)* feita pelos filhotes quando separados de seu bando; o ronco baixo emitido durante a alimentação; e o ronco alto usado em confrontos com membros de um mesmo bando. Sowls (1997), por sua vez, identificou oito emissões sonoras no repertório acústico desta espécie em um bando mantido em cativeiro. Este autor as classificou em duas categorias: as vocalizações de coesão como o ronco baixo, a batida de dentes, o latido alto e o choramingo; e as vocalizações agressivas como o rosnado, a batida de dentes, os *snorts* e *wheezes*.

ESTUDO COMPARADO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE PECARIS: CATETO (*Pecari tajacu*) E QUEIXADA (*Tayassu pecari*)

RESUMO

Catetos e queixadas são ungulados neotropicais da família Tayassuidae que vivem em bandos e contam com sinais acústicos como importante canal de comunicação. No entanto, pouco sabemos sobre a estrutura acústica e as funções destes sinais. Desta forma, nosso objetivo foi descrever e comparar acusticamente o repertório de ambas as espécies para melhor compreender a história natural destas espécies. Para isso, gravamos os chamados, e registramos os comportamentos associados a eles, em um bando de cada espécie. Encontramos oito tipos de chamados para cada espécie, através de inspeção auditiva e visual dos espectrogramas. Os tipos de chamados vocais foram, então, testados através de uma Análise Funcional Discriminante. Adicionalmente, testamos se machos e fêmeas diferem em seus parâmetros acústicos nas vocalizações mais emitidas. Um dos chamados testado não se manteve como uma categoria individual, resultando em um repertório de sete chamados para cada uma das espécies. Em geral, as emissões acústicas dos catetos apresentaram uma frequência dominante mais baixa. Como característica acústica, as duas espécies apresentaram chamados com estrutura ruidosa, na qual pouco se distingue a presença de harmônicos. As vocalizações também se assemelham nos contextos associados às emissões acústicas: conflitos, deslocamento e exploração do ambiente, contato adulto-filhote e alarme. A mudança na composição do grupo de queixadas não alterou o padrão da taxa de emissão dos chamados, eles emitiram mais chamados de contato do que outras categorias comportamentais. A taxa de emissão dos chamados dos catetos mudou de um período para o outro, os chamados de isolamento e contato foram os mais emitidos no primeiro período, no segundo período os chamados de ameaça foram mais emitidos. Queixadas organizam- se numa hierarquia linear, enquanto os catetos possuem um sistema de organização variável, isto pôde ser observado no comportamento de comunicação de ambas as espécies e indica o importante papel no qual as relações sociais possuem sobre o comportamento de comunicação das espécies ou vice versa.

Palavras-chave: Repertório acústico, Queixadas, Catetos, Comunicação

COMPARATIVE STUDY OF ACOUSTIC REPERTOIRE OF PECCARIES:

Collared peccary (*Pecari tajacu*) e White-lipped peccary (*Tayassu pecari*)

ABSTRACT

Communication is the process of transferring information between two or more individuals through signs. The use and the structure of these signals have been adapted along the evolutionary history of the species, thus to evaluate them can provide an important information about the functions of each vocal signal. Collared peccary and white-lipped peccary are neotropical ungulates taxonomically close, which live in groups and have the sounds as an important communication channel. To date, however, we barely know about the acoustic structure and functions of its signals. Our aim was to describe and compare the acoustic repertoire of both species to better understand its communication evolutionary history. We recorded the calls, and the behaviors associated, in a group of each species, at different times and compositions. The calls were grouped in eight sounds type for each species by audio and visual inspection of spectrograms. We evaluated the recorded calls by using a Discriminant Function Analysis. Additionally, we analyzed whether males and females differ in their acoustic parameters in the most emitted vocalizations. In each species one of the calls tested does not remain as a separate vocal type, resulting in a repertoire of seven calls for each species. In general, acoustic emissions of the collared peccary had a lower dominant frequency. As acoustic feature, the two species have calls with noisy structure, which little distinction between the presences of harmonics is possible. They are also similar in contexts associated with the acoustic emissions: conflict, displacement and exploitation of the environment, adult-young contact and alarm. The change in the herd's composition did not change the pattern of the emission rate of the calls in white-lipped peccary; they emit more contact calls than other calls type. The emission rate of the calls of the collared peccary changed from one period to another, the isolation calls and contact calls were the most emitted in the first period, and in the second period the threat calls were more often. White-lipped peccaries are organized in a linear hierarchy, while the collared peccary have a variable system of organization; this is reflected in

their communication behavior and indicates the important role that social relationships have on the communication of the species.

Keywords: Acoustic repertoire, White-lipped peccary, Collared peccary, Communication

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre os sinais de comunicação acústica podem trazer uma série de benefícios para analisar as relações sociais entre animais que vivem em sociedade, bem como sua relação com o ambiente, e assim possibilitar a compreensão de estratégias adaptativas para sua sobrevivência na natureza (Bradbury e Vehrencamp, 1998). O uso e a estrutura destes sinais acústicos foram adaptados ao longo da história evolutiva das espécies e de acordo com a plasticidade de cada espécie. Assim, o repertório de uma dada espécie é o resultado de pressões seletivas inerentes ao ambiente em que vivem (Wiley e Richards, 1978; Charlton, Reby e Mccomb, 2007), sua morfologia (Reby e McComb, 2003), e do aprendizado e estrutura social (Briefer e McElligott, 2012; Freeberg, Dunbar e Ord, 2012).

Os Tayassuidae brasileiros, o queixada (*Tayassu pecari*) e o cateto (*Pecari tajacu*) são espécies que vivem em sociedade, cuja comunicação acústica está presente em suas relações sociais (Sowls, 1997). O repertório de ambas as espécies, no entanto, ainda é pouco conhecido no que diz respeito à função e estrutura acústica de seus chamados (Bissonette, 1982; Sowls, 1997). Os queixadas apresentam grande coesão entre os indivíduos, com bandos com mais de 100 indivíduos (Fragoso, 1998), organizados em uma hierarquia linear de dominância (Dubost, 2001; Nogueira-Filho, Sato e Nogueira, 1999). Observa-se ainda que há maior frequência de comportamentos amigáveis entre os queixadas, do que nos catetos (Sowls, 1997, Nogueira et al. 2011). Com relação ao uso do ambiente, estes animais vivem predominantemente em florestas densas e podem percorrer até 10km por dia em atividade de forrageio (Fragoso, 1998). Os catetos, por sua vez, habitam uma maior diversidade de paisagens, que abrange desde florestas densas até áreas mais desérticas (Sowls, 1997). Ao contrário dos queixadas, os catetos formam grupos menores com até quinze indivíduos e menor coesão (Kiltie e Terborgh, 1983; Sowls, 1997), além de não se organizarem em qualquer sistema hierárquico (Nogueira-Filho, Sato e Nogueira, 1999). As duas espécies estão classificadas em diferentes estados de conservação, sendo o queixada vulnerável e o cateto com menor preocupação (Desbiez *et al.*, 2012; Keuroghlian *et al.*, 2012). O estado de conservação diferente entre as duas espécies sugere diferentes estratégias adaptativas, às quais o conhecimento sobre seu comportamento, e em particular seu

repertório acústico, pode fornecer informações valiosas para a compreensão de sua biologia.

Os estudos previamente realizados com as duas espécies (Bissonette, 1982; Hernandez, Barreto e Ojasti, 1995; Sowls, 1997) evidenciaram um repertório maior para os catetos do que para os queixadas. Hernandez (1995) discriminou quatro chamados em observações de bandos livres de queixadas e Sowls (1997) descreveu seis chamados diferentes para esta espécie mantida em ambiente seminatural que foram categorizados em chamados de coesão, de agressão e de alarme. O repertório acústico dos catetos foi alvo de descrição por Bissonette (1982), que discriminou 15 chamados, classificados em três categorias: agressivos, de submissão e de alerta. Sowls (1997) descreveu oito tipos de vocalizações nos catetos e as categorizou em chamados de coesão, agressivos e de alerta.

O estudo dos sinais acústicos nestas espécies pode facilitar a compreensão de diversos mecanismos que podem estar relacionados com estado de conservação de ambas as espécies, por exemplo, se há participação da comunicação no mecanismo de coesão que é diferenciado entre as duas espécies ou se há uso deste processo de comunicação para o uso do habitat, uma vez que catetos vivem em diferentes paisagens em relação aos queixadas, mais restritos à florestas. Há, portanto, muitas informações sobre a comunicação acústica e as relações sociais e do ambiente desses animais que ainda não foram investigadas e precisam de maior atenção. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi de descrever e comparar o repertório acústico de queixadas e catetos para assim melhor compreender aspectos de sua biologia e a função de tais vocalizações e fornecer subsídios para o conhecimento sobre sua história evolutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

(a) Animais de estudo

Foi estudado o repertório acústico de dois grupos de cada espécie, cateto e queixada, mantidos em cativeiro no Laboratório de Etologia Aplicada na Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil. Os bandos são pelo menos a terceira geração de cativeiro e são mantidos em piquetes cercados por tela de alambrado de 1,5 m de altura, com chão de terra e vegetação natural. A área total é de 360 m² para o piquete dos catetos e para o piquete dos queixadas a área total é de 940 m², dividida em duas, uma área de descanso de 470 m² e uma área de alimentação de 470 m², na qual foram feitas as observações. Os animais eram alimentados duas vezes ao dia, às 10 h e às 16 h e tinham água disponível *ad libitum.*

Os dados foram coletados em dois períodos diferentes e não consecutivos, portanto a composição dos bandos de cada espécie mudou ao longo do estudo (Tabela 1). Por esse motivo consideramos a composição dos bandos de cada espécie em cada período um grupo distinto. O primeiro período de observação foi de setembro de 2009 a setembro de 2010 e o segundo período foi de março de 2014 a agosto de 2014.

(b) Coleta de dados

Os animais foram habituados a presença do observador durante 14 dias. Os dados acústicos e comportamentais foram coletados a uma distância que variava entre 1 e 30 m dos animais. Foi aplicado o método de amostragem de todas as ocorrências (Altmann, 1974) para emissões sonoras. Os animais foram observados e suas gravações registradas de forma contínua durante sessões não consecutivas de uma hora, totalizando 48 horas de registro para os catetos e 81 horas para os queixadas. Para obtenção desses registros utilizamos um gravador digital portátil Marantz (PMD-671, Tóquio, Japão) e um microfone unidirecional Sennheiser (ME66, Wendemark, Alemanha). Os registros acústicos foram feitos no modo mono, no formato.wav, com taxa de amostragem de 44,1 kHz e resolução de 16 bits. Simultaneamente, filmamos o contexto comportamental utilizando uma câmera digital (Handycam JVC, Tóquio, Japão).

Tabela 1. Composição dos grupos de pecaris nos anos de 2010 e 2014.

	Queixada		Cateto	
	2010	2014	2010	2014
Machos	1	9	2	5
Fêmea	9	10	3	7
Subadultos	-	2	4	-
Filhotes	2	2	2	4
Total	11	23	11	16

(c) Análises acústicas

O queixada e o cateto emitem três tipos de sons: sons orais, produzidos pela passagem do ar através das vias aéreas e boca; sons nasais, produzidos pela exalação ou inalação através das narinas; e sons mecânicos, produzidos pela batida dos dentes. Nos referiremos de forma genérica aos sons produzidos pelos pecaris como *chamados*, independente da via de produção.

Classificamos as emissões sonoras dos pecaris por inspeção auditiva e visual dos espectrogramas gerados no RAVEN 1.5 (Tamanho de janela: 1351 amostras, tipo: *Hann*, DFT de 2048 amostras e 85% de sobreposição quadro). Em seguida, usando o mesmo software, recortamos cada elemento dos chamados e salvamos individualmente em arquivos tipo .wav com as mesmas configurações da gravação original. Estes passos são necessários para selecionar os registros de maior qualidade, com maior razão sinal de interesse/ruído de fundo. Após essa etapa, os registros foram filtrados, eliminando os sons abaixo de 100 Hz, a fim de minimizar barulhos de fundo, e normalizados a mesma amplitude máxima de -1dB. O filtro de frequência foi estabelecido após uma inspeção visual dos registros acústicos de ambas as espécies de forma a nos certificar de que nenhum som de interesse fosse eliminado. Estes procedimentos são necessários para padronizar os registros e eliminar interferências de ruídos, de forma que os sinais acústicos e os seus limites fossem reconhecidos de forma correta pelo algoritmo de detecção automática utilizado para as medições dos parâmetros acústicos.

As medições acústicas foram feitas utilizando o programa Avisoft – SASLab Pro 5.2.05 (R. Specht, Berlim, Alemanha) seguindo a seguinte configuração: janela tipo *Hamming*, FFT de 1024 amostras, 87,5% de sobreposição de quadro, 2,7 ms de resolução de tempo e 47 Hz de resolução de frequência, utilizando a ferramenta de medição automática. Este método é baseado na continuidade espectral e em limiares de

amplitude. Isto significa que enquanto forem detectados sons continuamente acima de uma certa amplitude (o limiar) estes serão considerados como um único sinal. Utilizamos dois limiares, um para detecção do sinal acústico, como explicado acima, e outro para detectar o início e o fim do sinal. Além dos limiares, determinamos como "tempo de espera" o intervalo de 80 ms. O "tempo de espera" é o intervalo dentro do qual as detecções de sons abaixo do limiar de detecção serão consideradas como parte do sinal se tiverem continuidade com este. O uso deste limiar é especialmente importante para sinais com grande modelação de amplitude, como é o caso das vocalizações dos pecaris. Não foi possível usar o mesmo limiar para todos os chamados dos pecaris devido a variação nas características do diferentes sons, então usamos os seguintes valores (1º limiar/ 2 º limiar): -5/-5 dB para batida de dentes de queixadas, -13/-13 dB para as demais emissões de queixadas; -10/-8 dB para o ronco baixo de cateto e -13/-13 dB para as demais emissões dos catetos.

Medimos os seguintes parâmetros acústicos: duração (s), frequência dominante (kHz), frequência máxima (kHz), frequência mínima (kHz), intervalo da banda de frequência (kHz), entropia (dB) e razão harmônico-ruído RHR (dB). A duração corresponde a diferença de tempo entre o início e o fim de cada elemento. A frequência máxima é a frequência mais alta acima do limiar de amplitude, frequência mínima é a frequência mais baixa acima do limiar de amplitude, a frequência dominante é aquela com maior amplitude do espectro, o intervalo de banda é a diferença entre a frequência máxima e a frequência mínima. A entropia e a razão harmônico-ruído (RHR) são parâmetros de organização de energia. A entropia nos permite calcular a aleatoriedade (ou pureza) de um som; é a razão da média geométrica e da média aritmética do espectro. A RHR quantifica a razão de energia harmônica e a energia não harmônica (AVISOFT, 2010). Cada parâmetro foi medido no início, no fim, no centro, na região com pico de energia e no sinal como um todo (média).

(c) Análise comportamental

Para categorizar os contextos comportamentais das vocalizações, nós gravamos as atividades (ex: descanso, forrageamento, exploração) dos indivíduos e suas posturas, antes, durante e imediatamente depois das emissões. Também comparamos nossas observações com informações da literatura (e.g. Byers & Bekoff, 1981; Dubost, 1997; Sowls, 1997). Para quantificar a taxa de emissão relativa dos tipos vocais, nós

calculamos a taxa de emissão (TE) de cada chamado pela razão entre o número de emissões (N) e o número de indivíduos (I) multiplicado pelo número total de horas de observação (H): TE=N/HxI.

(e) Análise estatística

Para testar a validade das categorias vocais previamente reconhecidas, conduzimos uma Análise Funcional Discriminante (AFD) para cada espécie. Como queixadas e catetos podem produzir sons através de diferentes fontes (nasal, oral e mecânica, ver resultados), a AFD foi conduzida de forma a comparar sons produzidos através de mesmo mecanismo ou origem. Assim, baseamos essa análise em 60 amostras escolhidas aleatoriamente para cada tipo vocal, ou todos os registros obtidos para categorias vocais menos frequentes (totalizando 277 amostras para queixadas e 268 para catetos, balanceadas por sexo e idade dos animais). Realizamos a AFD com cinco das variáveis acústicas medidas (duração, frequência mínima, frequência dominante, largura de banda, razão harmônico-ruído) uma vez que as demais variáveis estavam altamente correlacionadas com pelo menos uma outra variável (coeficiente de correlação de Spearman variando entre 0,60 e 0,99, $P < 0,05$). Uma vez que as variáveis utilizadas são medidas em unidades diferentes e não comparáveis (Hz, s e dB), antes de realizar a análise discriminante nós padronizamos as variáveis acústicas de forma a evitar atribuições espúrias de pesos a cada uma devido a diferenças de variância entre elas (Noy Meir, Walker e Williams, 1975). Esta padronização é feita pela subtração do valor médio de cada variável do valor de cada observação, dividindo-se esse resultado pelo desvio padrão. Para testar a significância do modelo discriminante nós utilizamos uma MANOVA e posteriormente realizamos uma análise de validação cruzada para determinar se seria possível predizer corretamente cada tipo vocal com base nos parâmetros acústicos medidos e utilizados na análise discriminante. Para determinar a acurácia da análise realizamos um teste binomial testando se a proporção de acerto da análise de validação cruzada seria maior que àquela esperada ao acaso (uma chance em cinco).

Para avaliar se as propriedades acústicas dos tipos vocais mais comumente utilizados por ambas espécies diferiam entre machos e fêmeas, primeiramente resumimos cinco parâmetros acústicos em um número menor de variáveis resposta compostas através de uma Análise de Componentes Principais baseada em matrizes de correlação (PCA; Tabela 5). Após realizar a PCA, escolhemos os primeiros fatores não

rotacionados de componentes principais (PCs), que apresentassem autovalores maior que um e explicassem a maior parte da variância do conjunto de dados (Tabela 4) Comparamos então as variáveis compostas (PCs) representantes dos parâmetros acústicos (variáveis dependentes) entre os sexos (variável independente categórica). Para cada PC foi calculado a sua diferença absoluta entre vocalizações de machos e fêmeas, depois comparamos essas diferenças com a distribuição de diferenças esperadas sob a hipótese nula, ou seja, as medições acústicas tomadas de vocalizações de machos e fêmeas não eram diferentes. A distribuição das diferenças esperadas sob hipótese nula foi gerada por 1000 simulações (simulação de Monte Carlo; Manly, 1997) para calcular o valor de P associado. Em seguida, usamos a correção do valor do P para falsas descobertas (para a taxa de descobrimento (Taxa de Falsas Descobertas) devido a comparações múltiplas, que corresponde a uma correção menos conservadora e, portanto, mais poderosa que a correção de Bonferroni (Benjamini e Hochberg, 1995).

Estas análises foram realizadas no software R versão R 3.1.2 (R Development Core Team, 2014) utilizando os pacotes "MASS" versão 7.3-35 (Venables e Ripley, 2002) e "FactoMineR" versão 1.7 (Husson *et al.*, 2014). Para todas as análises estatísticas usamos nível de significância de $p < 00,5$.

RESULTADOS

(a) Repertórios acústicos

Inicialmente identificamos visualmente, através da forma nos espectrogramas, oito tipos de chamados para cada espécie (Fig. 1). Para catetos, identificamos seis chamados orais (*latido, ronco, rosnado, choramingo, grunhido* e *whoof*), um chamado nasal (*arfagem*) e um chamado mecânico (*batida de dentes*). Para os queixadas identificamos seis chamados orais (*grunhido, choramingo, ronco, rosnado, rosnado contínuo* e *latido*), um chamado nasal (*arfagem*) e um chamado mecânico (*batida de dentes*).

A análise discriminante confirmou diferenças entre os chamados vocais das duas espécies (Cateto: Wilks Lambda= 0,25; $P < 0,001$; N = 268. Queixada: Wilks Lambda= 0,29; $P < 0,001$; N = 277). A validação cruzada classificou corretamente os chamados com uma precisão total de 60 % para os catetos e 68% para os queixadas. Esta precisão é significativamente maior do que o esperado ao acaso (Teste binomial: Ps < 0,001). A acurácia da validação cruzada para as categorias dos chamados variou de zero (*rosnado*) a 70% (*choramingo*) nos catetos e de 8% (*rosnado*) a 90% (ronco) nos queixadas (Tabela 2 e 3). Em queixadas, o *rosnado* se confunde com o *rosnado contínuo*, enquanto em catetos o *rosnado* se confunde com o *grunhido* e o *whoof*. Nos repertórios das duas espécies, a primeira e a segunda função discriminante explicaram 99% (catetos) e 98% (queixadas) da variância entre os tipos de chamados. Os parâmetros acústicos mais importantes para discriminar os tipos vocais foram a duração, frequência dominante e intervalo de frequência para o catetos (Tabela 2), enquanto para os queixadas foram a duração, a frequência dominante, a frequência mínima e a largura de banda (Tabela 3).

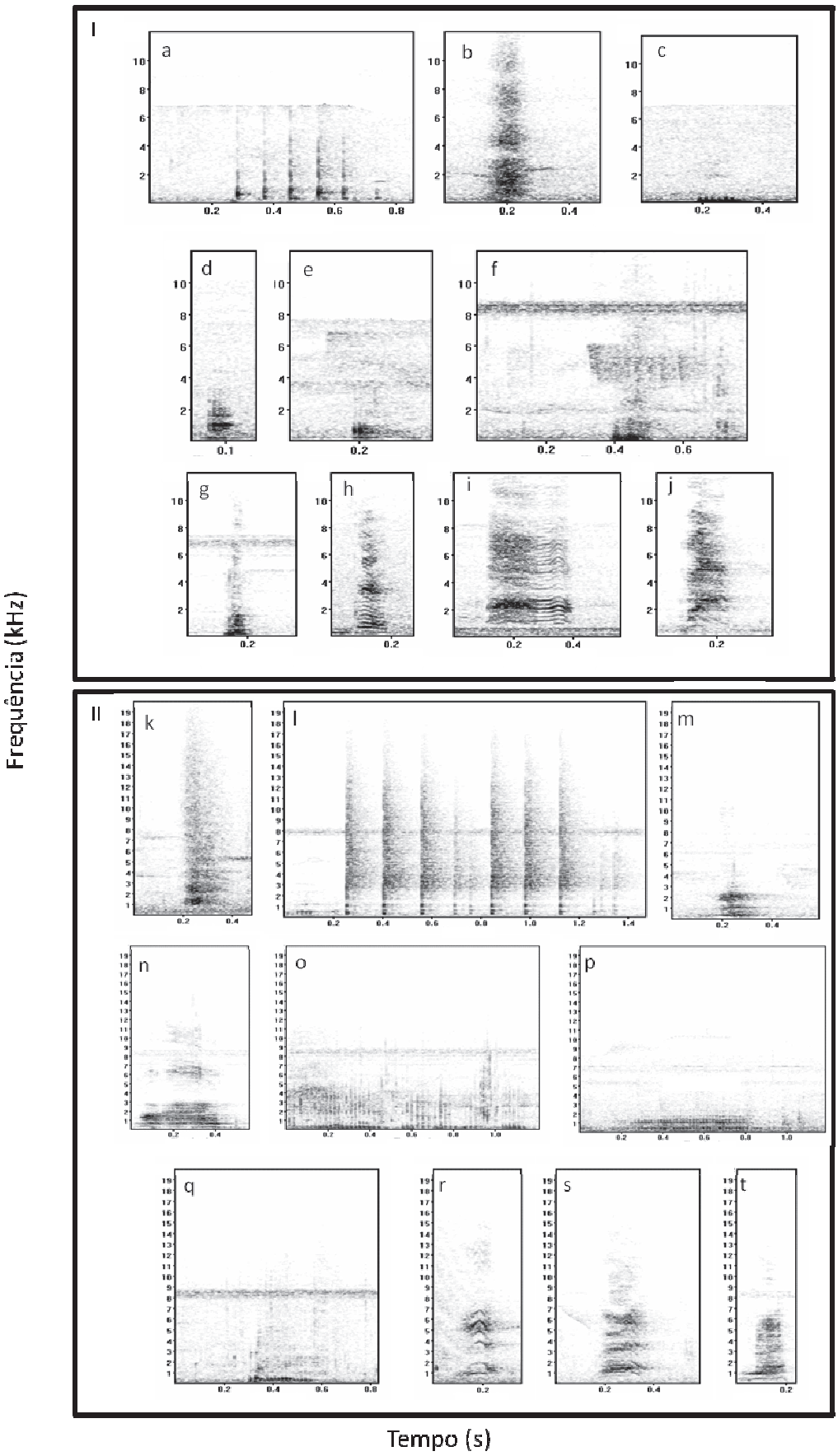

Figura 1. I) Espectrogramas dos chamados de catetos: série de batidas de dentes (a), arfagem (b), ronco (c), grunhido (d), rosnado (e), *whoof* (f), latido (g), choramingo (h-f). II. Espectrogramas dos chamados de queixadas: arfagem (k), série de batida de dentes (l), latido (m), grunhido (n), rosnado contínuo (o), rosnado (p), ronco (q), e choramingo (r-t).

Tabela 2. Parâmetros acústicos dos chamados de catetos (média ± desvio-padrão) e relação das funções discriminantes (DF1 e DF2) com os parâmetros acústicos utilizados na análise discriminante. Os valores em negrito destacam as variáveis mais importantes para discriminação entre tipos vocais.

Chamado	**DF1**	**DF2**	**Grunhido**	**Ronco**	**Rosnado**	**Choramingo**	***Whoof***	**Latido**	**Arfagem**	**Batida de dentes**	**Média**
N*	-	-	60	60	32	60	56	-	-	-	-
Validação Cruzada	-	-	0,68	0,70	0,00	0,70	0,64	-	-	-	-
Duração (s)	0,14	**1,15**	0,06 ± 0,04	0,13 ± 0,07	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,05	0,05 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,09 ± 0,04	0,01 ± 0,01	0,07 ± 0,05
Frequência Min (Hz)	-0,27	0,08	103,67 ± 56,18	51,50 ± 21,06	91,50 ± 41,65	186,00 ± 231,24	65,0 ± 44,09	117,20 ± 97,92	55,83 ± 25,20	134,17 ± 66,44	99,37 ± 105,78
Frequência Máx (Hz)	-	-	2093,17 ± 1079,46	806,00 ± 194,21	994,67 ± 323,00	6818,50 ± 3829,12	760,17 ± 320,94	1638,00 ± 723,71	5210,17 ± 2786,82	6803,83 ± 2002,09	3258,74 ± 3214,79
Frequência Dominante (Hz)	**-065**	-0,57	542,17 ± 225,34	168,33 ± 77,02	450,83 ± 141,51	1607,00 ± 1149,51	248,33 ± 152,04	442,40 ± 340,35	714,50 ± 543,47	831,67 ± 1093,06	640,07 ± 764,41
Largura de banda (Hz)	**-0,89**	0,34	1986,33 ± 1092,34	748,50 ± 198,01	899,83 ± 322,25	6627,17 ± 3847,51	688,17 ± 306,14	1516,40 ± 718,70	5148,67 ± 2776,45	6665,83 ± 2004,21	3154,56 ± 3194,23
Entropia (dB)	-	-	0,26 ± 0,05	0,24 ± 0,04	0,21 ± 0,03	0,43 ± 0,12	0,21 ± 0,04	0,24 ± 0,04	0,41 ± 0,10	0,44 ± 0,07	0,31 ± 0,12
RHR** (dB)	0,14	-0,12	30,07 ± 9,28	29,68 ± 12,75	31,67 ± 10,62	24,27 ± 12,46	29,62 ± 12,62	27,85 ± 9,59	26,54 ± 9,46	32,10 ± 10,26	29,06 ± 11,27

* número de amostras que entraram na AFD

** razão harmônio-ruído.

Tabela 3. Parâmetros acústicos dos chamados de queixadas (média ± desvio-padrão) e relação das funções discriminantes (DF1 e DF2) com os parâmetros acústicos utilizados na análise discriminante. Os valores em negrito destacam as variáveis mais importantes para discriminação entre tipos vocais.

	DF1	DF2	Grunhido	Rosnado contínuo	Ronco	Rosnado	Choramingo	Latido	Arfagem	Batida de dentes	Média
N*	-	-	60	60	60	37	60	-	-	-	-
Validação Cruzada	-	-	0,78	0,65	0,90	0,08	0,77	-	-	-	-
Duração (s)	0,55	**0,86**	0,16 ± 0,10	0,55 ± 0,53	0,13 ± 0,07	0,27 ± 0,24	0,10 ± 0,05	0,05 ± 0,03	0,22 ± 0,36	0,01 ± 0,01	0,22 ± 0,30
Frequência Min (Hz)	**-0,60**	0,05	267,67 ± 77,74	48,33 ± 17,14	46,67 ± 32,46	75,34 ± 310,58	372,67 ± 191,49	183,33 ± 18,79	74,33 ± 81,56	154,00 ± 257,20	150,43 ± 238,21
Frequência Máx (Hz)	-	-	3576,00 ± 1910,28	3404,00 ± 2479,37	1265,17 ± 1084,83	1885,35 ± 949,74	5159,83 ± 2299,99	2392,86 ± 956,72	8323,50 ± 3285,81	6922,33 ± 3026,18	4279,38 ± 3269,28
Frequência Dominante (Hz)	**-0,55**	-0,17	3239,67 ± 1926,95	3336,17 ± 2481,54	1196,83 ± 1090,13	1781,90 ± 964.59	4693,50 ± 2219,73	2187,14 ± 985,17	8161,00 ± 3310,53	6755,00 ± 3051,94	4082,48 ± 3247,38
Largura de banda (Hz)	-0,49	**0,86**	953,83 ± 860,08	233,50 ± 130,24	198,67 ± 99,79	474,83 ± 214,07	1251,17 ± 927,99	480,00 ± 227,24	919,67 ± 527,75	1028,83 ± 1293,14	712,44 ± 797,09
Entropia (dB	-	-	0,32 ± 0,09	0,33 ± 0,07	0,26 ± 0,05	0,28 ± 0,04	0,37 ± 0,09	0,28 ± 0,07	0,53 ± 0,10	0,45 ± 0,10	0,36 ± 0,12
RHR** (dB)	-0,07	0,15	22,87 ± 10,96	21,75 ± 10,76	25,51 ± 15,35	29,28 ± 11,12	21,23 ± 10,90	25,08 ± 10,01	14,39 ± 10,84	25,29 ± 10,74	22,98 ± 12,22

* Número de amostras que entraram na AFD

** Razão harmônico-ruído

Tabela 4. Autovalores e variância acumulada dos principais fatores não rotacionados da análise de componentes principais (variáveis compostas) e a comparação desses fatores entre os sexos em queixadas e catetos.

Espécie	Chamado	Componente principal	Autovalor	Variância acumulada (%)	Média dos machos	Média das fêmeas	Diferença observada	Diferença Esperada	Valor de p	p corrigido
Queixada	Grunhido	1	1,44	28,7	0,04	-0,04	0,08	0,21	0,382	0,429
		2	1,25	53,8	-0,39	0,36	0,75	0,21	0,002	**0,012**
		3	1,06	75,0	-0,32	0,30	0,62	0,19	0,005	**0,015**
	Ronco	1	1,23	24,7	-0,18	0,16	0,34	0,21	0,089	0,134
		2	1,16	47,8	0,35	-0,30	0,64	0,20	0,009	**0,018**
		3	1,09	69,6	-0,02	0,02	0,04	0,20	0,430	0,430
Cateto	Grunhido	1	1,46	29,2	-0,13	0,12	0,25	0,12	0,050	0,062
		2	1,25	54,2	-0,41	0,40	0,80	0,11	0,001	**0,002**
	Ronco	1	1,41	28,3	-0,15	0,07	0,22	0,20	0,202	0,242
		2	1,19	23,8	-0,51	0,26	0,77	0,18	0,001	**0,003**
		3	1,10	21,8	-0,31	0,15	0,46	0,17	0,011	**0,016**

(b) Diferenças entre categorias etárias e sexo

A comparação dos parâmetros acústicos (combinados em variáveis compostas, os PCs) de roncos e grunhidos entre machos e fêmeas das duas espécies revelou diferenças entre os sexos (Tabela 4). Os parâmetros acústicos que mais contribuíram com as variáveis compostas que diferiram entre os sexos foram, por ordem de contribuição, as frequências mínimas, frequências dominante, duração e razão harmônico ruídos (Tabela 5).

Com relação ao uso dos tipos vocais, ambos os sexos emitiram os chamados grunhido, arfagem, rosnado, latido, ronco e dentada. *Whoof* só foi emitido por machos. Quanto à frequência de emissão de chamados, machos adultos emitiram (38% na fase 1 e 34% na fase 2) mais chamados do que as fêmeas (30% na fase 1 e 12% na fase 2). O tipo de chamado mais emitido pelas fêmeas foi o ronco (N= 27 no período 1, N=12 no período 2) em catetos. Os machos emitiram mais dentada (N=18) e arfagem (N=14), e o chamado que menos foi emitido foi o latido (N=1). Entre as fêmeas de queixadas, o chamado mais emitido foi o ronco (N= 91 no período 1, N=42 no período 2). O de menor emissão foi o latido.

Tabela 5 Contribuição dos parâmetros acústicos para a discriminação dos chamados entre machos e fêmeas. Os fatores que mais contribuíram por componente principal aparecem em negrito.

Espécie	Chamado	CP*	Duração	Frequência dominante	Frequência mínima	Frequência máxima	Razão Harmônico-ruído
Queixada	Grunhido	1	0,14	14,24	6,81	**33,73**	**45,08**
		2	**59,33**	3,27	25,26	11,74	0,19
		3	0,82	**52,39**	**36,38**	9,59	0,82
	Ronco	1	**32,50**	0,31	14,41	**47,61**	5,17
		2	20,39	2,42	**37,88**	3,11	**36,20**
		3	7,25	70,38	0,24	6,60	15,52
Cateto	Grunhido	1	**39,47**	3,48	9,70	20,5	**26,85**
		2	0,46	**40,43**	**18,10**	**28,35**	12,67
	Ronco	1	7,12	11,56	18,26	26,20	**36,87**
		2	**59,16**	1,73	8,61	**27,36**	3,14
		3	0,18	**55,06**	**40,25**	2,44	2,08

*Componente principal

No período 1, os catetos adultos emitiram 68% das vocalizações, subadultos 8% e os filhotes 23% do total. No entanto, no período 2, os filhotes emitiram mais vocalizações (54%) que os adultos (46%) (Figura 2A). Nos queixadas, em ambas as fases, adultos vocalizaram mais (40% na fase 1 e 64% na fase 2) que subadultos (37%

na fase 1, 27% na fase 2) e filhotes (24% na fase 1 e 16% na fase 2) (Figura 2B). Os tipos de chamado emitidos por cada faixa etária estão na tabela 6.

(c) Contextos comportamentais

Considerando as atividades e posturas dos animais, classificamos os chamados das duas espécies em sete contextos: ameaça, contato, submissão/dominância, defesa, alarme, isolamento e incômodo (Tabela 6). Entre os queixadas o padrão na taxa de emissão dos chamados por categoria funcional manteve-se o mesmo entre os períodos: os chamados de contato foram os mais emitidos, seguido dos chamados de dominância/submissão (Figura 3). Enquanto entre os catetos, no primeiro período de observação os chamados de isolamento foram os mais emitidos, seguido dos chamados de contato e de ameaça (Figura 3A). No segundo período, os chamados de ameaça foram os mais emitidos seguidos dos chamados de isolamento e de contato (Figura 3B).

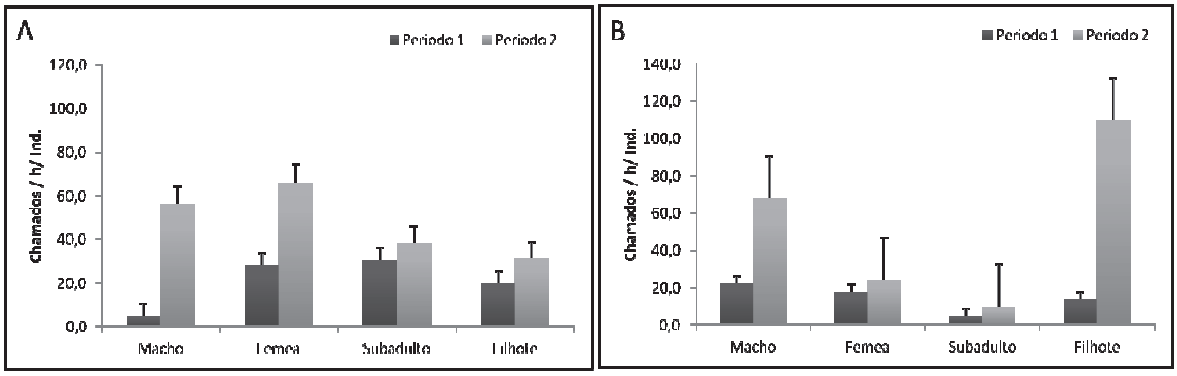

Figura 2. Taxa horária de emissões acústicas por categoria etária e sexual dos queixadas (A) e catetos (B).

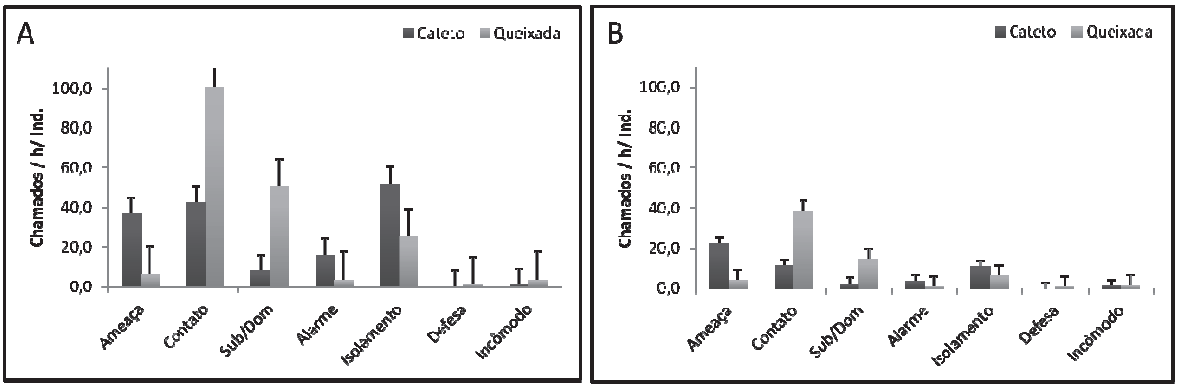

Figura 3. Comparação das taxa horárias de emissões acústicas por categoria contextual nas duas espécies (cateto e queixada) no período 1 (A) e no período 2 (B).

Categoria funcional	**Chamado (classe etária)**		**Contexto**
	Cateto	Queixada	
Ameaça	-	Rosnado (A)	**Disputa de alimento:** o chamado é emitido quando os animais estão comendo na mesma fonte de alimento.
	Grunhido (A, S) Batida de dente (A)	Rosnado (A) Batida de dentes (A)	**Luta:** estes chamado ocorre quando um indivíduo responde com uma ameaça a uma ameaça feita por outro membro do grupo.
Submissão	-	Grunhido (A, S)	**Dominância/** **Submissão:** um indivíduo adota uma postura submissa e vocaliza quando ameaçado por outro membro do grupo, durante encontros frontais após perseguição ou lutas, ou quando o animal dá lugar a outro indivíduo em uma fonte de água ou alimento.
Contato	-	Ronco (A) Batida de dentes (A)	**Deslocamento:** esta vocalização ocorre quando um animal afasta-se de um grupo.
	-	Ronco (A)	**Contato:** este chamado é emitido durante o esfregamento mútuo ou *grooming*.
	Ronco (A)	Ronco (A)	**Exploração:** estes chamados são emitidos enquanto alguns animais forrageiam dispersamente.
Alarme	Latido (A, S, F)	Latido (A)	**Alarme:** este chamado é emitido quando um indivíduo é surpreendido por uma perturbação
Isolamento	Choramingo (F)	Choramingo (F)	**Separação:** os filhotes emitem esse chamado quando separados de adultos ou da mãe.
Incômodo	Choramingo (F)	Choramingo (F) Grunhido (S)	**Descanso:** quando um animal junta-se a um grupo de indivíduos deitados, ou quando um animal deitado move-se, pode ocorrer vocalização de um animal no grupo.
	Choramingo (F)	Choramingo (F) Grunhido (S)	**Forrageamento:** enquanto indivíduos exploram o ambiente cavando o solo ou comendo vegetação, o movimento de um animal em direção ao outro pode provocar a emissão sonora do segundo animal. Ou quando um animal deslocando-se pelo ambiente "atropela"

			o filhote.
Defesa	-	Batidas de dentes (A) Arfagem(A)	**Ataque:** os chamados ocorrem quando um animal ameaça um humano, movendo-se em sua direção enquanto vocaliza. Piloereção pode ser observada neste contexto.
	Whoof (A) Arfagem (A) Batidas de dentes (A)	-	**Vigília:** um indivíduo permanece parado emitindo os chamados associados a este contexto repetidamente enquanto encara o observador.

DISCUSSÃO

Catetos e queixadas possuem um repertório de pelo menos seis chamados acusticamente distintos. Os chamados são utilizados em diferentes contextos, principalmente na resolução de conflitos e para contato entre indivíduos dispersos. Os parâmetros acústicos mais importantes para a discriminação dos chamados vocais dos queixadas foram a largura de banda, a duração e a frequência mínima. Enquanto que para o repertório do cateto foram a duração, a frequência dominante e a largura de banda.

O repertório acústico dos catetos foi descrito por Sowls (1997) como contendo oito chamados e Bissonette (1982) descreveu 15 chamados. Este último autor identificou tantos chamados porque assumiu gradações como diferentes tipos vocais, mas através de nossa análise não pudemos identificar os seguintes sons: *yip-yip, yip-ou, yelp, repetitive grunt, alternating grunt, feeding growl, purring* e também não diferenciamos chamados de batidas de dentes como Bissonette (1982). Baseado na descrição do contexto das categorias descritas por Sowls (1997), assumimos os seguintes sinônimos: choramingo é o *complaining call,* o ronco é *low grunt,* o rosnado é *growl,* o latido é o *bark,* a batida de dentes é o *tooth click* e o grunhido é o *squeal*. Também identificamos algumas categorias descritas por Bissonette (1982): o whoof é o *huff/woof*, o latido é o *bark* e o rosnado é o *growl*. Em nossa AFD o rosnado se confunde com o *whoof* e com o grunhido, a análise visual mostra que pode se tratar de uma estrutura acústica intermediária uma vez que os três (*whoof*, rosnado, grunhido) são vocalizações de banda largade curta duração. Além disso, isto pode estar relacionado a forte presença de gradações, como argumentado por Bissonette (1982), no repertório da espécie.

Hernandez *et al*. (1995) observaram bandos livres de queixadas durante a alimentação e identificaram cinco chamados. Das categorias encontradas por eles nós reconhecemos *shriek* como o choramingo, o *tooth click* como a batida de dentes, o *low grunt* como ronco e o *loud grunt* como rosnado. Sowls (1997) em suas observações, de queixadas cativos, reconheceu seis chamados distintos, dos quais identificamos os chamados como a seguir: *low rumble* é ronco, *tooth click* é a batida de dentes, *complaining call* é o choramingo, *agressive grumbling* é o rosnado, *snorts* e *wheezes* são a arfagem. Um chamado denominado como *loud bark* foi descrito apenas

vagamente por Sowls (1997) como semelhante ao latido de um cachorro. Apesar de identificarmos um latido semelhante a uma vocalização de um cachorro, não pudemos verificar se é o mesmo ao qual o autor se refere, mas assumimos a nossa descrição como sinônimo do *bark* descrito por Hernandez (1995). Adicionalmente, classificamos o rosnado contínuo, um chamado emitido continuamente quando vários animais se alimentam juntos em uma mesma fonte de alimento. Assim como o rosnado é um chamado de ameaça, mas suas características acústicas não diferem suficiente para ser classificado independentemente, este chamado é agrupado como rosnado.

O latido, nas duas espécies de pecaris, é um som curto explosivo emitido quando um animal é surpreendido por uma perturbação no ambiente. No cateto, ele é frequentemente emitido pelos filhotes enquanto exploram o ambiente e quando estão brincando, mas é ignorado pelos adultos. Quando o latido é emitido por um adulto, o todos os indivíduos sempre respondem fugindo. No queixada, ele é emitido apenas por adultos. A resposta ao latido, pode ser latidos, batidas de dentes e a fuga do bando todo ou apenas uma postura de alerta de alguns indivíduos. Embora as descrições acústicas (um som curto de banda larga emitido em uma única nota) e comportamentais estejam de acordo com o os chamados de alarme de outros mamíferos (Bradbury e Vehrencamp, 1998), este chamado não foi discriminado em uma análise prévia. Nós supomos que isto pode ser devido a sua baixa amostragem, por isso ele foi excluído da análise definitiva. Os parâmetros acústicos utilizados podem não ser suficientes para a separação deste chamado. No entanto, devido ao contexto estereotipado, no entanto, e a sua descrição em estudos independentes, ele deve ser mantido como um tipo distinto de chamado e novas análises poderão confirmar sua distinção acústica.

As duas espécies de pecaris estudadas habitam os mesmos ambientes, possuem a mesma função ecológica e uma história evolutiva em comum (Sowls, 1997). Deveríamos esperar que exibissem alguma convergência nas suas características acústicas como uma adaptação ao ambiente para otimizar a transmissão e percepção dos sinais (Wiley e Richards, 1978). Em ambas as espécies, o ronco é a vocalização que possui a frequência dominante mais baixa dentre seus chamados. Esta característica torna a comunicação à distância mais eficiente porque diminui a velocidade de perda de energia do sinal para o ambiente, possibilitando que a mensagem alcance animais mais distantes (Fletcher, 2004). Há, portanto, maior evidência de tal característica como uma adaptação para facilitar a comunicação aumentando seu alcance, na razão harmônico-ruído, que é maior no ronco dos queixadas e no ronco e *whoof* dos catetos do que em

outros chamados. Aumentar a razão harmônico-ruído é uma estratégia de otimização, no sentido evolutivo, para superar o barulho de fundo e melhorar a detecção do sinal (Fletcher, 2004). Esse resultado constitui mais uma evidência para a função de contato deste chamado. O *whoof*, por sua vez, é emitido quando o cateto visualizava uma ser humano. O animal assume uma postura de alerta encarando o indivíduo e emite este chamado junto com batidas de dentes e arfagem repetidamente, provavelmente este chamado tem uma função de alerta. Este comportamento de vigília e alerta só foi observado entre os catetos.

Por outro lado, é esperado que algumas características acústicas reflitam as diferenças existentes entre as espécies. Os chamados dos catetos apresentam frequências dominantes mais baixas que os dos queixadas. Nos mamíferos em geral, o tamanho do corpo impõe um limite na frequência mais baixa que um animal pode produzir; em geral, podem produzir sons com comprimento de onda igual ou menor que seu tamanho (Bradbury e Vehrencamp, 1998; Fletcher, 2004). Assim, numa comparação entre queixadas e catetos, este último pode alcançar frequências mais baixas devido a sua massa corporal menor (Sowls, 1997). Fato este que influencia na distância em que o animal pode se comunicar eficientemente (Fletcher, 2004). Estes animais parecem explorar tal habilidade porque podem ser encontrados forrageando dispersamente por algumas horas do dia e depois reúnem-se novamente em seus bandos (Keuroghlian, Eaton e Longland, 2004). Além disso, o ronco baixo pode facilitar o reagrupamento do grupo após uma fissão devido a ataques de predadores (Sowls, 1997).

O arranjo espacial exerce influência sobre o tipo de chamado emitido pelos pecaris, corroborando a afirmação de que eles utilizam a comunicação acústica para manterem a coesão do grupo (Bissonette, 1982; Sowls, 1997). Quando se compara o padrão de emissão dos chamados entre os períodos de observação, a composição do grupo parece exercer pouca influencia no padrão apresentado pelos queixadas. Em ambos períodos de observação, os chamados de contato são os mais emitidos. Seguido pelos chamados de subordinação e isolamento. Entre os catetos, houve uma mudança entre os dois períodos na taxa de emissão dos chamados de contato e ameaça. No primeiro período, os chamados de contato foram mais emitidos do que os chamados de ameaça e no segundo período houve uma inversão. O aumento no número de indivíduos, principalmente adultos, exerce o mesmo efeito que a diminuição da área do cativeiro tem sobre a expressão de comportamentos agonísticos em catetos, quanto menor a área maior a taxa de comportamentos agonísticos (Nogueira *et al.*, 2010).

Quando os animais estão mais próximos, forrageando lado a lado, compartilhando uma mesma fonte de alimento ou local de descanso, os surgem ameaças e agressões acompanhadas por algumas vocalizações. Catetos utilizam o grunhido e a batida de dentes nestes contextos, enquanto entre os queixadas a vocalização que mais se ouve é o grunhido, mas também há emissões de batidas de dentes e, mais raro, rosnados. A medida que os indivíduos se afastam, emitem chamados para manterem contato. Em ambas as espécies, o ronco é o chamado utilizado neste contexto. Ele é um chamado suave e repetitivo como discutido acima, enquanto o grunhido, o rosnado e a batida de dentes podem soar bastante ruidosos e agressivos. Chamados ruidosos são difíceis de ignorar e são frequentemente produzidos por animais em perigo como os jovens e os subordinados (Fitch, Neubauer e Herzel, 2002). O grunhido dos queixadas possui um espectro largo e intensidade alta, podendo servir como um pedido de socorro ou um repelente a um ataque. Em queixadas, nós vimos intervenção de um terceiro ou mais membros quando dois indivíduos se engajam em uma interação agonística. Devido as suas características espectrais, esta vocalização pode não ter função de submissão, apesar do contexto em que ocorrem, mas ainda assim exercer um papel importante na manutenção da estrutura social. Adicionalmente, a forte presença de ruídos na vocalização está associada a contextos de excitação alta (Briefer, 2012). Provavelmente este mesmo fator esteja ligado a grande variação no choramingo dos filhotes, que varia de uma estrutura onde se distingue os harmônicos a uma estrutura totalmente ruidosa (Figura 1).

Os pecaris não possuem dimorfismo sexual aparente, exceto pela presença do escroto nos machos. Algumas características osteológicas do crânio e características do aparato mandibular diferentemente machos e fêmeas (Sicuro, Neves e Oliveira, 2011). Nas duas espécies, não há diferenças comportamentais acentuadas entre os sexos (Sowls, 1997), no entanto, ambas apresentam diferenças acústicas. A presença dessa diferença pode ser o reflexo de características morfológicas, como a pequena diferença de tamanho entre os sexos (Dubost, Dutertre e Henry, 2003), mas também pode servir como um mecanismo adicional de proteção das fêmeas contra agressões mais severas, como demonstrado pelo comportamento dos machos, em catetos, que se posicionam perifericamente em situações de risco (Byers e Bekoff, 1981). No entanto, novas investigações são necessárias para esclarecer isso.

Neste estudo, descrevemos pela primeira vez a estrutura acústica dos chamados de duas espécies de pecaris. Adicionalmente, a análise estrutural demonstra a presença

de dimorfismo sexual nos parâmetros acústicos dos chamados das duas espécies, além de convergências e divergências que estão associadas a morfologia e história evolutiva das espécies. Diferentemente do que foi proposto por estudos prévios, os repertórios das duas espécies possuem o mesmo número de chamados. No entanto,o repertório dos catetos apresenta evidências da presença de gradações e maior flexibilidade na taxa de emissão dos chamados, o que pode indicar maior complexidade de repertório nesta espécie.

CONCLUSÕES

Queixas e catetos possuem repertórios semelhantes. O número de chamados encontrados foi semelhante para as duas espécies. Ambas apresentam sete chamados acusticamente distintos, utilizados nos mesmos contextos. Os repertórios acústico dos pecaris estudados possuem importante papel em manter a coesão espacial do grupo e resolver conflitos relacionados a proximidade e competição por recursos. Além disso, nos queixadas, os sinais acústicos parecem contribuir para a manutenção do arranjo hierárquico da espécie porque apresentam um som característico ao contexto de submissão-agressão.

REFERÊNCIAS

ALTMANN, J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. **Behavior**, 1974.

BECK, H. Seed Predation and Dispersal by Peccaries throughout the Neotropics and its Consequences: a Review and Synthesis. **Seed Fate**, p. 77–115, 2005.

___. A review of peccary–palm interactions and their ecological ramifications across the Neotropics. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 3, p. 519–530, 2006.

BENJAMINI, Y.; HOCHBERG, Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodologcal)**, v. 57, n. 1, p. 289–300, 1995.

BIONDO, C. *et al.* Social structure of collared peccaries (*Pecari tajacu*): Does relatedness matter? **Behavioural Processes**, v. 109, p. 70–78, 2014.

BISSONETTE, J. A. **Ecology and Social Behavior of the Collared Peccary in Big Bend National Park**. Washington, DC: US Dept of the Interior, 1982.

BODMER, R. E.; SOWLS, L. K. Collared Peccary (*Tayassu tajacu*). *In*: OLIVER, W. L. R. (Ed.). . **Pigs, Peccaries, and Hippos: Status Survey and Conservation Action Pla**. Gland, Switzerland: IUCN, 1993. .

BRADBURY, J. W.; VEHRENCAMP, S. L. **Principles of animal communication**. 1. ed. Sunderland, MA: Sianuer, 1998.

BRIEFER, E. F. Vocal expression of emotions in mammals: mechanisms of production and evidence. **Journal of Zoology**, v. 288, n. 1, p. 1–20, 8 set. 2012.

BRIEFER, E. F.; MCELLIGOTT, A. G. Social effects on vocal ontogeny in an ungulate, the goat, Capra hircus. **Animal Behaviour**, v. 83, p. 991–1000, 2012.

BRUDZYNSKI, S. M. **Handbook of Mammalian Vocalization: An Integrative Approach**. London: Elservier, 2010.

BYERS, J. A.; BEKOFF, M. Social, Spacing , and Cooperative Behavior of the Collared Peccary, *Tayassu tajacu*. **Journal of Mammalogy**, v. 62, n. 4, p. 767–785, 1981a.

___. Social, Spacing, and Cooperative Behavior of the Collared Peccary, Tayassu tajacu. **Journal of Mammalogy**, v. 62, n. 4, p. 767–785, 1981b.

CAP, H. *et al.* Male vocal behavior and phylogeny in deer. **Cladistics**, v. 24, p. 1–15, 2008.

CARRILLO, E.; SAENZ, J. C.; FULLER, T. K. Movements and activities of white-lipped peccaries in Corcovado. **Biological Conservation**, v. 108, p. 317–324, 2002.

CHARIF, R. A.; STRICKMAN, L. M.; WAACK., A. M. **Raven Pro 1.4 User's Manual.** Ithaca, NY: [s.n.].

CHESMORE, D. Automated bioacoustic identification of species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, n. 2, p. 436–40, jun. 2004.

DESBIEZ, A. L. J. *et al.* Niche Partitioning Among White-Lipped Peccaries (*Tayassu pecari*), Collared Peccaries (Pecari tajacu), and Feral Pigs (Sus Scrofa). **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 1, p. 119–128, 2009.

DESBIEZ, A. L. J. *et al.* Avaliação do Risco de Extinção do Cateto *Pecari tajacu* Linnaeus, 1758, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. II, n. 3, p. 74–83, 2012.

DUBOST, G. Comportements comparés du Pécari À lèvres blanches, *Tayassu pecari*, et du Pécari à collier, *T. tajacu* (Artiodactyles, Tayassuidés). **Mammalia**, v. 61, n. 3, p. 313–343, 1997.

DUBOST, G. Comparasion of the social behaviour of captive sympatric peccary species (genus Tayassu); correlations with thwir ecological characteristics. **Mammalian Biology**, v. 66, p. 65–83, 2001.

DUBOST, G.; DUTERTRE, C.; HENRY, O. Body weight increase in the two peccary species of the genus *Tayassu* (Tayassuidae, Artiodactyla). **Mammalia**, v. 67, p. 55–64, 2003.

FERRARI, S. *et al.* Bioacoustics: a Tool for Diagnosis of Respiratory Pathologies in Pig Farms. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 40, n. 1, p. 7–10, 2009.

FITCH, W. T. Vocal tract length and formant frequency dispersion correlate with body size in rhesus macaques. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 102, n. 2 Pt 1, p. 1213–1222, ago. 1997.

FITCH, W. T.; NEUBAUER, J.; HERZEL, H. Calls out of chaos: the adaptive significance of nonlinear phenomena in mammalian vocal production. **Animal Behaviour**, v. 63, n. 3, p. 407–418, mar. 2002.

FITCH, W. T.; REBY, D. The descended larynx is not uniquely human. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 268, n. 1477, p. 1669–75, 22 ago. 2001.

FLETCHER, N. H. A simple frequency-scaling rule for animal communication. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 115, n. January, p. 2334–2338, 2004.

FRAGOSO, J. M. Home Range and Movement Patterns of White-lipped Peccary (*Tayassu pecari*) Herds in the Northern Brazilian Amazon. **Biotropica**, v. 30, n. 3, p. 458–469, 1998.

FREEBERG, T. M. Social complexity can drive vocal complexity: group size influences vocal information in Carolina chickadees. **Psychological science**, v. 17, n. 7, p. 557–61, jul. 2006.

FREEBERG, T. M.; DUNBAR, R. I. M.; ORD, T. J. Social complexity as a proximate and ultimate factor in communicative complexity. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 367, n. 1597, p. 1785–801, 5 jul. 2012.

GELFAND, S. A. **Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics**. 5th. ed. London: Informa Healthcare, 2010.

GERHARDT, H. C. Acoustic Signals of Animals: Recording, Field Measurements, Analysis and Description. *In*: HOPP, L.; OWREN, J.; EVANS, S. (Eds.). . **Animal Acoustic Communication**. 1. ed. [s.l.] Springer, 1998. .

GONGORA, J. *et al.* ***Pecari tajacu*. The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 22 fev. 2015.

GONGORA, J.; MORAN, C. Nuclear and mitochondrial evolutionary analyses of Collared, White-lipped, and Chacoan peccaries (Tayassuidae). **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 34, n. 1, p. 181–9, jan. 2005.

HAUBER, M. E.; ZUK, M. Social infl uences on communication signals: from honesty to exploitation. *In*: SZÉKELY, T.; MOORE, A. J.; KOMDEUR, J. (Eds.). . **Social Behaviour: Genes, Ecology and Evolution**. 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2010. p. 562.

HERNANDEZ, O. E.; BARRETO, G. R.; OJASTI, J. Observations of behavioural patterns of white-lipped peccaries in the wild. **Mammalia**, v. 59, n. 1, p. 146–148, 1995.

HUSSON, F. *et al.* **Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R**. [s.l: s.n.].

KEUROGHLIAN, A. *et al.* Avaliação do Risco de Extinção do Queixada Tayassu pecari Link, 1795, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. II, n. 3, p. 84–102, 2012.

KEUROGHLIAN, A. *et al.* **Tayassu pecari. The IUCN Red List of Threatened Species. V**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 22 fev. 2015.

KEUROGHLIAN, A.; EATON, D. P.; LONGLAND, W. S. Area use by white-lipped and collared peccaries (Tayassu pecari and Tayassu tajacu) in a tropical forest fragment. **Biological Conservation**, v. 120, n. 3, p. 411–425, dez. 2004.

KILTIE, R. A. The Function of Interlocking Canines in Rain Forest Peccaries (Tayassuidae). **Journal of Mammalogy**, v. 62, n. 3, p. 459–469, 1981.

KILTIE, R. A.; TERBORGH, J. Observations on the Behavior of Rain Forest Peccaries in Perú: Why do White-lipped Peccaries Form Herds? **Zeitschrift für Tierpsychologie**, v. 62, p. 241–255, 1983.

KOENIG, W.; DUNN, H. K.; LACY, L. Y. The sound spectrograph. **The Journal of The Acoustical Society of America**, v. 18, n. 1, p. 19–49, 1946.

LAIOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological Conservation**, v. 143, n. 7, p. 1635–1645, 2010.

MANLY, B. F. J. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**. 2nd. ed. London: Chapman and Hall, 1997.

MANSER, M. B. The acoustic structure of suricates' alarm calls varies with predator type and the level of response urgency. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 268, n. 1483, p. 2315–24, 22 nov. 2001.

MARCH, I. White-lipped peccary (Tayassu pecari). *In*: OLIVER, W. L. R. (Ed.). . **Pigs, Peccaries, and Hippos: Status Survey and Conservation Action Plan**. Gland, Switzerland: IUCN, 1993. .

MAYER, J. J.; WETZEL, R. M. Catagonus wagneri. **Mammalian Species**, 1986.

___. Tayassu pecari. **Mammalian Species**, p. 1–7, 1987.

MCCOMB, K.; SEMPLE, S. Coevolution of vocal communication and sociality in primates. **Biology letters**, v. 1, n. 4, p. 381–5, 22 dez. 2005.

MCCOWAN, B. *et al.* Bioacoustic tools for enhancing animal management and productivity: effects of recorded calf vocalizations on milk production in dairy cows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 77, n. 1, p. 13–20, maio 2002.

MCCOWAN, B.; ROMMECK, I. Bioacoustic monitoring of aggression in group-housed rhesus macaques. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, v. 9, n. 4, p. 261–268, 2006.

MCGREGOR, P. **Animal communication networks**. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

MCGREGOR, P. K. Applying bioacoustics: what can be learned from pure and applied aspects? **Bioacoustics**, v. 21, n. 1, p. 13–15, 2012.

MONTGELARD, C.; DUCROCQ, S.; DOUZERY, E. What is a Suiforme (Artiodactyla)? Contribution of cranioskeletal and mitochondrial DNA data. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 9, n. 3, p. 528–32, jun. 1998.

MORTON, E. S. On the occurrence and significance of motivational-structural rules in some bird and mamal sounds. **The American Naturalist**, v. 111, n. 981, p. 855–869, 1977.

MOURA, D. J. *et al.* Real time computer stress monitoring of piglets using vocalization analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 64, n. 1, p. 11–18, 2008.

NEAL, B. J. A Contribution on the Life History of the Collared Peccary in Arizona. **American Midland Naturalist**, v. 61, n. 1, p. 177–190, 1959.

NEUHOFF, J. G. **Ecological Psychoacoustics**. 1. ed. San Diego: Elsevier, 2004.

NOGUEIRA, S. S. C. *et al.* Observations of social structure changes in collared peccary herd. **Suiform Soundings**, v. 7, n. 1, p. 9–16, 2007.

___. Social behaviour of collared peccaries (*Pecari tajacu*) under three space. **Animal Welfare**, v. 19, n. Sowls 1997, p. 243–248, 2010.

___. The effect of environmental enrichment on play behaviour in white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*). **Animal Welfare**, v. 20, p. 505–514, 2011.

NOGUEIRA-FILHO, S. L. G.; SATO, T.; NOGUEIRA, S. S. C. A Organização social de queixadas (*Tayassu pecari*) e caititus (*T. tajacu*) em cativeiro. **Revista de Etologia**, v. 1, n. 2, p. 89–98, 1999.

NOY MEIR, I.; WALKER, D.; WILLIAMS, W. T. Data transformations in ecological ordination. II. On the meaning of data standardization. **Journal of Ecology**, v. 63, p. 779–800, 1975.

OBA, T. Application of Automated Bioacoustic Identification. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, n. 2, p. 445–451, 2004.

ORD, T. J.; GARCIA-PORTA, J. Is sociality required for the evolution of communicative complexity? Evidence weighed against alternative hypotheses in diverse taxonomic groups.

Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, v. 367, n. 1597, p. 1811–28, 5 jul. 2012.

OWREN, M. J.; RENDALL, D. Sound on the rebound: Bringing form and function back to the forefront in understanding nonhuman primate vocal signaling. **Evolutionary Anthropology**, v. 10, n. 2, p. 58–71, 2001.

PEREIRA, E. M.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G. Identification of acoustic parameters for broiler welfare estimate. **Engeinharia Agrícola**, v. 34, n. 3, p. 413–421, 2014.

POLLARD, K. A; BLUMSTEIN, D. T. Evolving communicative complexity: insights from rodents and beyond. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 367, n. 1597, p. 1869–78, 5 jul. 2012.

PROTHERO, D. R.; SCHOCH, R. M. **Horns, Tusk & Flippers**. 1. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2002.

RABIN, L. A; GREENE, C. M. Changes to acoustic communication systems in human-altered environments. **Journal of comparative psychology**, v. 116, n. 2, p. 137–141, 2002.

REBY, D. D.; MCCOMB, D. K. Anatomical constraints generate honesty: acoustic cues to age and weight in the roars of red deer stags. **Animal Behavior**, v. 65, p. 519–530, 2003.

REYNA-HURTADO, R. *et al.* Hunting and the conservation of a social ungulate: the white-lipped peccary Tayassu pecari in Calakmul, Mexico. **Oryx**, v. 44, n. 01, p. 89, 13 nov. 2009.

ROUX, A. LE; CHERRY, M. I.; MANSER, M. B. The vocal repertoire in a solitary foraging carnivore , Cynictis penicillata , may reflect facultative sociality. **Naturwissenschaften**, v. 96, p. 575–584, 2009.

SCHWEINSBURG, R. E. SOCIAL BEHAVIOR OF THE COLLARED PECCARY (PECARI TAJACU) IN THE TUCSON MOUNTAINS . University of Arizona , Ph . D ., 1969 Zoology University Microfilms, Inc ., Ann Arbor , Michigan In the Graduate College. 1969.

SCHWEINSBURG, R. E. Home Range, Movements, and Herd Integrity of the Collared Peccary. **The Journal of Wildlife Management**, v. 35, n. 3, p. 455–460, 1971.

SCHWEINSBURG, R. E.; SOWLS, L. K. Aggressive Behavior and Related Phenomena in the Collared Peccary. **Zeitschrift für Tierpsychologie**, v. 30, p. 132–145, 1972.

SEARBY, A.; JOUVENTIN, P. Mother-lamb acoustic recognition in sheep: a frequency coding. **Proceedings. Biological sciences / The Royal Society**, v. 270, n. 1526, p. 1765–71, 7 set. 2003.

SEYFARTH, R. M.; CHENEY, D. L. Signalers and receivers in animal communication. **Annual review of psychology**, v. 54, p. 145–73, jan. 2003.

SICURO, F. L.; NEVES, L. F. M.; OLIVEIRA, L. F. B. Sex- and age-related morphofunctional differences in skulls of Tayassu pecari and Pecari tajacu (Artiodactyla: Tayassuidae). **Journal of Mammalogy**, v. 92, n. 4, p. 828–839, 2011.

SIMMONS, A. M.; POPPER, A. N.; FAY, R. R. (EDS.). **Acoustic Communication**. 1. ed. New York: Springer, 2002.

SOWLS, L. K. Social behavior of collared peccary Dicotyles tajacu. *In*: GEIST, V.; WALTHER, F. (Eds.). . **The Behaviour of Ungulates and its Relation to Management**. Morges, Switzerland: Unwin Brothers Limited, 1974. v. 1p. 144–165.

___. **Javelinas and Other Peccaries: Their Biology, Management, and Use**. 2. ed. Tucson: Texas A&M University Press, 1997.

TAYLOR, A. M.; REBY, D. The contribution of source-filter theory to mammal vocal communication research. **Journal of Zoology**, v. 280, n. 3, p. 221–236, 17 mar. 2010.

TEAM, R. C. **R: A language and environment for statistical computing.**Vienna, AustriaR Foundation for Statistical Computing, , 2014. Disponível em: <http://www.r-project.org/>

TEÓFILO, T. S.; SILVA, A. F.; FONTENELE-NETO, J. D. Histological organization of collared peccary (Tayassu tajacu) lip. **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 36, n. 3, p. 194–6, jun. 2007.

THEIMER, T. C.; KEIM, P. Phylogenetic relationships of peccaries based on mitochondrial cytochrome B DNA sequences. **Journal of Mammalogy**, v. 79, n. 2, p. 566–572, 1998.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. Fourth ed.New York: Springer, 2002.

WETZEL, R. M.; MARTIN, R. L.; MYERS, P. Catagonus , an " Extinct "Peccary, Alive in Paraguay. **Science**, v. 189, p. 379–380, 1975.

WILDEN, I. *et al.* Subharmonics, Biphonation, and Deterministic Chaos in Mammal. **The International Journal of Animal Sound and its Recording**, v. 9, p. 171–196, 1998.

WILEY, R. H. Signal Detection and Animal Communication. **Advances in the Study of Behavior**, v. 36, p. 217–247, 2006.

WILEY, R. H.; RICHARDS, D. G. Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: Implications for the evolution of animal vocalizations. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 3, p. 69 – 94, 1978.

WILSON, E. O. **Sociobiology:** The Abridged Edition. Cambridge: Harvard University Press, 1975.