

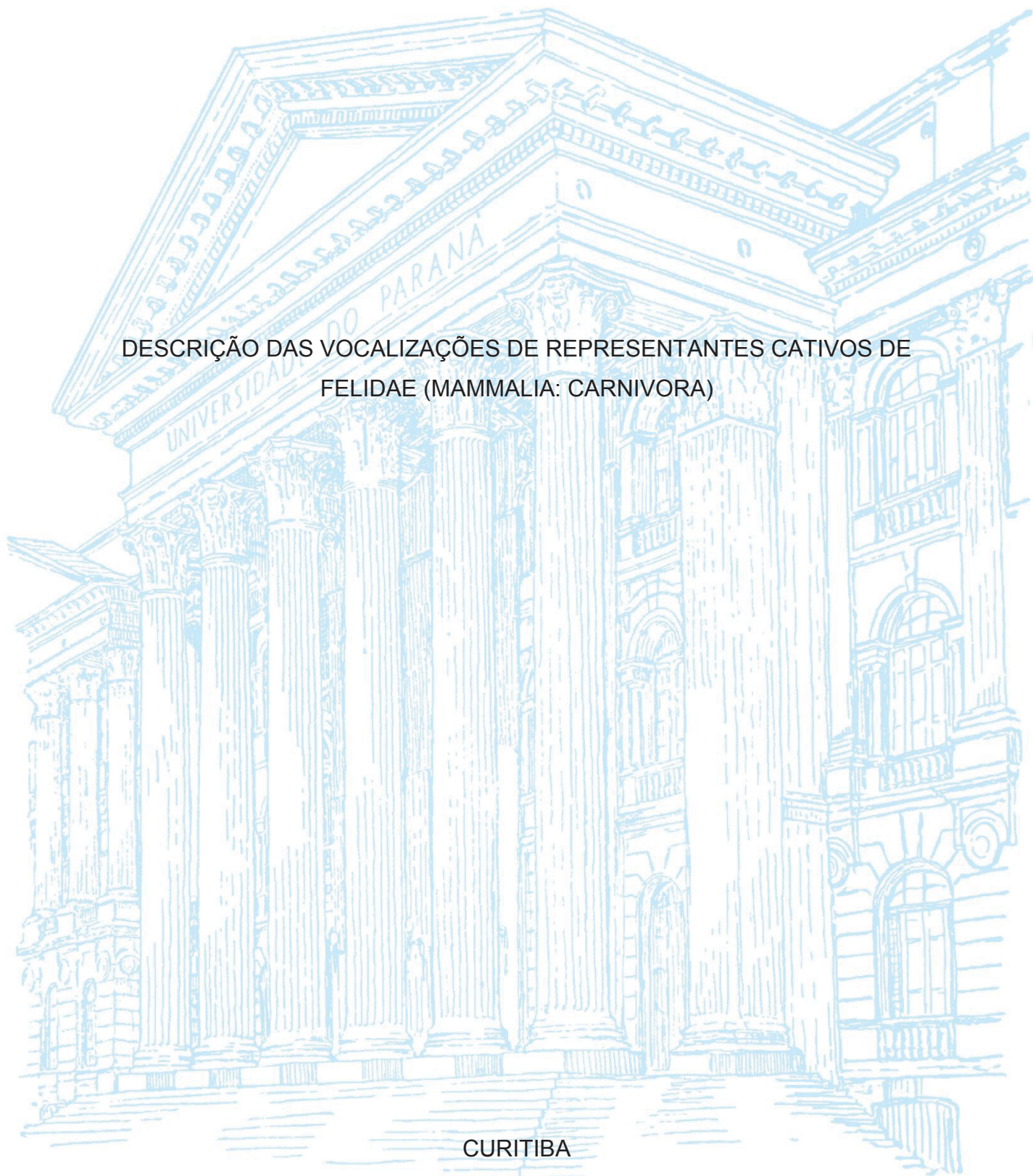
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SHALINE MEHTA MIAZAKI

DESCRIÇÃO DAS VOCALIZAÇÕES DE REPRESENTANTES CATIVOS DE
FELIDAE (MAMMALIA: CARNIVORA)

CURITIBA

2021



SHALINE MEHTA MIAZAKI

DESCRIÇÃO DAS VOCALIZAÇÕES DE REPRESENTANTES CATIVOS DE
FELIDAE (MAMMALIA: CARNIVORA)

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Emygdio Leite de Araujo Monteiro-Filho
Coorientadora: Dra. Lucimary Steinke Deconto Pesaroglo

CURITIBA

2021

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Miazaki, Shaline Mehta.

Descrição das vocalizações de representantes cativos de Felidae
(Mammalia: Carnivora). / Shaline Mehta Miazaki. – Curitiba, 2021.
85 f. : il.

Orientador: Emygdio Leite de Araujo Monteiro-Filho.
Coorientadora: Lucimary Steinke Deconto Pesaroglo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Som produzido por animais. 2. Ondas sonoras. 3. Bioacústica. 4.
Alometria. I. Título. II. Monteiro-Filho, Emygdio Leite de Araujo. III.
Pesaroglo, Lucimary Steinke Deconto. IV. Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20.ed.) 599.75



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -
40001016008P4

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **SHALINE MEHTA MIAZAKI** intitulada: **DESCRIÇÃO DAS VOCALIZAÇÕES DE REPRESENTANTES CATIVOS DE FELIDAE (MAMMALIA: CARNIVORA)**, sob orientação do Prof. Dr. EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Agosto de 2021.

Assinatura Eletrônica

06/09/2021 15:02:47.0

EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

13/09/2021 23:34:08.0

MARCOS R. ROSSI SANTOS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA)

Assinatura Eletrônica

03/09/2021 21:17:34.0

NEI MOREIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Avenida Cel Francisco H Santos, s/n - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-1641 - E-mail: pgzoo@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 109274

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 109274

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador e professor Emygdio, pessoa pela qual tenho imensa admiração e que carrego como exemplo de profissional. Também agradeço à coorientadora Lucimary, por acreditar em meu trabalho e por toda a ajuda durante essa jornada.

Quero agradecer a minha família por todo o apoio. Agradeço aos meus pais Manisha e Kazuo, devo tudo o que alcancei hoje a vocês; e a minha irmã Nayana, pelas conversas e incentivos. Também agradeço imensamente ao meu namorado Murilo. Obrigada por sempre estar aqui por mim, me apoiando nos momentos mais difíceis e me impulsionando a atingir meus objetivos e nunca desistir.

Agradeço a toda equipe do Zoológico Municipal de Curitiba, em especial, a Dra. Oneida e a Dra. Nancy por abrirem as portas do zoológico e por oferecer todo auxílio para a realização desse trabalho. Agradeço também ao Sr. Antônio, tratador dos felídeos, por toda a ajuda e pelo compartilhamento do seu conhecimento sobre a rotina e comportamento dos animais.

Agradeço também à equipe do Parque Ecológico da Klabin e do Refúgio Biológico Bela Vista, por me permitirem a realização da minha pesquisa, por toda ajuda nas minhas coletas e por toda a atenção que me deram. Agradeço às tutoras Manoela e Eliane por confiarem em mim e permitir que eu realize esse estudo com os seus gatos-domésticos.

Agradeço à banca da dissertação por todas as contribuições e considerações, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Laboratório de Ornitologia de Cornell (*Cornell Lab of Ornithology*), por disponibilizar o programa *Raven Pro* para a realização das análises sonoras.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia e a todos os professores pelo conhecimento passado. Também agradeço à CAPES pela bolsa concedida durante a realização do meu mestrado.

RESUMO

Categorizar e descrever os tipos de vocalizações de Felidae existentes e os comportamentos sociais associados a estes sons é importante, principalmente, para elevar os níveis de conhecimento e esforços de conservação para este grupo com tantas espécies vulneráveis e ameaçadas. Assim, este estudo objetivou realizar uma descrição do repertório vocal de Felidae e comportamentos associados. Além disso, foram realizadas comparações estatísticas (Kruskal-Wallis ou Mann-Whitney) para avaliar se a mesma emissão difere entre indivíduos e espécies. Testou-se também a hipótese de que grandes felídeos emitem sons com menores frequências do que os pequenos, devido à anatomia de seu aparato vocal, o que foi verificado por regressão linear de tamanho corpóreo vs. frequência (alometria acústica). Foram realizadas gravações de nove espécies de Felidae no Zoológico Municipal de Curitiba, no Refúgio Biológico Bela Vista e no Parque Ecológico da Klabin. As espécies gravadas foram: leão (*Panthera leo*), onça-pintada (*Panthera onca*), tigre (*Panthera tigris*), leopardo (*Panthera pardus*), suçuarana (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e gato-do-mato-do-sul (*Leopardus guttulus*), além de uma espécie doméstica, o gato-doméstico (*Felis silvestris catus*). Os parâmetros sonoros analisados foram: frequência mínima (Hz), frequência máxima (Hz), frequência dominante (Hz), frequência fundamental (Hz), duração de cada nota (s) e duração do chamado (s), além da presença de harmônicos e modulações. Foram identificados 13 sinais acústicos: arfar, jato de ar nasal, rosnado, rugido, grunhido, *hiss*, *snarl*, espirro forçado, miado, *prusten*, *mrr*, *moan* e chamado associado ao estro. Para cada sinal, foi descrito o comportamento exibido durante as gravações. Observou-se que os felídeos vocalizaram durante comportamentos de ameaça, defesa, ansiedade, relaxamento, em momentos amigáveis e como demanda de atenção. Desconsiderando-se o tipo de som, na comparação entre espécies para a frequência fundamental, em geral, os felídeos do gênero *Panthera* não foram significativamente diferenciados um do outro. O mesmo ocorreu para os pequenos felídeos. Na comparação entre os pequenos com os grandes, salvo algumas exceções, houve separação de forma significativa, indicando dois agrupamentos acústicos distintos. Quando analisada a mesma emissão, entre diferentes espécies, houve diferenças na frequência fundamental (chamado do cio: $p < 0,0001$; miado: $p < 0,05$; rugido: $p < 0,05$). Os resultados das regressões lineares demonstraram uma tendência de que o comprimento corporal seria correlacionado com a frequência fundamental ($p < 0,05$; $r^2 = 0,4071$) e a frequência máxima ($p < 0,05$; $r^2 = 0,3852$) das emissões sonoras dos felídeos analisados. Esse foi um estudo quali-quantitativo, sendo o primeiro a realizar uma investigação do repertório vocal de pequenos felídeos brasileiros, particularmente da jaguatirica, gato-maracajá e gato-do-mato-do-sul, espécies com poucas informações acústicas na literatura.

Palavras-chave: Vocalização. Emissão sonora. Bioacústica.

ABSTRACT

Categorize and describe different types of vocalization of Felidae and the associated behavior is important, mainly to elevate knowledge and conservation efforts to this endangered group. Thus, the aim of this study was to describe the vocal repertoire of Felidae and the associated behavior. Besides that, statistical comparisons (Kruskal-Wallis or Mann-Whitney) were made in order to evaluate if the same vocalization is different between species and individuals. Also, the hypothesis that big cats vocalize at low frequency sounds due to the anatomy of its vocal apparatus, was tested with a linear regression between body size and frequency (acoustic allometry). Recordings of nine species of Felidae were made at the Municipal Zoo of Curitiba, at the Bela Vista Biological Refuge and at the Klabin Ecological Park. The recorded species were: lion (*Panthera leo*), jaguar (*Panthera onca*), tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*), puma (*Puma concolor*), ocelot (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) and southern tiger cat (*Leopardus guttulus*), as well as a domestic species, the domestic cat (*Felis silvestris catus*). Vocalizations were recorded, described and analyzed for minimum frequency (Hz), maximum frequency (Hz), peak frequency (Hz), fundamental frequency (Hz), duration of each note(s) and duration of the call(s). In addition to that, the presence of harmonics and modulation was observed. In the present research, 13 types of sounds were identified: a type of pant, snort, growl, roar, hiss, snarl, spit, "mew", *prusten*, *mrr*, moan, grunt, in addition to the call associated with the female's estrus. To each acoustic signal the social behavior exhibited during the recordings was described. The cats vocalized during behaviors of threat, defense, anxiety, relaxation, friendly close-range moments and to call attention, as the female's heat call. Disregarding the sound type, in comparison between species for the fundamental frequency, in general, the felids of the genus *Panthera* were not significantly differentiated from one another. The same was true for small cats. In comparisons between small and large cats, with few exceptions, there was a significant separation, indicating two distinct acoustic groupings. When analyzed the same type of sound, there were significant differences in the fundamental frequency between different species (estrus call: $p < 0.0001$; "mew": $p < 0.05$; roar: $p < 0.05$). Acoustic allometry analysis results showed a tendency that the body length could be related to the fundamental ($p < 0.05$; $r^2 = 0.4071$) and maximum ($p < 0.05$; $r^2 = 0.3852$) frequencies. This was a quali-quantitative study, being the first to carry out an investigation of the vocal repertoire of several species of Brazilian cats, particularly of the ocelot, margay and southern tiger cat, species with scarce acoustic information in the literature.

Keywords: Vocalization. Sound. Bioacoustics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Representação de uma onda sonora. Adaptado de Bradley e Stern (2008).
..... 10
- Figura 2.** Filogenia da família Felidae. Fonte: Sunquist e Sunquist (2014). 13
- Figura 3.** Espécies de felídeos utilizados para este estudo, onde: a) Indivíduo macho de onça-pintada (*Panthera onca*) do Refúgio Biológico da Itaipu. Fonte: a autora; b) Exemplar macho de leão-africano (*Panthera leo*) do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: a autora; c) Exemplar de tigre (*Panthera tigris*) do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: BemParaná/SMCS, disponível em <<https://www.bemparana.com.br/noticia/animais-do-zoo-de-curitiba-tem-cardapio-diferente-no-frio--#.X7xm11VKjIU>>; d) Exemplar de *Panthera pardus*. Fonte: *National Geographic Photo Ark*/ Joel Sartore. Disponível em: <<https://www.nationalgeographic.org/media/photo-ark-african-leopard/>>; e) Exemplar de *Leopardus pardalis* do Refúgio Biológico da Itaipu. Fonte: o autor; f) Fêmea de *Leopardus wiedii* do Parque Ecológico da Klabin. Fonte: o autor; g) Exemplar de *Leopardus guttulus* do Refúgio Biológico de Itaipu. Fonte: o autor; h) Indivíduo macho de *Puma concolor* do Parque Ecológico da Klabin. Fonte: a autora; i) Exemplar de gato-doméstico (*Felis silvestris catus*) gravado no estudo. Fonte: Manoela Campos de Oliveira. 25
- Figura 4.** Espectrogramas das emissões sonoras encontradas nas espécies de felídeos amostradas em cativeiro obtidos com um programa de análise sonora (*Raven: Interactive Sound Analysis Software*®), onde: a) Arfar de uma suçuarana; b) Trecho do chamado do cio de uma onça-pintada; c) Trecho do chamado do cio de uma suçuarana; d) Espirro forçado de um gato-maracajá; e) Grunhido de uma onça-pintada; f) *Hiss* emitido por uma suçuarana; g) Jato de ar nasal emitido por uma jaguatirica; h) Miados de um gato-doméstico; i) *Moan* de um tigre, j) *Mrr* de um tigre; k) *Prusten* de um tigre; (l) Rosnado de uma jaguatirica; (m) Rugidos de um leão; (n) *Snarl* de uma jaguatirica. 39
- Figura 5.** Sequência de notas de rugidos de um leão. Destaque para as notas mais longas no início do chamado, seguido por várias notas curtas sequenciais. Ao final, uma nota única mais longa. Fonte: o autor. 45

- Figura 6.** Representação gráfica das comparações entre as nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas no presente estudo, quanto ao parâmetro sonoro frequência fundamental (Hz), independente do tipo de emissão sonora registrada. Para diferenças significativas, observar resultados do teste *a posteriori* de Dunn na Tabela 4.57
- Figura 7.** Representação gráfica do logaritmo da frequência fundamental (Hz) pelo logaritmo do comprimento do corpo (cm). Cada ponto no gráfico representa a média da frequência fundamental e comprimento do corpo para uma das nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas neste estudo.62
- Figura 8.** Representação gráfica do logaritmo da frequência máxima (Hz) pelo logaritmo do comprimento do corpo (cm). Cada ponto no gráfico representa a média da frequência máxima e comprimento do corpo para uma das nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas neste estudo.62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais tipos de emissões sonoras de Felidae e o contexto em que são emitidos.....	31
Quadro 2. Etograma de Felidae incluindo as definições para os comportamentos (Stanton <i>et al.</i> 2015).....	33
Quadro 3. Guia para o repertório vocal de Felidae e sua descrição.	37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Tipos de emissões sonoras encontradas neste estudo para as espécies de felídeos amostradas em cativeiro. O sinal + indica que a espécie emitiu a categoria sonora e, o sinal -, indica que não houve o registro.37
- Tabela 2.** Médias (\pm desvio padrão) {amplitude} gerais dos parâmetros sonoros para cada espécie de felídeo amostrada. Frequência fundamental (f_0) em Hz; frequência dominante (f_{dom}) em Hz; frequência mínima (f_{min}) em Hz; frequência máxima (f_{max}) em Hz; tempo de duração das notas (t) em segundos. NA indica que tal parâmetro não pode ser medido.40
- Tabela 3.** Médias (\pm desvio padrão) {amplitude} dos parâmetros sonoros para cada tipo de som emitido pelas nove espécies de felídeos amostrados. Frequência fundamental (f_0) em Hz; frequência dominante (f_{dom}) em Hz; frequência mínima (f_{min}) em Hz; frequência máxima (f_{max}) em Hz; tempo de duração das notas (t) em segundos. NA indica que tal parâmetro não pode ser medido.41
- Tabela 4.** Resultados do Teste de Dunn para as diferentes espécies de Felidae quanto ao parâmetro frequência fundamental. Em destaque estão os p -valores significativos.58
- Tabela 5.** Resultados do Teste de Mann-Whitney para as diferentes espécies de Felidae quanto às diferentes emissões, para os parâmetros frequência fundamental (f_0), frequência dominante (f_{dom}) e duração das notas (t). Em destaque estão os p -valores significativos.59
- Tabela 6.** Resultados do Teste de Kruskal-Wallis com o pós-teste de Dunn para as diferentes espécies de Felidae quanto às diferentes emissões, para os parâmetros frequência fundamental (f_0), frequência dominante (f_{dom}) e duração das notas (t). Estão destacados os p -valores significativos.60
- Tabela 7.** Resultados das análises de regressão linear entre os parâmetros sonoros e parâmetros de tamanho corporal, para as nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas neste estudo. f_0 = frequência fundamental; f_{dom} = frequência dominante; f_{min} = frequência mínima; f_{max} = frequência máxima; comprimento = comprimento do corpo.61

SUMÁRIO

1.1 INTRODUÇÃO	10
1.1.1 Princípios e conceitos gerais da física sonora.....	10
1.1.2 Introdução geral aos felídeos	12
1.1.3 Emissão sonora em Felidae	14
1.1.4 Emissões sonoras e tamanho do corpo: alometria acústica em representantes da família Felidae	17
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
1.2.1 Sítios de gravação.....	20
1.2.2 Espécies-alvo do estudo	21
1.2.3 Gravações de áudio	25
1.2.4 Análises acústicas	27
1.2.5 Análise estatística	31
1.2.6 Considerações éticas e autorizações	32
1.3 RESULTADOS	33
1.3.1 Leão (<i>Panthera leo</i>).....	44
1.3.2 Onça-pintada (<i>Panthera onca</i>)	45
1.3.3 Tigre (<i>Panthera tigris</i>).....	47
1.3.4 Leopardo (<i>Panthera pardus</i>)	49
1.3.5 Suçuarana (<i>Puma concolor</i>).....	49
1.3.6 Jaguatirica (<i>Leopardus pardalis</i>)	50
1.3.7 Gato-maracajá (<i>Leopardus wiedii</i>)	51
1.3.8 Gato-do-mato-do-sul (<i>Leopardus guttulus</i>).....	53
1.3.9 Gato-doméstico (<i>Felis silvestris catus</i>).....	53
1.3.10 Variação individual	54
1.3.11 Comparação estatística entre espécies.....	56
1.3.12 Alometria acústica	61
1.4 DISCUSSÃO	63
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A – GRAVAÇÕES DAS ESPÉCIES DE FELÍDEOS AMOSTRADAS ..	84

1.1 INTRODUÇÃO

1.1.1 Princípios e conceitos gerais da física sonora

O som é definido como uma perturbação mecânica que se move num meio material, sendo que esse meio pode ser fluido (como ar e água) ou sólido. Essa perturbação mecânica é o aumento e diminuição da pressão do ar com o passar do tempo, ou seja, alguma propriedade mecânica do material sofre alteração (BRADLEY; STERN, 2008).

Algumas informações podem ser extraídas com a passagem do som por meio material, como período, frequência, comprimento de onda, amplitude, entre outros. A amplitude é definida como o valor máximo da pressão acústica de uma onda. O período (T) é definido como o tempo em que a onda demora para se repetir, sendo medido em segundos (s). Já a frequência (f) é o número de períodos por segundo, sendo medido em Hertz (Hz). O comprimento de onda (λ) é a distância entre os picos das ondas sonoras, medido em metros (m; FIGURA 1; BRADLEY; STERN, 2008).

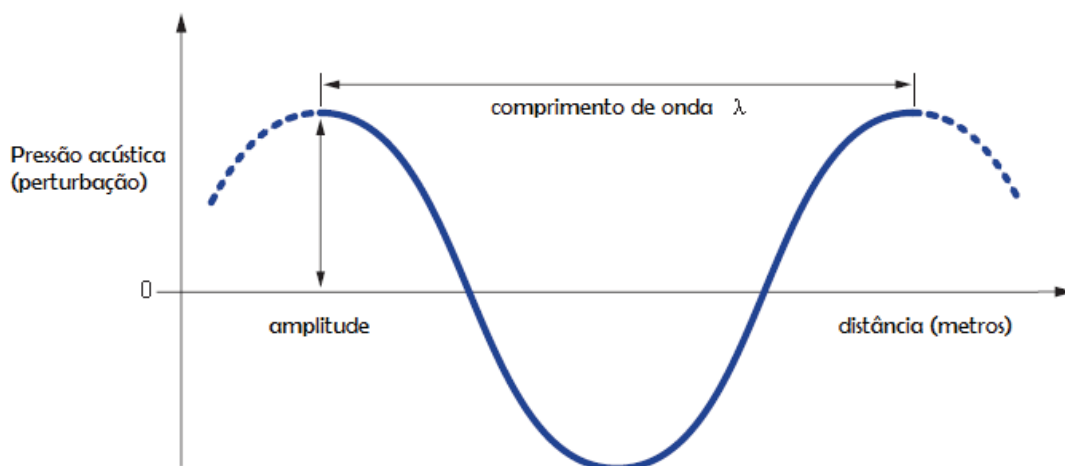


Figura 1. Representação de uma onda sonora. Adaptado de Bradley e Stern (2008).

As características das ondas sonoras podem ser visualizadas graficamente através de um espectrograma, que mostra a frequência através do tempo. Alternativamente, há também o espectro de energia (*power spectrum*), que mostra os

níveis de pressão acústica pelo tempo ou o espectro de frequência (*frequency spectrum*), que também mostra a pressão acústica, mas pela frequência (BERTA *et al.*, 2006).

No ambiente, a transmissão sonora pode ser afetada pela absorção, reflexão, refração, reverberação, atenuação ou mascaramento. A absorção é a perda de energia de um sinal acústico. Quando um som atravessa um meio com viscosidade, por exemplo, as moléculas associadas ao som criam atrito umas com as outras, transformando a energia em calor. Dessa forma, o som perde energia. Na reflexão, há a presença de barreiras que impedem a propagação do som. Assim, o som, que é uma onda mecânica, bate na barreira e reflete para outra direção. Já a refração é a mudança de direção de um sinal acústico devido à mudança de velocidade do som (BRADLEY; STERN, 2008). Por sua vez, a reverberação é quando o som atravessa meios não homogêneos quanto à densidade e velocidade. Nesse caso, o som se espalha devido à reflexão causada. Por causa da reflexão, o som tende a continuar se propagando em todas as direções, mesmo depois da emissão sonora ter cessado. A energia total espalhada é chamada de reverberação (BJØRNØ, 2017). A atenuação é a redução ou perda de intensidade ou de energia de um som (JARZYNSKI, 1990). Por fim, o mascaramento é uma sobreposição de sons de fundo (por exemplo, ruídos) e o sinal acústico, de forma que o sinal se torna indetectável ou indiscriminável para o receptor (BRADBURY; VEHRENCAMP, 2011).

Em ambiente terrestre, os sons podem ser refletidos pelo solo, atenuados pela vegetação, sofrer reverberação, ser mascarados por ruído e refratados devido ao vento ou gradientes de temperatura (LAROM *et al.*, 1997). Em geral, sons de baixa frequência são menos atenuados que sons de alta frequência (PIERCE, 1981 *apud* LAROM *et al.*, 1997). Dessa forma, os sons de baixa frequência são ideais para chamados de longa-distância, estratégia adotada pelo elefante-africano e pelo leão ao emitirem suas vocalizações (LAROM *et al.*, 1997). Além disso, há períodos do dia em que a transmissão sonora é favorecida (por exemplo, horários com menos vento). Sendo assim, os animais podem escolher vocalizar nesses períodos mais favoráveis, sendo uma possível explicação da preferência dos leões por vocalizarem no período crepuscular ou noturno (LAROM *et al.*, 1997).

1.1.2 Introdução geral aos felídeos

Os felídeos compõem a família Felidae e pertencem à ordem Carnivora, subordem Feliformia (carnívoros com forma felina), sendo distinguidos dos Caniformes pela estrutura da bula auditiva (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). São comumente referidos como gatos, felídeos ou felinos.

Em geral, os felídeos encontram-se em uma situação preocupante. Mais de 45% das espécies estão incluídas nas categorias “ameaçado” ou “vulnerável” da IUCN *Red List of Threatened Species* (2021). A mortalidade desses animais está relacionada a uma série de fatores, contudo as atividades humanas têm sérios impactos sobre as populações de felídeos, podendo-se citar a conversão de habitat a terras de plantio, desenvolvimento urbano, devastação e fragmentação de habitat, perseguição retaliativa e acidentes com veículos. Ainda, as populações de felídeos podem ser expostas a doenças comuns a carnívoros domésticos, como consequência da invasão humana nos habitats desses animais (LOVERIDGE *et al.*, 2010). Outra ameaça é a caça e tráfico ilegal, já que os felídeos são muito alvejados por sua pele e por seus ossos, utilizados na medicina tradicional oriental. Sendo assim, tal caça predatória com fins comerciais é uma forte ameaça para essa família (NOWELL; JACKSON, 1996). Além disso, uma das principais causas da mortalidade é a perda de presas, consequência da devastação e perda de habitat (LOVERIDGE *et al.*, 2010).

A família é composta por duas subfamílias e oito linhagens compostas por 41 espécies (KITCHENER *et al.*, 2017) que iniciaram a irradiação no Mioceno (entre 14 e 13 milhões de anos). A linhagem considerada mais basal é a Panthera (gênero *Neofelis* e *Panthera*), tendo surgido há 10,8 milhões de anos (M.A.). O próximo clado a se separar há 9,4 M.A. é a linhagem do *Bay cat* (*Pardofelis*). A terceira linhagem que divergiu há 8,5 M.A. é a do Caracal, com dois gêneros, *Caracal* e *Leptailurus*. A próxima linhagem é a da Jaguatirica (*Leopardus*), que inclui a maioria dos pequenos felídeos da Região Neotropical e que surgiu há 8 M.A. A quinta linhagem corresponde ao gênero *Lynx*, que divergiu há 7,2 M.A. A linhagem seguinte é a do Puma, incluindo o gênero *Puma* e *Acinonyx*, que se separaram há 6,7 M.A. A sétima e oitava linhagens são os felídeos pequenos do Velho Mundo, os gatos-leopardos (*Otocolobus* e *Prionailurus*) e o gato

doméstico (*Felis*). Eles divergiram um do outro há 6,2 M.A. (FIGURA 2; WERDELIN *et al.*, 2010).

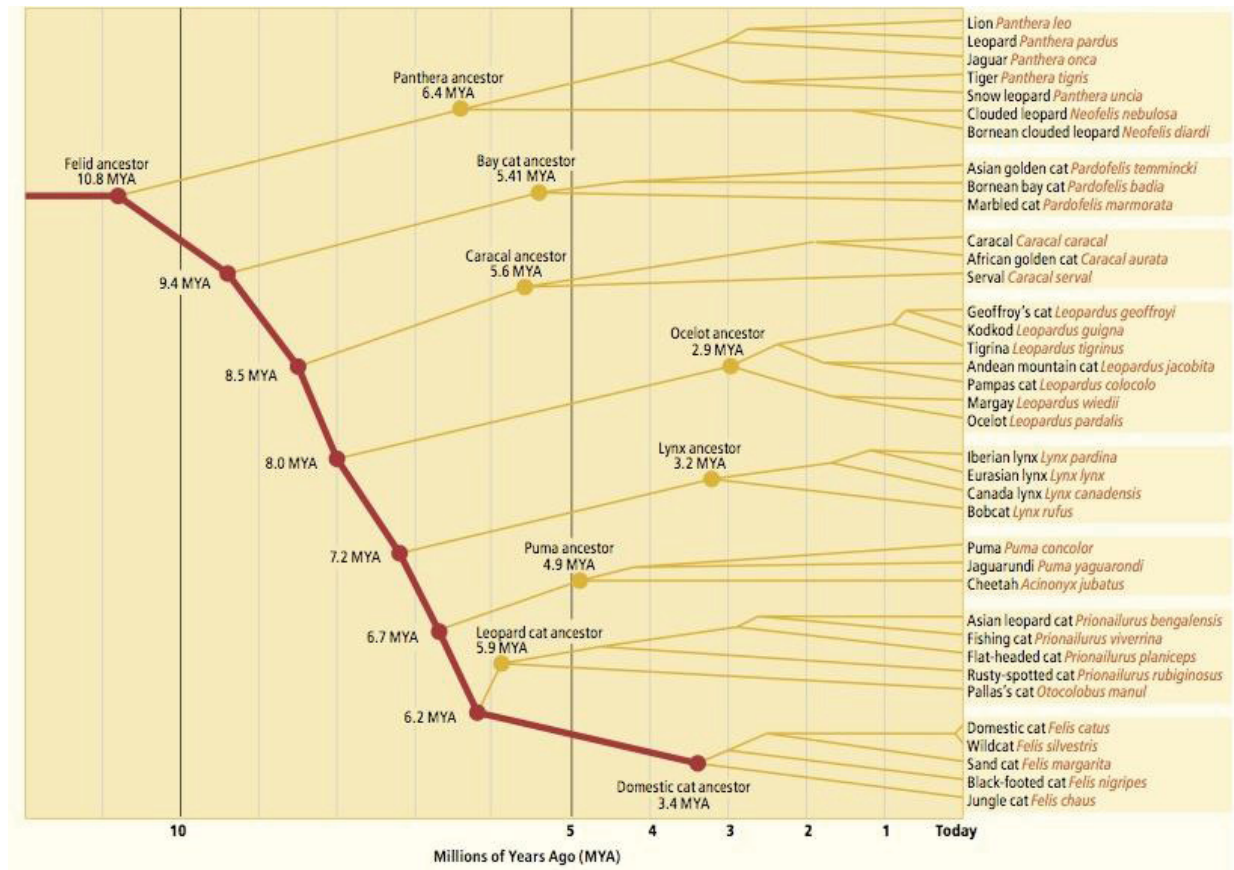


Figura 2. Filogenia da família Felidae. Fonte: Sunquist e Sunquist (2014).

Os felídeos estão originalmente distribuídos por todos os continentes, exceto pela Australásia e Antártica. Estão presentes nos mais diversos habitats, como florestas boreais e tropicais, savanas, desertos e estepes, embora a maioria das espécies, particularmente as neotropicais, estejam restritas a áreas de matas fechadas e florestas densas (NOWELL; JACKSON, 1996). Entretanto, devido à introdução realizada pelo ser humano, o gato-doméstico (*Felis silvestris catus*), que pode se tornar feral, é distribuído pelo mundo todo.

O Brasil possui ao menos nove espécies de felídeos, sendo que ainda há controvérsia quanto ao número de espécies existentes no país. São eles: gato-palheiro (*Leopardus colocolo*); gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*); gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*); gato-do-mato-do-sul (*Leopardus guttulus*); gato-maracajá

(*Leopardus wiedii*); jaguatirica (*Leopardus pardalis*); onça-pintada (*Panthera onca*); suçuarana (*Puma concolor*); e gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*; KITCHENER *et al.*, 2017). Contudo, indefinições ainda persistem como por exemplo no caso do gato-palheiro (*Leopardus colocolo*) que nos últimos 26 anos foi inicialmente separado em três espécies (*L. colocolo*, *L. pajeros* e *L. braccatus*; GARCIA-PEREA, 1994), posteriormente em seis (NASCIMENTO, 2010), volta a ser considerada uma única espécie (COSSÍOS *et al.*, 2009; RUIZ-GARCIA *et al.*, 2013; KITCHENER *et al.*, 2017) e, atualmente, cinco espécies (*Leopardus colocolo*, *Leopardus braccatus*, *Leopardus munoai*, *Leopardus pajeros* e *Leopardus garleppi*; NASCIMENTO *et al.*, 2020) sendo que duas ocorrem no Brasil (*Leopardus braccatus* e *Leopardus munoai*; NASCIMENTO *et al.*, 2020; ABREU *et al.*, 2021).

Em geral, há uma defasagem de estudos de felídeos, principalmente de espécies que residem em ambientes de floresta, que são menos estudados pois há uma dificuldade logística em se trabalhar em tais ambientes. Particularmente, os felídeos pequenos da Ásia e da América do Sul são pouco conhecidos e são considerados como uma grande lacuna no conhecimento (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). Apesar do número de artigos publicados na língua inglesa para os felídeos ter aumentado (de 1950 a 2008) nos âmbitos de genética, ecologia e conservação, ainda há espécies que carecem de estudos. Na América do Sul, há mais publicações com as espécies *Puma concolor* e *Panthera onca*, sendo que as espécies do gênero *Leopardus* ainda aparecem em poucos estudos (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010).

1.1.3 Emissão sonora em Felidae

Os felídeos são animais solitários, com raras exceções nos agrupamentos sociais formados pelos leões e, em menor grau, pelos guepardos. Para os demais felídeos, em geral, a interação entre os indivíduos é limitada ao acasalamento e ao cuidado parental direto e fortemente exercido pelas mães (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002).

Por seu modo de vida, o sistema social é dependente de eficiente comunicação olfativa (KITCHENER *et al.*, 2010), contudo, a emissão sonora em felídeos também é uma importante forma de comunicação intraespecífica a curtas ou longas distâncias e

podem ocorrer através de miados, rugidos, ronronar e até por “espirros” (PETERS; TONKIN-LAYHAUSEN, 1999).

Inicialmente, as diferenças nas vocalizações de felídeos grandes e pequenos eram atribuídas às diferenças morfológicas do osso hioide. Na maioria dos felídeos, o hioide é suportado por uma série de ossos. Em *Panthera sp.*, um dos ossos, o *epihyal*, foi substituído por um ligamento elástico que permite que a laringe se mova para longe da faringe, permitindo o rugido. Assim, os integrantes de *Panthera sp.* conseguem rugir, mas não ronronar; por outro lado, sem estas adaptações os gatos menores conseguem ronronar, mas não rugir (POCOCK, 1916). Entretanto, posteriormente foi constatado que a estrutura do hioide e os ligamentos elásticos não estão diretamente relacionados com a habilidade de rugir (PETERS; HAST, 1994). O leopardo-das-neves (*Panthera uncia*), por exemplo, possui o ligamento elástico, mas não é capaz de rugir. Contudo, os demais representantes de *Panthera sp.* possuem largas e pesadas pregas vocais com largas pregas vestibulares fibroelásticas. Assim, ao vibrarem as pregas vocais produzem sons de baixa frequência que são amplificados pela laringe, faringe e boca, resultando no rugido. Por outro lado, os gatos pequenos e o leopardo-das-neves, possuem pregas vocais pequenas, que não conseguem vibrar em baixa frequência, os impedindo de rugir (PETERS; HAST, 1994). Ainda há um outro aspecto que permite o rugido, o aparato vocal alongado que influencia no timbre deste som. Sendo assim, estas características anatômicas combinadas geram a capacidade do animal de rugir (WEISSENGRUBER *et al.*, 2002).

Quanto ao ronronar, nos gatos pequenos, tal emissão é gerada por rápidas contrações do músculo vocal, que funcionam em conjunto com as pregas vocais. Nos grandes felídeos, como as pregas vocais são mais robustas, essa contração não é possível, impossibilitando esse tipo de emissão sonora no grupo (WEISSENGRUBER *et al.*, 2002).

Um agravante a essa discussão, é a definição dos diferentes tipos de vocalização. A definição do rugido ainda é confusa, sendo que apenas os leões, leopardos e onças-pintadas conseguem rugir (PETERS; HAST, 1994). O tigre não consegue rugir, mas possui em suas emissões sonoras elementos de rugido, provavelmente devido à anatomia do aparato vocal, já discutido previamente. Apesar disso, o termo rugido nos

tigres ainda é citado e suportado na literatura (WALSH *et al.* 2003; JI *et al.* 2013; ROSE *et al.* 2017). Ainda para o tigre, há dificuldade também quanto à definição do *moan*, que pode ser facilmente confundido com rugido ou pode ser chamado de uma variedade de outros termos, como “rugido atenuado” ou “miado intenso” (ROSE *et al.* 2017).

O problema se aprofunda ainda mais com uma falta na padronização da terminologia. Existem, por exemplo, vocalizações de felídeos que foram nomeadas em outros idiomas e que permanecem sem tradução para o português, como o *prusten*, *chuff*, *hiss*, termos utilizados, por exemplo, por Sunquist e Sunquist (2002) e Rose *et al.* (2017). Além disso, outras palavras possuem mais de um significado em português, como o termo *growl* (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ROSE *et al.* 2017) que pode significar rosnar, resmungar, rugir ou murmurar (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021). Para deixar ainda mais confuso, o termo *snarl* (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002) também se traduz em português como rosnar (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021). Apesar disso, os termos *growl* e *snarl* caracterizam vocalizações distintas, com o *growl* sendo um rosnado contínuo com a boca fechada e o *snarl* uma vocalização semelhante, mas com a boca aberta ou entreaberta e de duração mais curta e com mais energia (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). Dessa forma, visto essa falta de padronização, se torna complicado comparar as vocalizações entre diferentes estudos.

Toda essa imprecisão com a terminologia pode ser devido ao fato de que, em geral, há uma grande defasagem no estudo de vocalizações de Felidae, principalmente devido às dificuldades de se estudar esse grupo em vida livre. Por terem hábito de vida mais crepuscular ou noturno, geralmente solitário (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002) e com uma grande área de vida (NOWELL; JACKSON, 1996), a gravação das emissões sonoras dessa família é um desafio, particularmente para gatos pequenos. Dessa forma, os poucos estudos na área são, em sua maioria, conduzidos em zoológicos (como Rabb, 1959; Peters, 1987; Ecklund *et al.*, 2011; Ji *et al.*, 2013; Rose *et al.* 2017), Unidades de Conservação (como Peters, 1987; McComb *et al.*, 1994; Peters e Tonkin-Leyhausen, 1999; Potter, 2005; Pfefferle *et al.*, 2007) ou coleções particulares (como Peters e Tonkin-Leyhausen, 1999).

Além de todas essas questões, ainda há a dificuldade em se diferenciar um som vocal de um som não-vocal. Em geral, o termo “vocalização” é utilizado para se referir a

qualquer som produzido por animais, desconsiderando assim, as estruturas e mecanismos que geram tal som. Realmente, sons produzidos pelas cordas vocais são vocalizações. Entretanto, sons que são produzidos de qualquer outra forma são considerados não vocais. Os sons não vocais podem ser respiratórios, como a inspiração e exalação de ar através da boca e narinas, que podem ser utilizados para fins de comunicação. Entretanto, tais sons são pouco compreendidos (PETERS, 1989). Por exemplo, a dificuldade em reconhecer se o *hiss* emitido pelos felídeos, era um som produzido pelas cordas vocais ou se era apenas um som de exalação (PETERS 1987, 1989). Atualmente, os estudos classificam o *hiss* como não vocal (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; SCHOTZ *et al.*, 2015; TAVERNIER *et al.*, 2020). O mesmo ocorre para a emissão do tipo *spit*. Elucidar se tais sons são vocais ou não vocais não está dentre os objetivos deste estudo, entretanto, numa tentativa de padronizar alguns conceitos, os sons não vocais ou sons em que se há dúvida quanto a sua forma de produção, são aqui referidos simplesmente como “emissão sonora”.

1.1.4 Emissões sonoras e tamanho do corpo: alometria acústica em representantes da família Felidae

A alometria acústica ou alometria tamanho-frequência é uma temática atual acerca da vocalização em mamíferos e caracteriza-se pelo estudo da correlação entre o tamanho e as características das vocalizações dos animais, com o objetivo de determinar se o comprimento do corpo do animal e, portanto, o tamanho do aparato vocal afeta os parâmetros da vocalização. Segundo os estudos de alometria acústica, os animais de grande porte produzem sons com baixas frequências, ao contrário dos animais menores. Assim, quanto maior o animal, menor seria a frequência de sua vocalização. Essa presunção foi primeiramente introduzida por Morton (1977) sendo, posteriormente, suportada e explicada fisicamente por Fitch (2000). Segundo Fitch (2000), isso seria devido à anatomia do aparato vocal. A produção de som é dividida segundo a fonte (cordas vocais) e filtros (cavidades de ar entre laringe, boca e narinas). Em geral, o ar que sai dos pulmões flui através das cordas vocais, que vibram. A taxa de vibração determina a frequência do som produzido. Após essa etapa, a energia acústica gerada

passa através das cavidades de ar, que atuam como filtros do tipo “*bandpass*”, denominadas “*formants*”. Tais filtros são determinados pelo tamanho e formato do aparato vocal, que modificam o som, o que faz com que algumas amplitudes das frequências sejam atenuadas e outras não (FITCH, 2000). Tal forma de produção de som impõe limitações às vocalizações dos animais. Para Titze (1994), a menor frequência fundamental que o animal consegue emitir é limitada pelo tamanho das cordas vocais, pois cordas vocais maiores vibram a frequências fundamentais menores. Além disso, a menor frequência que o ar dentro do aparato vocal consegue ressoar, também é limitado pelo seu tamanho já que aparatos vocais longos produzem “*formants*” menores (TITZE, 1994). Dessa forma, a partir de tais princípios físicos, a alometria acústica postulada por Morton (1977) pode ser explicada.

Desde então, várias pesquisas foram feitas com diferentes grupos de mamíferos para estudar a influência do tamanho do corpo nas vocalizações (por exemplo, com felídeos, Peters e Peters, 2010; primatas e carnívoros, Ruprecht, 2014 e Bowling *et al.*, 2017; e primatas, Garcia *et al.*, 2017). Tais pesquisas variaram quanto aos parâmetros utilizados como preditor de tamanho de corpo, sendo eles: peso (PETERS; PETERS, 2010), comprimento de corpo, medido da cabeça ao fim do corpo, sem a cauda (BOWLING *et al.*, 2017), ou ambos parâmetros: peso e comprimento de corpo (RUPRECHT, 2014). Quanto aos parâmetros de frequência, os tipos mais comumente utilizados em análises de alometria acústica foram: frequência fundamental, frequência dominante, frequências mínima e máxima, sendo que os estudos utilizaram uma dessas frequências ou uma combinação das mesmas, sempre sob a forma de médias (PETERS; PETERS, 2010; BOWLING *et al.*, 2017; GARCIA *et al.*, 2017).

Alguns estudos com diferentes grupos taxonômicos, de fato obtiveram uma correlação negativa entre o tamanho de corpo e o tipo de frequência analisada. Hauser (1993) encontrou uma correlação negativa forte para primatas. Já Bowling *et al.* (2017) se propuseram a testar 91 espécies de mamíferos e encontraram correlação fraca ($r^2 = 0,58$). Entretanto, quando se testou somente primatas, a correlação foi forte ($r^2 = 0,74$). O mesmo não foi encontrado quando realizado o mesmo processo para carnívoros onde a correlação, mesmo que existente, foi fraca ($r^2 = 0,44$).

Para felídeos, um estudo analisou a influência do comprimento de corpo na frequência dominante de chamados de longa distância para 27 espécies, levando em conta a estrutura filogenética, contudo, não houve significância (PETERS; PETERS, 2010). Em um outro estudo também com felídeos (15 espécies), apesar de ter encontrado significância (p -valor = 0,049), a correlação foi baixa ($r^2 = 0,265$; RUPRECHT, 2014).

O maior desafio em se estudar a alometria acústica é caracterizar o comportamento vocal de cada espécie de forma consistente. Em estudos com anuros e aves, tem sido selecionada uma categoria sonora comum a várias espécies. Em mamíferos, isso se torna mais complicado, já que a identificação de padrões vocais não é tão clara (BOWLING *et al.*, 2017). Particularmente para a família Felidae, há tipos de emissões sonoras presentes em algumas espécies e não em outras, reflexo da diferença entre o aparato vocal de espécies grandes e pequenas, o que dificulta esse modo de análise adotado em outros grupos.

De forma geral, ainda há pouca evidência empírica para a correlação negativa do comprimento de corpo e frequência, particularmente para mamíferos (BOWLING *et al.*, 2017), o que amplia o leque de possibilidades analíticas.

Diante do exposto, o desenvolvimento de pesquisas que revelem diferentes aspectos da história natural de algumas espécies de Felidae é uma importante forma de conhecer as espécies e gerar conhecimento que contribua para sua conservação. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar quali e quantitativamente as emissões sonoras de integrantes da família Felidae, visando: (1) identificar e descrever os padrões sonoros encontrados para cada espécie; (2) relatar os comportamentos exibidos durante as emissões; (3) testar se o mesmo tipo de emissão sonora apresenta diferença entre os indivíduos e entre as espécies e; (4) testar se os padrões encontrados estão correlacionados com os tamanhos corporais.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Sítios de gravação

As gravações de áudio foram realizadas no Zoológico Municipal de Curitiba, no Refúgio Biológico Bela Vista em Foz do Iguaçu e no Parque Ecológico Klabin no município de Telêmaco Borba, todos no estado do Paraná. Quanto aos gatos-domésticos, as gravações foram realizadas nas casas de seus tutores.

No Zoológico Municipal de Curitiba, as onças-pintadas e suçuaranas estão localizadas em um pavilhão mais afastado. O recinto desses animais possui 70 metros quadrados cada um e possuem uma pequena piscina e troncos espalhados pelo recinto, com exceção do recinto de uma das onças-pintadas fêmeas, que em adição aos troncos possui também uma plataforma construída em madeira. O substrato dos recintos é composto predominantemente de concreto e terra com pequenos locais cobertos por grama. Já os tigres e os leões estão localizados mais próximo da entrada do zoológico, em recintos maiores e com maior área verde. Os recintos dos dois tigres ocupavam uma área de 450 metros quadrados cada, possuindo uma piscina, troncos distribuídos pelo espaço e plataformas feitas com madeira. Os tigres estão em recintos adjacentes de modo que um consegue ver o outro. O recinto de um dos leões não é visível aos visitantes e possui uma área de 1,5 mil metros quadrados, com muita vegetação e uma plataforma de madeira. A área do outro leão possui uma piscina, um solário e uma alta estrutura de madeira, distribuídos em um recinto de 800 metros quadrados.

No Refúgio Biológico Bela Vista, há uma divisão entre os felídeos expostos a visitação e felídeos mantidos em um setor mais afastado. Nesse pavilhão, encontram-se os pequenos felídeos como jaguatiricas, gatos-maracajás e gatos-do-mato, além de uma onça-pintada melânica. Todos os recintos contêm um pequeno lago de concreto, troncos de árvores e solo coberto por gramínea. As jaguatiricas são mantidas sozinhas, os gatos-maracajá em casal e os seis gatos-do-mato são mantidos no mesmo recinto. Disponíveis a serem visualizados por visitantes, há um casal de onça-pintada com dois filhotes e duas fêmeas de jaguatirica. As onças-pintadas são mantidas em um recinto grande, com uma área bem arborizada, um lago e troncos. É feito um revezamento onde ora estavam soltos

no recinto a fêmea e os filhotes, enquanto o macho era mantido no cativeiro, ora o macho era solto. Nas áreas de visitação, as jaguatiricas também são mantidas juntas em um recinto bem arborizado com um pequeno lago de concreto.

No Parque Ecológico da Klabin todos os animais são mantidos em recintos individuais, exceto por um casal de suçuarana. Todos os animais encontram-se em viveiros bem arborizados, com bastante vegetação, lagos de concreto e uma estrutura de concreto ou de madeira onde os animais conseguem se abrigar. A estrutura do Parque da Klabin é dividida em duas áreas. Uma mais próxima do setor administrativo e outra mais afastada, a qual é o trajeto que os visitantes percorrem. Nessa área estão a maioria dos felídeos. Próximo ao pavilhão administrativo estão apenas o casal de suçuaranas, um gato-maracajá e um gato-do-mato-do-sul.

Quanto aos gatos-domésticos, foram gravados indivíduos acostumados a permanecer dentro de casa. Não foi feita nenhuma alteração no seu ambiente ou rotina, assim como para os demais felídeos.

1.2.2 Espécies-alvo do estudo

Onça-pintada [*Panthera onca* (Linnaeus, 1758)] é caracterizada por manchas ocelares com pintas no interior e tem uma aparência robusta, com uma cabeça larga e membros atarracados (FIGURA 3, a). No Brasil, esses animais chegam a pesar 102 quilogramas (kg) no caso dos machos e 72 kg para as fêmeas. O comprimento do corpo (medida da cabeça ao final do corpo) varia de 70 a 110 centímetros (cm). Estão distribuídas pelas Américas havendo relatos desse animal inclusive no sul dos Estados Unidos. É o maior felídeo existente nas Américas. Habitam florestas tropicais densas, regiões arbustivas áridas e regiões alagadas como do Pantanal (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). É classificado como Quase Ameaçado pela IUCN (2020).

Leão [*Panthera leo* (Linnaeus, 1758)] encontra-se distribuído pela Ásia e África, habitando regiões de floresta, arbustivas e desertos. É um dos maiores felídeos existentes, pesando 90 a 272 kg, com comprimento do corpo de 137 a 250 cm (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014; FIGURA 3, b). São animais considerados sociais e

vivem em grupos compostos por até 18 fêmeas e de um a nove machos (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). É classificado como Vulnerável pela IUCN (2020).

Tigre [*Panthera tigris* (Linnaeus, 1758)] tem uma pelagem dourada característica com listras pretas (FIGURA 3, c). São felídeos grandes, pesando de 75 a 261 kg e tem um comprimento de corpo de 146 a 230 cm. Esses animais ocorrem na Ásia (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014) e habitam florestas tropicais, subtropicais, temperadas, florestas de coníferas e, regiões de campo e arbustivas (SANDERSON *et al.*, 2010). São geralmente solitários, com adultos mantendo territórios (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). É classificado como Ameaçado pela IUCN (2020).

Leopardo [*Panthera pardus* (Linnaeus, 1758)] está distribuído pela Ásia e África. Tem uma pelagem coberta por manchas ocelares. Pesam de 17 a 90 kg e tem um comprimento de corpo de 92 a 137 cm (FIGURA 3, d; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Habita regiões de deserto, florestas, savanas, regiões montanhosas chegando a 5200 metros no Himalaia, regiões arbustivas e de pântano (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). É classificado pela IUCN (2020) como Quase Ameaçado, entretanto, três de suas subespécies são classificadas como Criticamente Ameaçadas e duas subespécies como Ameaçadas.

Jaguatirica [*Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758)] possui pelagem característica de pintas que se juntam formando listras (FIGURA 3, e). Vivem em habitats tropicais e subtropicais distribuídos pelas Américas, desde o Sul dos Estados Unidos até a Argentina (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). É considerado o maior dos gatos pequenos das Américas (REDFORD; EISENBERG, 1992), pesando de 6,6 a 16 kg, sendo que o comprimento de corpo varia de 69 a 100 cm (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Habitam regiões de florestas, savanas, de gramíneas e arbustivas (NOWELL, JACKSON, 1996). É classificado como Pouco Preocupante pela IUCN (2020).

Gato-maracajá [*Leopardus wiedii* (Schinz, 1821)] está distribuído em florestas densas pela América Central e do Sul. Possui um padrão de pelagem similar ao da jaguatirica. São animais pequenos, pesando de 2,3 a 4,9 kg e tem um comprimento de corpo de 51 a 79 cm (FIGURA 3, f; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). O Gato-maracajá tem várias adaptações para o arborismo, incluindo pés largos, tornozelos flexíveis e uma

cauda comprida (NOWELL; JACKSON, 1996). É classificado como Quase Ameaçado pela IUCN (2020).

Gato-do-mato-do-sul [*Leopardus guttulus* (Schreber, 1775)] habita florestas, savanas e regiões arbustivas (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010; SUNQUIST 2014). É o menor gato existente no Brasil, pesando de 1,8 a 3,5 kg e com comprimento corporal de 38 a 59 cm (FIGURA 3, g; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). É classificado como Vulnerável pela IUCN (2020).

Suçuarana [*Puma concolor* (Linnaeus em 1771)] tem ampla distribuição desde o sul da América do Sul ao Alasca, habitando desertos, montanhas e florestas tropicais (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Pesam de 30 a 80 kg e tem comprimento corporal de 100 a 150 cm (FIGURA 3, h; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Tem a maior distribuição geográfica dos gatos do Novo Mundo (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). É classificada como Pouco Preocupante pela IUCN (2020).

Gato-doméstico [*Felis silvestris catus* (Linnaeus em 1758)] possui uma grande variedade de tamanho, pelagem, cor e morfologia devido à seleção artificial realizada pelos humanos (FIGURA 3, i; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Em geral, são animais esguios, com caudas compridas e membros alongados. Podem pesar uma média de 5 kg, chegando a 10 kg em algumas raças. Quanto ao tamanho, podem atingir 45 cm de comprimento e 30 cm de altura (ROBBINS, 2012).

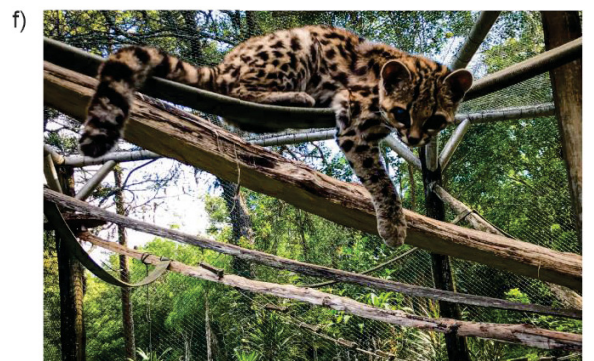
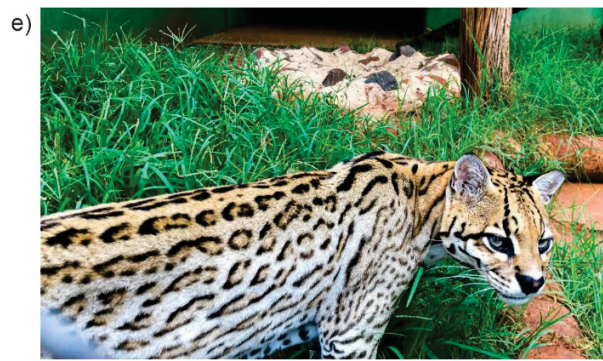
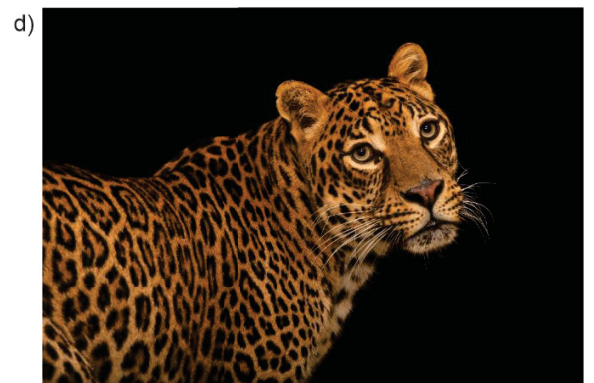
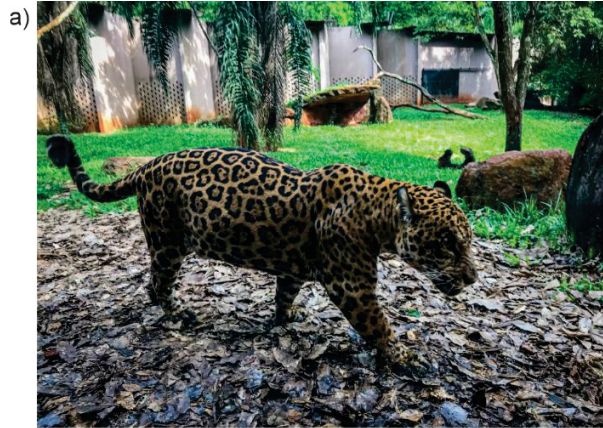




Figura 3. Espécies de felídeos utilizados para este estudo, onde: a) Indivíduo macho de *Panthera onca* do Refúgio Biológico da Itaipu. Fonte: a autora; b) Exemplar macho de *Panthera leo* do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: a autora; c) Exemplar de *Panthera tigris* do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: BemParaná/SMCS, disponível em < <https://www.bemparana.com.br/noticia/animais-do-zoo-de-curitiba-tem-cardapio-diferente-no-frio-#.X7xm11VKjIU> >; d) Exemplar de *Panthera pardus*. Fonte: *National Geographic Photo Ark*/ Joel Sartore. Disponível em: < <https://www.nationalgeographic.org/media/photo-ark-african-leopard/> >; e) Exemplar de *Leopardus pardalis* do Refúgio Biológico da Itaipu. Fonte: o autor; f) Fêmea de *Leopardus wiedii* do Parque Ecológico da Klabin. Fonte: o autor; g) Exemplar de *Leopardus guttulus* do Refúgio Biológico de Itaipu. Fonte: o autor; h) Indivíduo macho de *Puma concolor* do Parque Ecológico da Klabin. Fonte: o autor; i) Exemplar de *Felis silvestris catus* gravado no estudo. Fonte: Manoela Campos de Oliveira.

1.2.3 Gravações de áudio

Um gravador digital portátil (Tascam DR-05 Versão 2) foi utilizado para captação de áudio dos animais. Esse é um equipamento com microfones omnidirecionais e resolução de 24-bit/96kHz. As gravações foram realizadas no formato WAV e no modo

Limitar, para que se pudesse controlar manualmente a intensidade de entrada de som e não obter sons distorcidos.

Nos zoológicos, as gravações foram realizadas entre os meses de junho a setembro de 2017 (exceto pelo mês de julho) e de agosto a novembro de 2019, no período da manhã (8:00-12:00), momento em que os felídeos cativos estão mais ativos. Todas as gravações foram realizadas em dias de semana (segunda-feira a sexta-feira), para evitar distúrbios sonoros causados pelos visitantes do Zoológico, que se intensifica aos finais de semana. No caso das gravações no Parque Ecológico da Klabin, como as visitas do público são conduzidas mediante agendamento, a coleta dos dados foi realizada também aos finais de semana. As gravações foram realizadas utilizando duas metodologias: 1) gravação em frente ao animal ou 2) posicionando o gravador ligado em algum local do recinto. No segundo caso, o observador permanecia à distância observando os comportamentos que eram executados durante as gravações e sem a interferência direta do observador.

Por questões logísticas foram realizadas visitas ao Zoológico Municipal de Curitiba durante três meses, com esforço amostral de três dias por semana. Para as gravações no Refúgio Biológico Bela Vista e no Parque Ecológico da Klabin, foi feito um cronograma onde foram feitas gravações durante 15 dias em cada zoológico. De maneira geral, para todos os zoológicos era feita a gravação de dois a quatro recintos por dia, dependendo da disposição dos mesmos.

No caso dos gatos-domésticos, as gravações foram realizadas na casa dos tutores e de acordo com sua disponibilidade. Não foi feita nenhuma alteração no ambiente e na rotina dos animais. Em geral, os gatos foram gravados uma vez a cada 15 dias durante três horas.

Após cada vocalização de cada animal, foi feita uma pequena narrativa (etiqueta de coleta) contendo informações importantes, como espécie, sexo, indivíduo e comportamento observado na hora da gravação. Quando possível também foram realizadas gravações em vídeo para registrar o comportamento exato do animal durante a sua vocalização.

1.2.4 Análises acústicas

Primeiramente, foi feita uma triagem dos áudios gravados. Todos os áudios foram escutados e foram excluídos arquivos que não continham vocalizações. Após essa etapa, as vocalizações foram separadas em boas (áudios limpos nos quais é possível distinguir a vocalização dos felídeos e observar nitidamente o espectro do som no programa de análise) e ruins (com muita interferência sonora). Essas gravações ruins foram descartadas deste estudo. Além disso, as vocalizações do tipo “ronronar”, mesmo que boas, foram separadas deste estudo. Isso foi feito, pois as mesmas requerem um tipo de análise diferente, incluindo padrões respiratórios, o que não é a proposta desse estudo. Em seguida, as gravações remanescentes foram categorizadas por espécie e tipo de vocalização presente.

Para analisar as gravações foi utilizado um programa (*Raven: Interactive Sound Analysis Software*®, BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM, 2014), desenvolvido pelo Laboratório de Ornitologia de Cornell (*The Cornell Lab of Ornithology*, Ithaca, EUA). Com esse programa, foi possível analisar os sons emitidos pelos animais através de espectrogramas e realizar as medições dos parâmetros sonoros, sendo eles: frequência mínima (f_{min} ; Hz), frequência máxima (f_{max} ; Hz), frequência dominante (f_{dom} ; Hz), frequência fundamental (f_0 ; Hz), duração do chamado (s), duração de cada nota (s), número de notas por chamado e a presença dos harmônicos. Para melhor visualização, após o arquivo ser aberto no programa, era ajustado manualmente o contraste e luminosidade, a fim de melhorar a resolução. No programa, foi utilizada a janela em tamanho 1024 na função *Hamming*.

Assim, a partir dos sons registrados foi possível adotar diferentes categorias já descritas na literatura, conforme o Quadro 1. Após esta separação, os espectros sonoros foram analisados e os parâmetros de frequência e tempo foram medidos por espécie e tipo de emissão sonora.

Quadro 1. Principais tipos de emissões sonoras de Felidae e o contexto em que são emitidos.

Sinais acústicos	Descrição
Chamado do cio	Varia conforme a espécie, podendo ser uma sequência de notas longas e agudas nos gatos pequenos (PETERS <i>et al.</i> , 2008; ALLEN <i>et al.</i> , 2016) sendo por vezes referido como “Caterwaul” (ALLEN <i>et al.</i> , 2016) e, em gatos grandes, sons graves de “uh-uh-uh”, por exemplo (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). É acompanhado de uma clara mudança de comportamento: inquietude, hábito de rolar, se esfregar e vocalizações prolongadas (WILDT <i>et al.</i> , 1979; SEYMOUR, 1989). Tem função de atrair a atenção do sexo oposto para fins de reprodução (ALLEN <i>et al.</i> , 2016; STANTON <i>et al.</i> , 2015).
<i>Chatter</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som produzido devido ao bater das mandíbulas. Dessa forma, é um som não vocal. É emitido em situações em que a presa está próxima, mas fora de alcance.
Espirro forçado ou <i>Spit</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Curta e intensa explosão sonora. Usualmente não intercalado com outros sons, mas pode se juntar a um som de <i>hiss</i> . É emitido em situações de ameaça e confrontos.
Grunhido ou <i>Grunt</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som tonal de curta duração. Pode ser emitido entre sons de rugido e em situações em que a mãe chama os filhotes, ou quando adultos vagam a procura de coespecíficos.
<i>Gurgle</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som curto, pulsado de baixa intensidade. A repetição de pulsos varia de 10 a 45 pulsos por segundo. Se assemelha a um som de água borbulhando. De situações amigáveis de curta distância.
<i>Hiss</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som tonal de baixa intensidade, produzido usualmente durante a exalação de ar. Não usualmente misturado a outros sons. É um som agonístico emitido em situações de ataque-defesa.
Jato de ar nasal ou <i>Snort</i> (PETERS, 1987)	Exalação nasal de duração variável. Não é vocal. Pode ser um sinal acústico de ameaça em curta distância.
Miado (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Características variáveis entre as diferentes espécies. Pode se assemelhar ao miado de um gato-doméstico. É emitido em situações de chamados de curta distância. Também pode ser emitido em período do cio para atrair o sexo oposto.
<i>Moan</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ROSE <i>et al.</i> , 2017)	Descrito como um rugido atenuado. Emitida com a boca fechada ou parcialmente aberta, quando o animal está andando de cabeça baixa. Emitido durante período de acasalamento ou quando isolado de coespecíficos (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002).

<i>Mrr</i> (ROSE <i>et al.</i> , 2017)	Vocalização com som de “mrr” ou “urr” que pode indicar relaxamento ou frustração.
<i>Prusten</i> (PETERS 1984, SUNQUIST; SUNQUIST, 2002) ou <i>Chuff</i> (ROSE <i>et al.</i> , 2017)	Som curto de baixa intensidade. É a expulsão sequencial de ar através das narinas, com contribuição da laringe para a produção de som. Emitido em situações amigáveis de curta distância (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002).
<i>Puff</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Expulsão sequencial de jatos de ar através da boca e narinas. Geralmente emitido em uma sequência rápida de duas a quatro notas que duram menos que 1 segundo cada. Registrado apenas para o Leão e Leopardo, sendo emitido em situações amigáveis de curta-distância.
Ronronar ou <i>Purr</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som de “rrr”, contínuo, produzido durante inalação e exalação. Duração variável. De situações amigáveis de curta distância.
Rosnado ou <i>Growl</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som longo, de baixa frequência, regularmente pulsado. Som de “rrr”. Produzido na laringe com a boca fechada. Produzido com motivação agressiva.
Rugido ou Sequência de rugidos (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Vocalização de alta intensidade que, quando em sequência, tem estrutura definida, em termos de sequência, intensidade e padrão temporal de emissão, que variam conforme a espécie. É emitido em situação de comunicação de longa-distância. Quando emitido em sequência, o chamado pode durar 40 segundos.
<i>Snarl</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Semelhante ao rosnado, mas com a boca aberta ou entreaberta. É um som explosivo e curto de intensidade e frequências altas. É produzido em situações de defesa.
<i>Wah-Wah</i> (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002)	Som onomatopeico. Vocalização curta, de baixa amplitude. Há repetições em intervalos regulares. É emitido no contexto da aproximação de dois indivíduos.

FONTE: elaborado pela autora com base em PETERS (1984, 1987), SUNQUIST; SUNQUIST (2002), ROSE *et al.* (2017).

Por fim, foi feita a descrição dos comportamentos observados enquanto os animais vocalizavam, seguindo o etograma de Stanton *et al.* (2015; QUADRO 2). A partir das análises dos parâmetros e dos comportamentos foi realizada uma descrição dos padrões sonoros associados aos comportamentos encontrados para cada espécie. Também, foi elaborado um guia caracterizando cada tipo de vocalização e o contexto da emissão.

Quadro 2. Etograma de Felidae incluindo as definições para os comportamentos (Stanton *et al.* 2015).

Comportamento	Definição
Agachado	Felino está alerta e posiciona o corpo perto do substrato. Todos os membros estão flexionados e a barriga toca ligeiramente o solo.
Ameaça	Felino direciona comportamento agressivo ao estímulo, sem fazer contato físico com ele.
Andando	Locomoção em passos lentos, sempre para a frente.
Ataque	Felídeo se lança ao estímulo com os membros traseiros estendidos e tenta engajar em combate físico.
Automanutenção	O felídeo realiza atos de autolimpeza, lambendo, coçando ou mordendo partes de seu corpo. Pode incluir também esfregar a cabeça com as patas dianteiras.
Deitado	O corpo do felídeo fica em contato com o substrato em uma posição horizontal, podendo ser de lado, de costas ou com a barriga no substrato.
Dormindo	Felídeo está deitado no substrato com sua cabeça abaixada e os olhos fechados. Performa movimentos mínimos com os membros ou com a cabeça.
Posição quadrúpede	Permanece imóvel, com todas as patas apoiadas no substrato e os membros estendidos suportando o corpo.
Escalando	Felídeo ascende ou descende de uma estrutura.
Exibindo dentes	Felídeo abre a boca ligeiramente permitindo a exposição dos dentes.
Lordose	Fêmea levanta o posterior enquanto abaixa os membros torácicos no substrato, apresentando a genitália ao macho.
Movimento estereotipado	Locomoção repetitiva em um padrão fixo, como andar pela mesma rota. Movimento sem aparente função ou objetivo. Deve ter sido performado ao menos duas vezes para ser considerado estereotipado.
Olhar fixo	Felídeo mantém-se focado em um estímulo e não é distraído facilmente.
Orelhas eretas	Orelhas direcionadas para cima.
Orelhas para trás	Orelhas são posicionadas em direção ao dorso do animal.
Patrulha	Felídeo está alerta e anda de maneira calma, parando periodicamente para investigar algo ou realizar marcação de território.
Rolando	Enquanto deitado no substrato, o felídeo rotaciona em direção aos flancos de um lado para o outro. Durante o rolar, o dorso é esfregado no substrato, com o abdômen exposto ao ar e os membros para cima.
Sentado	Felídeo permanece com os membros pélvicos flexionados e apoiados no substrato, enquanto os membros torácicos permanecem estendidos.

Fonte: Adaptado de Stanton *et al.* (2015).

1.2.5 Análise estatística

Para se obter as médias e desvio padrão das vocalizações de modo geral para cada espécie, e para cada tipo de emissão sonora, foi utilizado um programa (BioEstat, AYRES *et al.*, 2007) do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, com o teste de Estatística Descritiva.

Para testar as diferenças nas características acústicas entre indivíduos da mesma espécie de felídeo, para um mesmo tipo sonoro, foram realizados testes de Mann-Whitney (comparação entre dois objetos) ou testes de Kruskal-Wallis (comparação entre três ou mais objetos). O programa utilizado para a realização destes testes estatísticos foi o BioEstat (AYRES *et al.*, 2007). As variáveis analisadas foram frequência fundamental e dominante, além da duração das notas. As análises foram realizadas em conjuntos de dados em que havia dois ou mais indivíduos, cada um com no mínimo três notas para a emissão sonora a ser comparada. Os sons tipicamente considerados como “não vocais” (jato de ar nasal, espirro forçado e *hiss*) foram excluídos das análises de frequência fundamental.

Da mesma forma, foram feitas análises para avaliar se há diferença significativa entre as emissões sonoras consideradas agonísticas e as amigáveis. Para isso, nas espécies que ambas as categorias sonoras estavam disponíveis, com no mínimo três notas de cada, foi feita uma análise de Mann-Whitney. As variáveis analisadas foram frequência fundamental e dominante e duração das notas. Os sons tipicamente considerados como “não vocais” foram excluídos das análises de frequência fundamental.

Além disso, para comparação estatística entre espécies, foi feita uma análise de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste *a posteriori* de Dunn, quanto ao parâmetro frequência fundamental, independentemente do tipo de emissão sonora. Assim, para cada espécie foram reunidos todos os tipos acústicos, exceto pelos sons não vocais.

Por fim, para avaliar se há influência do peso e/ou comprimento de corpo do animal nos parâmetros de sua vocalização, como afirma a teoria de alometria acústica, foram realizados os seguintes testes de regressão linear: (1) frequência fundamental x peso; (2) frequência dominante x peso; (3) frequência mínima x peso; (4) frequência

máxima x peso; (5) frequência fundamental X comprimento corporal; (6) frequência dominante x comprimento corporal; (7) frequência mínima x comprimento corporal; (8) frequência máxima x comprimento corporal. Como o número e tipo de emissões sonoras variou entre as espécies, foram tomadas algumas atitudes para fins de padronização: (1) para cada espécie, foram utilizadas 10 vocalizações (exceto para o gato-do-mato-do-sul, espécie com somente 4 sons gravados), amostradas aleatoriamente da base de dados. (2) foram feitas médias dos parâmetros (f_0 , f_{dom} , f_{min} e f_{max}) para cada espécie, sendo que os valores foram logaritmizados.

Para fins de testar a possível alometria acústica, os dados de peso foram obtidos nas fichas de registro das instituições colaboradoras, ou quando ausentes, por estimativas feitas pelo biólogo ou veterinário responsável das instituições. Com os dados de peso dos diferentes indivíduos foram calculadas as médias por espécie. O comprimento de corpo não é uma medida comumente registrada em zoológicos. Dessa forma, tais dados foram retirados do livro Sunquist e Sunquist (2014). O comprimento de corpo era apresentado na forma de intervalo, contendo o comprimento mínimo e máximo para cada espécie. A partir destes dados, foi feita uma média entre esses dois valores, obtendo-se a média para a espécie. Esse processo foi realizado para todas as espécies, exceto para o gato-doméstico. Por ser um animal dócil e domesticado, os quatro indivíduos estudados foram medidos com fita métrica, da cabeça ao final do corpo, sem contar a cauda. Dessa forma, propomos avaliar se há correlação do tamanho do corpo e/ou peso com as médias das frequências das vocalizações emitidas por cada espécie. Para isso, foi utilizado um programa (R, R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021), sendo os gráficos feitos com o pacote ggplot2 (WICKHAM, 2016).

1.2.6 Considerações éticas e autorizações

Todos os procedimentos deste estudo foram conduzidos de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – Setor de Ciências Biológicas (CEUA/SCB), com protocolo número 1864675.

O presente estudo também possui a Autorização para Atividades com Finalidade Científica do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) concedido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) sob número 69022-1.

Nos zoológicos foram tomados todos os procedimentos legais e burocráticos solicitados por cada instituição. No caso dos gatos-domésticos, os tutores ou responsáveis pelos animais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o Uso de Animais (TCLE), autorizando as gravações e o uso dos resultados para a pesquisa.

1.3 RESULTADOS

Foram gravados 32 indivíduos adultos, distribuídos em nove espécies de felídeos: *Panthera leo* (n=2), *Panthera onca* (n = 5), *Panthera tigris* (n = 2), *Panthera pardus* (n = 1), *Puma concolor* (n = 6), *Leopardus pardalis* (n = 4), *Leopardus wiedii* (n = 6), *Leopardus guttulus* (n = 2), *Felis silvestris catus* (n = 4), resultando em 925 arquivos. Ao final da triagem, o número de áudios analisados permaneceu em 214 (APÊNDICE A).

Ao todo, foram registrados 13 tipos de emissões sonoras, sendo elas: arfar, chamado do cio, espirro forçado, grunhido, *hiss*, jato de ar nasal, miado, *moan*, *mrr*, *prusten*, rosnado, rugido e *snarl* (QUADRO 3; TABELA 1; FIGURA 4). A estatística descritiva destas emissões sonoras encontra-se nas Tabelas 2 e 3.

Quadro 3. Guia para o repertório vocal de Felidae e sua descrição.

Sinais acústicos	Descrição
Arfar	Expulsão de ar através da boca e narinas, com a boca permanecendo sempre aberta. Som de curta duração, sempre com muitas repetições. Pode haver contribuição vocal. Quando vocal, apresenta poucos harmônicos, sendo que a energia se mantém no segundo e terceiro harmônicos. Não há modulação. Indica ansiedade, inquietude e estresse. Detectado em onça-pintada, tigre e suçuarana.
Chamado do cio	Varia conforme a espécie, podendo ser uma sequência de miados altos, longos e agudos nos gatos pequenos (PETERS <i>et al.</i> , 2008; ALLEN <i>et al.</i> , 2016) sendo por vezes referido como “Caterwaul” (ALLEN <i>et al.</i> , 2016). Neste estudo essa vocalização foi registrada em suçuarana e em onça-pintada. Para suçuaranas, as frequências fundamentais foram altas e atingiram até 450 Hz. As frequências dominantes também foram altas (chegando a 4000 Hz). Já para a onça-pintada, foram observados sons graves de “uh-uh-uh”. É um som de baixa frequência (100-200 Hz). Em ambos os casos os chamados são longos, durando em média 40 segundos. Em geral, tem muitos harmônicos, sendo que a energia estava concentrada do primeiro ao terceiro harmônicos e, ocasionalmente, do terceiro ao sexto. Há modulações de forma ascendente, descendente ou ascendente e descendente.
Espirro forçado	É uma emissão de ar através das narinas e boca, semelhante ao espirro, por isso, seu nome. É uma emissão curta (<0,3 segundos), com alta intensidade. A frequência geralmente permanece entre 200-300 Hz. Pode haver presença de poucas repetições. Não há modulação, nem harmônicos. Pode terminar em um <i>hiss</i> . É emitido em situações de ameaça. Comum em gatos pequenos, detectado para a jaguatirica, gato-maracajá e gato-do-mato-do-sul.
Grunhido	Sons graves e tonais detectados em onça-pintada, que duram aproximadamente 2 segundos. A frequência dessa vocalização é baixa (< 200 Hz). Há repetições, vários harmônicos e modulação ascendente e descendente. Emitidos quando os animais estão em estado de relaxamento.
<i>Hiss</i>	Som emitido durante a exalação de ar, geralmente com repetições. Tem duração variável, podendo ser curta (<0,5 segundos) ou se arrastar por até 2 segundos. A frequência geralmente fica em torno de

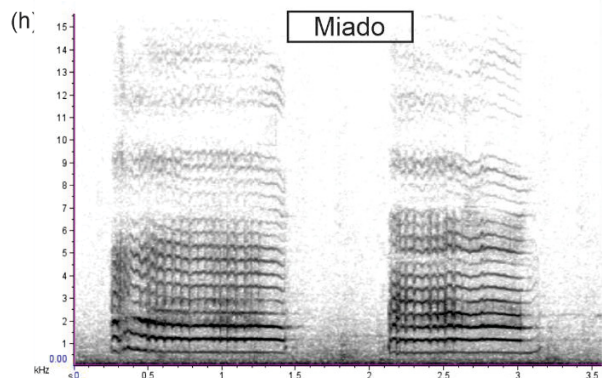
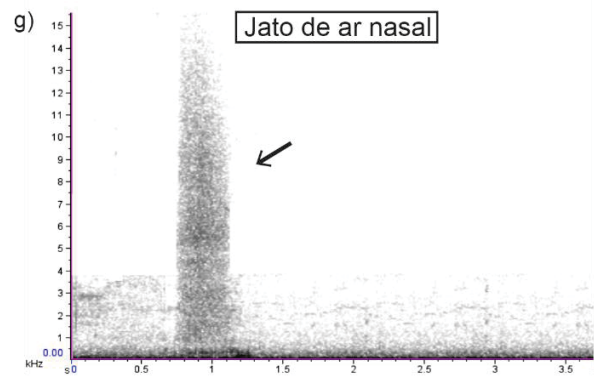
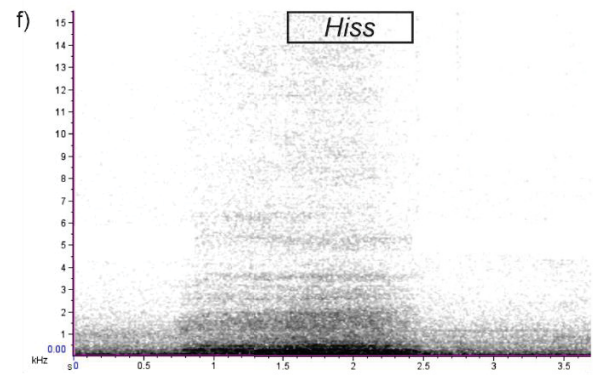
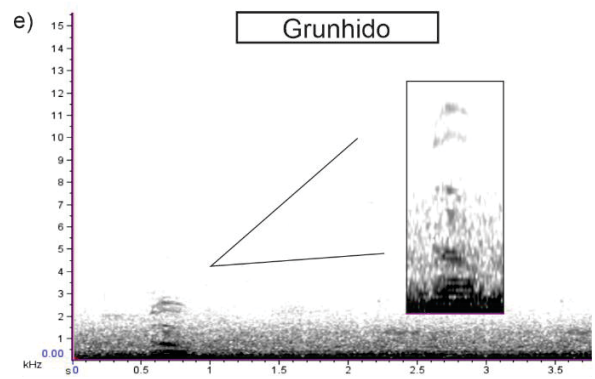
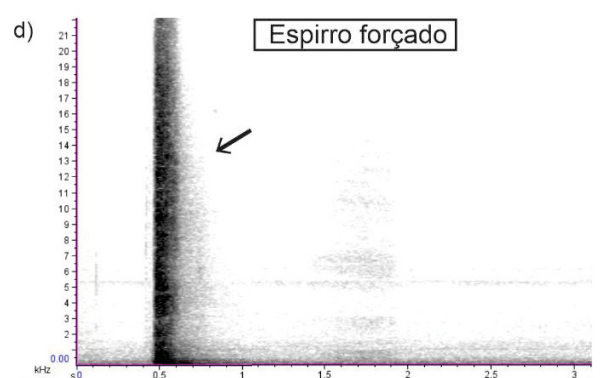
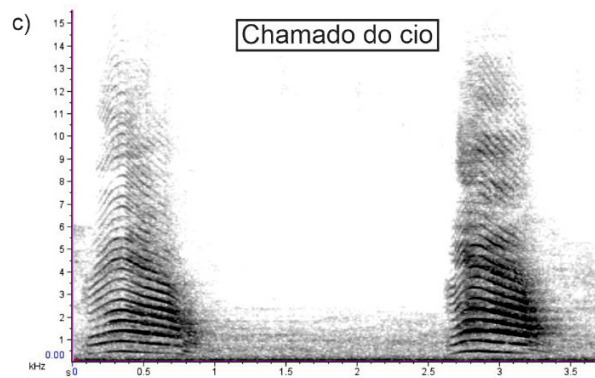
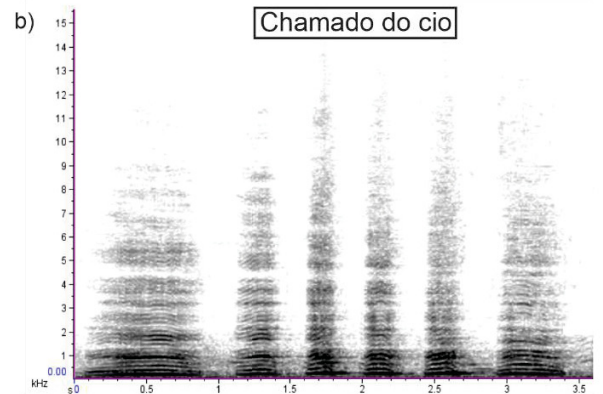
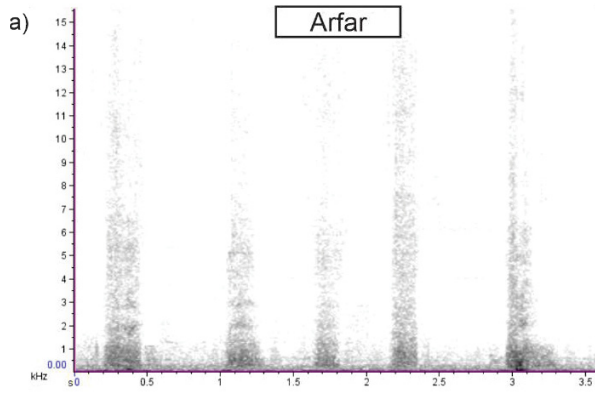
	200 Hz. Pode ser emitido entre outros sons, geralmente sons de rosnado ou espirro forçado. É característico de situações agonísticas. Não possui modulações ou harmônicos. Nesse estudo foi detectado em suçuarana e gato-maracajá.
Jato de ar nasal	Nesse tipo de produção sonora, o animal expele ar através das narinas, sendo um som curto e não vocal e de frequência baixa (< 200 Hz). É geralmente emitido uma única vez no chamado, sem repetições. Pode ser emitido entre outros sons. Emissão sonora associada à ansiedade e ameaça. Registrado para onça-pintada, tigre, suçuarana e jaguatirica.
Miado	Características variáveis entre as diferentes espécies. Em geral, são vocalizações de alta frequência fundamental (> 300 Hz). Bem modulados, geralmente com modulação ascendente e descendente. Possui vários harmônicos, com a energia concentrada do primeiro a terceiro harmônicos, ocasionalmente até o quinto. Os miados foram emitidos em uma situação de relaxamento. Pode ser emitido entre outros sons, como ronronar. Foi registrado para suçuarana, gato-maracajá, gato-do-mato-do-sul e gato-doméstico.
<i>Moan</i>	Rugido atenuado, de menor intensidade. Tem duração de aproximadamente 1 segundo. A frequência fundamental é baixa (<200 Hz). Vocalização com vários harmônicos com a energia se mantendo concentrada no segundo harmônico. Há presença de modulação ascendente e descendente. Geralmente emitido com repetições. Vocalização é de comunicação amigável com coespecíficos. Somente detectada em tigre.
<i>Mrr</i>	Vocalização com som de <i>mrr</i> , emitida com a boca fechada ou entreaberta. Tem longa duração (1-2 segundos), baixa frequência (<200 Hz), com modulação geralmente ascendente e descendente. É constatada a presença de harmônicos, sendo que a energia se mantém concentrada nos dois primeiros. Pode ter repetições. Característica de situações amigáveis. Registrada apenas para o tigre.
<i>Prusten</i> ou <i>Chuff</i>	Vocalização de curta duração (<0,5 segundos), sequenciais, com pouco intervalo de tempo entre uma emissão e outra (<1 segundo) e sem modulação. É um som de baixa intensidade e de baixa frequência (<200 Hz), que é emitido com a boca fechada, através das narinas, mas com contribuição das cordas vocais. Pode ser intercalada a vocalização de <i>mrr</i> . É emitido em situações amigáveis. Registrada apenas em tigres.

Rosnado	Caracterizado por sequência de pulsos de baixa frequência (< 200 Hz), similar a um “rrrr”. São emitidos com a boca fechada. Tem longa duração (atingindo até 9 s), várias repetições. É uma vocalização indicativa de ataque ou defesa. Registrado em onça-pintada, suçuarana, jaguatirica e gato-maracajá.
Rugido ou Sequência de rugidos ou Esturro	Som grave, de alta intensidade. A frequência fundamental é baixa (<200 Hz), entretanto a frequência dominante varia, podendo atingir 2000 Hz. A modulação é ligeiramente ascendente e descendente. Essa vocalização tem vários harmônicos, com a energia se mantendo concentrada nos dois primeiros. Quando emitido em sequência, o chamado é longo, podendo atingir até 80 segundos de duração. É uma vocalização de advertência ou para comunicação a longas distâncias (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). Foi registrada em leão, onça-pintada e tigre.
<i>Snarl</i>	Vocalização de alta intensidade, sendo similar a um som de ronco. A frequência em geral é baixa (< 200 Hz). São vocalizações de curta duração (<0,5 segundos), sem repetições ou modulação e com vários harmônicos. Pode ser emitida entre outros sons, geralmente, de rosnado. Essa vocalização é de defesa e foi registrada em onça-pintada e jaguatirica.

Tabela 1. Tipos de emissões sonoras encontradas neste estudo para as espécies de felídeos amostradas em cativeiro. O sinal + indica que a espécie emitiu a categoria sonora e, o sinal -, indica que não houve o registro.

Espécie	Arfar	Chamado do cio	Espirro forçado (Spit)	Grunhido (Grunt)	Hiss	Jato de ar nasal (Snort)	Miado	Moan Mrr Prusten*	Rosnado	Rugido	Snarl
<i>Panthera leo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Panthera tigris</i>	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Panthera onca</i>	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
<i>Panthera pardus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Puma concolor</i>	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-
<i>Leopardus wiedii</i>	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>Leopardus pardalis</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Leopardus guttulus</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Felis silvestris catus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

NOTA: * As vocalizações de *moan*, *mrr* e *prusten* foram agrupadas em uma única coluna na tabela, pois foram registradas na mesma espécie.



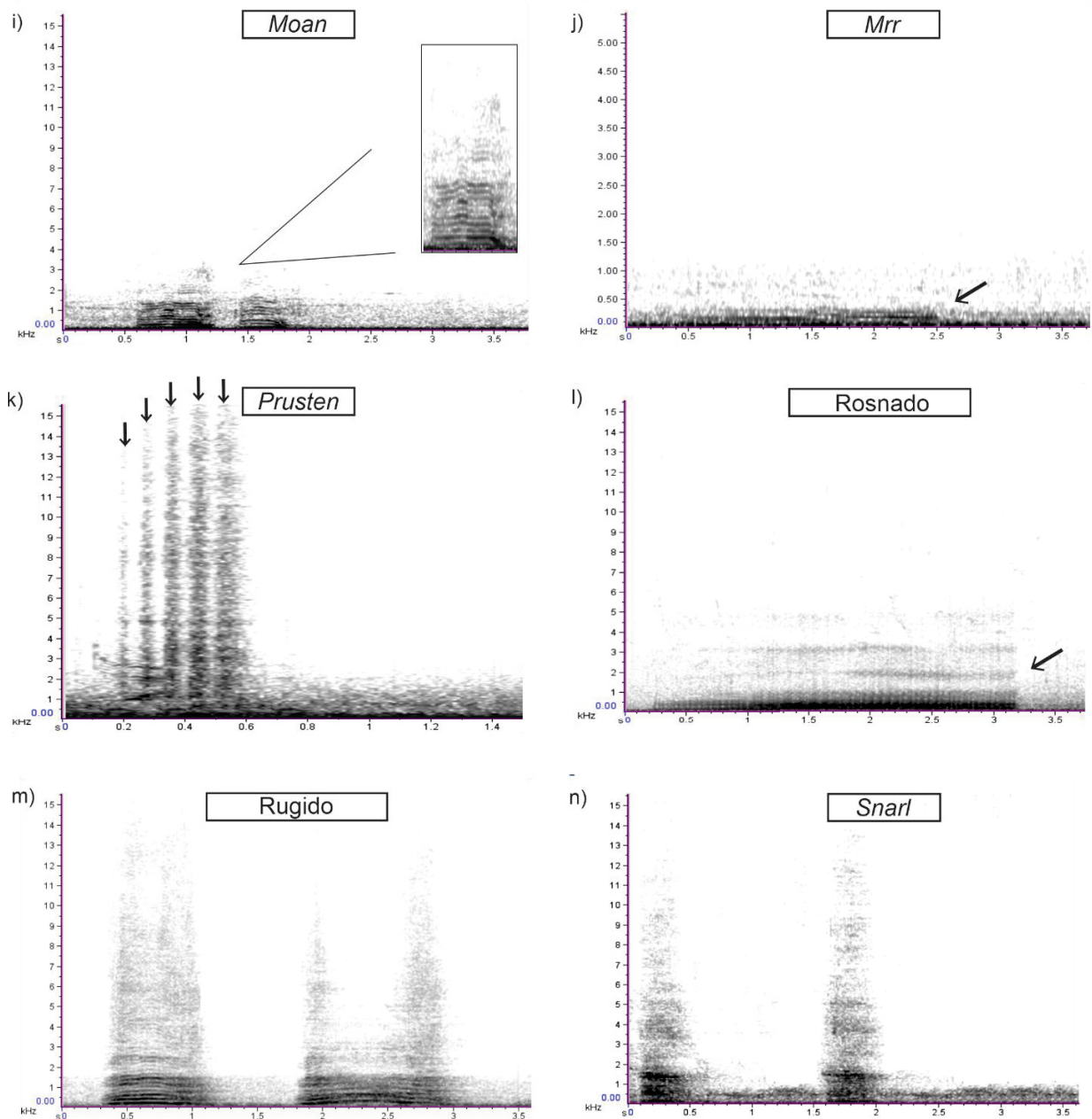


Figura 4. Espectrogramas das emissões sonoras encontradas nas espécies de felídeos amostradas em cativeiro obtidos com o programa (*Raven: Interactive Sound Analysis Software*®), onde: a) Arfar de uma suçuarana; b) Trecho do Chamado do cio de uma onça-pintada; c) Trecho do Chamado do cio de uma suçuarana; d) Espirro forçado de um gato-maracajá; e) Grunhido de uma onça-pintada; f) *Hiss* emitido por uma suçuarana; g) Jato de ar nasal emitido por uma jaguatirica; h) Miados de um gato-doméstico; i) *Moan* de um tigre; j) *Mrr* de um tigre; k) *Prusten* de um tigre; l) Rosnado de uma jaguatirica; m) Rugidos de um leão; n) *Snarl* de uma jaguatirica.

Tabela 2. Médias (\pm desvio padrão) {amplitude} gerais dos parâmetros sonoros para cada espécie de felídeo amostrada. Frequência fundamental (f0) em Hz; frequência dominante (fdom) em Hz; frequência mínima (fmin) em Hz; frequência máxima (fmax) em Hz; tempo de duração das notas (t) em segundos. NA indica que tal parâmetro não pode ser medido.

Espécie	f0 (Hz)	fdom (Hz)	fmin (Hz)	fmax (Hz)	t (s)
<i>Panthera leo</i>	129,75 ($\pm 21,55$) {92-209}	192,7 ($\pm 137,94$) {86,1-2040,7}	84,3 ($\pm 20,05$) {46,4-203,3}	243,71 ($\pm 81,5$) {49,8-430,7}	0,64 ($\pm 0,45$) {0,19-2,44}
<i>Panthera tigris</i>	142,94 ($\pm 22,13$) {106-177}	291,34 ($\pm 182,58$) {86,1-689,1}	94,05 ($\pm 18,16$) {50,8-141,4}	241,77 ($\pm 88,58$) {151,5-653,3}	0,71 ($\pm 0,72$) {0,13 -4,03}
<i>Panthera onca</i>	149,56 ($\pm 40,8$) {98-281}	247,33 ($\pm 174,12$) {129,2-1335,1}	106,85 ($\pm 24,02$) {43,9-192,7}	290,7 ($\pm 65,21$) {131,7-464,3}	0,66 ($\pm 0,72$) {0,09-5,01}
<i>Panthera pardus</i>	125,67 ($\pm 23,78$) {86-154}	269,15 ($\pm 44,58$) {215,3-344,5}	70,62 ($\pm 18,69$) {47,1-102,7}	206,87 ($\pm 38,93$) {162,6-261,1}	1,22 ($\pm 0,65$) {0,49-2,56}
<i>Puma concolor</i>	261,56 ($\pm 111,57$) {48-669}	845,2 ($\pm 712,75$) {64,6-4363,6}	170,09 ($\pm 86,42$) {26,1-393,7}	413,43 ($\pm 195,16$) {20,5-1113,7}	1,11 ($\pm 0,99$) {0,16-9,06}
<i>Leopardus wiedii</i>	183,14 ($\pm 64,78$) {113-365}	327,01 ($\pm 175,54$) {129,2-775,2}	109,33 ($\pm 33,62$) {49,8-212,1}	312,44 ($\pm 117,96$) {183,4-546,2}	33,48 ($\pm 32,29$) {0,16-5,2}
<i>Leopardus pardalis</i>	105,66 ($\pm 31,6$) {60-183}	179,4 ($\pm 195,6$) {86,1-1765,7}	64,83 ($\pm 27,96$) {27,5-222,9}	174,64 ($\pm 93,85$) {86,1-1319,8}	2,67 ($\pm 1,52$) {0,16-9,9}
<i>Leopardus guttulus</i>	348,25 ($\pm 191,66$) {230-630}	925,95 (± 834) {215,3-1981,1}	195,45 ($\pm 132,93$) {94,5-390,3}	517,47 ($\pm 260,73$) {299,2-894,4}	0,88 ($\pm 0,81$) {0,16-1,76}
<i>Felis silvestris catus</i>	565,9 ($\pm 78,73$) {341-915}	1796,29 ($\pm 593,89$) {559,9-4780,4}	447,58 ($\pm 89,64$) {158,6-653,5}	916,3 ($\pm 161,85$) {533,9-653,5}	0,71 ($\pm 0,34$) {0,213-2,038}

Tabela 3. Médias (\pm desvio padrão) {amplitude} dos parâmetros sonoros para cada tipo de som emitido pelas nove espécies de felídeos amostrados. Frequência fundamental (f0) em Hz; frequência dominante (fdom) em Hz; frequência mínima (fmin) em Hz; frequência máxima (fmax) em Hz; tempo de duração das notas (t) em segundos. NA indica que tal parâmetro não pode ser medido.

Emissões	Espécies	f0 (Hz)	fdom (Hz)	fmin (Hz)	fmax (Hz)	t (s)
Sonoras						
Arfar	<i>P. tigris</i>	144,92 (\pm 19,74) {114-170}	356,03 (\pm 214,87) {86,1-689,1}	94,47 (\pm 14,2) {76,6-127,6}	217,72 (\pm 24,23) {186,5-258,7}	0,4 (\pm 0,11) {0,13-0,61}
	<i>P. onca</i>	150,67 (\pm 12,51) {135-173}	488,94 (\pm 320,82) {129-1076,7}	98,48 (\pm 11,2) {88-116,8}	245,57 (\pm 27,12) {210,2-266,3}	0,31 (\pm 0,07) {0,23-0,52}
	<i>P. concolor</i>	120,95 (\pm 7,19) {110-141}	384,16 (\pm 244,54) {129-1248,9}	74,38 (\pm 13,55) {48,4-96,9}	196,72 (\pm 16,68) {167,3-229}	0,28 (\pm 0,06) {0,21-0,46}
Chamado do cio	<i>P. onca</i>	133,95 (\pm 22,59) {102-220}	230,53 (\pm 145,64) {129-1335,1}	106,36 (\pm 19,48) {57,6-183,5}	294,9 (\pm 65,34) {162,9-464,3}	0,47 (\pm 0,41) {0,09-3,55}
	<i>P. concolor</i>	340,02 (\pm 62,99) {168-441}	1461,3 (\pm 558,67) {129,2-4263,6}	244,59 (\pm 42,13) {136,6-393,7}	498,34 (\pm 60,37) {369,6-712,1}	0,98 (\pm 0,39) {0,31-3,55}
Espirro forçado "Spit"	<i>L. pardalis</i>	NA*	279,9 (\pm 223,76) {129-602,9}	58,97 (\pm 31,99) {33,6-105,5}	208,92 (\pm 7,83) {203-220,3}	0,25 (\pm 0,08) {0,16-0,35}
	<i>L. wiedii</i>	NA	239,56 (\pm 58,79) {129-301}	93,38 (\pm 25,92) {49,8-146,5}	245,02 (\pm 51,57) {183,4-343,4}	0,26 (\pm 0,08) {0,16-0,41}
	<i>L. guttulus</i>	NA	258,4 (\pm 60,95) {215,3-301}	114,05 (\pm 27,65) {94,5-133,6}	354,35 (\pm 77,99) {299,2-409,5}	0,24 (\pm 0,06) {0,19-0,28}
Grunhido "Grunt"	<i>P. onca</i>	142,87 (\pm 36,47) {98-224}	157,91 (\pm 35,16) {129,2-215,3}	81,31 (\pm 29,47) {43,9-161,8}	213,76 (\pm 51,95) {131,7-3-5,3}	1,98 (\pm 1,46) {0,28-5,01}
"Hiss"	<i>P. concolor</i>	209,7 (\pm 51,87) {105-469}	425,06 (\pm 449,66) {64,6-2091,3}	120,46 (\pm 32,55) {44,2-278,4}	330,86 (\pm 90,38) {20,5-753,4}	1,13 (\pm 0,34) {0,41-2,1}
	<i>L. wiedii</i>	184,92 (\pm 87,51) {122-365}	297,27 (\pm 133,16) {129-602,9}	117,92 (\pm 44,72) {74,2-212,1}	271,12 (\pm 119,01) {183,7-544,6}	0,53 (\pm 0,17) {0,22-0,83}

Tabela 3 (continuação). Médias (\pm desvio padrão) {amplitude} dos parâmetros sonoros para cada tipo de som emitido pelas nove espécies de felídeos. Frequência fundamental (f0) em Hz; frequência dominante (fdom) em Hz; frequência mínima (fmin) em Hz; frequência máxima (fmax) em Hz; tempo de duração das notas (t) em segundos. NA indica que tal parâmetro não pode ser medido.

Emissões Sonoras	Espécies	f0 (Hz)	fdom (Hz)	fmin (Hz)	fmax (Hz)	t (s)
Jato de ar nasal "Snort"	<i>P. tigris</i>		172,3	78,2	251	0,56
	<i>P. onca</i>		258,4	NA	NA	0,3
	<i>P. concolor</i>	NA	250,1	148,7	323,7	0,29
	<i>L. pardalis</i>		267 (\pm 165,12) {86,1-473,7}	69,27 (\pm 35,24) {47,1-109,9}	188,07 (\pm 86,39) {132,5-287,6}	0,51 (\pm 0,06) {0,41-0,56}
Miado	<i>P. concolor</i>	386,07 (\pm 107,67) {115-669}	911,67 (\pm 673,26) {258-3741,1}	281,45 (\pm 74,09) {87,1-393,1}	756,57 (\pm 163,17) {336,6-1113,7}	0,43 (\pm 0,19) {0,16-1,11}
	<i>L. wiedii</i>	224,25 (\pm 55,67) {157-354}	484,49 (\pm 202,92) {129-775,2}	128,05 (\pm 22,09) {89,9-174}	445,42 (\pm 66,82) {336,1-546,2}	2,38 (\pm 1,39) {0,67-5,16}
	<i>L. guttulus</i>	467,5 (\pm 229,81) {305-630}	1593,5 (\pm 48,15) {1205,9-1981}	276,85 (\pm 160,44) {163,4-390,3}	680,6 (\pm 302,36) {466,8-894,4}	0,95 (\pm 1,13) {0,16- 1,76}
	<i>F. catus</i>	565,9 (\pm 78,73) {341-915}	1796,29 (\pm 593,89) {559,9-4780,4}	447,58 (\pm 89,64) {158,6-653,5}	916,3 (\pm 161,85) {533,9-1264,8}	0,71 (\pm 0,34) {0,2-2,04}
"Moan"	<i>P. tigris</i>	131,83 (\pm 23,6) {106-168}	208,13 (\pm 16,74) {172,3-215,3}	101,28 (\pm 16,63) {77,2-141,4}	267,3 (\pm 153,94) {151,5-653,3}	0,47 (\pm 0,17) {0,22-0,71}
"Mrr"	<i>P. tigris</i>	166,5 (\pm 14,85) {156-177}	193,8 (\pm 30,41) {172,3-215,3}	104,3 (\pm 17,25) {92,1-116,5}	255,35 (\pm 42,36) {225,4-285,3}	1,34 (\pm 0,86) {0,74-1,95}
"Prusten"	<i>P. tigris</i>	135,86 (\pm 15,67) {121-168}	150,74 (\pm 60,92) {129,2-301,5}	90,57 (\pm 14,62) {59,8-105,1}	251,29 (\pm 115,16) {176,8-510,2}	0,43 (\pm 0,12) {0,25-0,58}

Tabela 3 (continuação). Médias (\pm desvio padrão) {amplitude} dos parâmetros sonoros para cada tipo de som emitido pelas nove espécies de felídeos. Frequência fundamental (f0) em Hz; frequência dominante (fdom) em Hz; frequência mínima (fmin) em Hz; frequência máxima (fmax) em Hz; tempo de duração das notas (t) em segundos. NA indica que tal parâmetro não pode ser medido.

Emissões Sonoras	Espécies	f0 (Hz)	fdom (Hz)	fmin (Hz)	fmax (Hz)	t (s)
Rosnado	<i>P. onca</i>	151 ($\pm 18,64$) {121-215}	207,15 ($\pm 48,95$) {129,2-775,2}	83,67 ($\pm 15,14$) {58,6-117,1}	235,52 ($\pm 14,94$) {203-269,4}	2,39 ($\pm 0,73$) {0,87-3,7}
	<i>P. concolor</i>	146,69 ($\pm 57,62$) {48-258}	157,3 ($\pm 62,59$) {86,1-301,4}	97,19 ($\pm 40,47$) {26,1-187}	231,69 ($\pm 80,72$) {76,1-408,4}	2,93 ($\pm 0,39$) {0,64-9,1}
	<i>L. pardalis</i>	105,07 ($\pm 31,99$) {60-183}	144,80 ($\pm 58,33$) {86,1-30,7}	64,69 ($\pm 28,31$) {27,5-222,9}	168,02 ($\pm 53,72$) {86,1-430,7}	2,86 ($\pm 1,42$) {0,45-9,9}
	<i>L. wiedii</i>	130,8 ($\pm 17,3$) {119-160}	198,1 ($\pm 112,3$) {12,2-387,6}	83,64 ($\pm 13,43$) {73-100,3}	228,28 ($\pm 22,15$) {206,5-261,7}	3,19 ($\pm 1,36$) {1,15-5,2}
Rugido	<i>P. leo</i>	129,75 ($\pm 21,55$) {92-209}	192,7 ($\pm 137,94$) {86,1-2040,7}	84,3 ($\pm 20,05$) {46,4-203,3}	243,71 ($\pm 81,5$) {49,8-430,7}	0,64 ($\pm 0,45$) {0,19-1,44}
	<i>P. tigris</i>	148,87 ($\pm 22,91$) {117-173}	324,45 ($\pm 178,96$) {129,2-559,9}	86,85 ($\pm 22,19$) {50,8-123,2}	233,75 ($\pm 28,41$) {174,4-276,4}	1,58 ($\pm 1,11$) {0,46-4,03}
	<i>P. onca</i>	227,25 ($\pm 33,73$) {150-281}	287,24 ($\pm 198,73$) {129,2-1033,6}	130,47 ($\pm 26,26$) {82,7-192,7}	329,98 ($\pm 41,79$) {231,2-389,8}	0,76 ($\pm 0,46$) {0,16-2,86}
	<i>P. pardus</i>	125,67 ($\pm 23,78$) {86-154}	269,15 ($\pm 44,58$) {214,3-344,5}	70,62 ($\pm 18,69$) {47,1-102,7}	206,87 ($\pm 38,93$) {162,6-261,1}	1,22 ($\pm 0,65$) {0,49-2,56}
"Snarl"	<i>P. onca</i>	174,5 ($\pm 58,69$) {133-216}	323 ($\pm 213,12$) {172,3-473,7}	103,95 ($\pm 47,59$) {70,3-137,6}	241,7 ($\pm 87,83$) {179,6-303,8}	0,37 ($\pm 0,09$) {0,3-0,44}
	<i>L. pardalis</i>	111,33 ($\pm 7,74$) {101-122}	880,48 ($\pm 598,34$) {129,2-1765,7}	70,57 ($\pm 12,84$) {48,9-90,7}	182,5 ($\pm 20,36$) {158,8-220,3}	0,42 ($\pm 0,05$) {0,34-0,5}

NOTA: * a marcação "NA" indica que tal parâmetro não pode ser medido.

De maneira geral, os sons foram emitidos espontaneamente ou sob diferentes estímulos ambientais e rotina dos tratadores. Para os leões foi observado que um dos machos do Zoológico Municipal de Curitiba vocalizava próximo aos horários de alimentação, direcionado ao leão do recinto adjacente ou ainda em direção aos visitantes

do Zoológico. As onças-pintadas emitiram vocalizações durante as sinalizações de cio, aparente estresse por visitação, durante a automanutenção e na presença do tratador. No caso do Refúgio Biológico Bela Vista, onde havia a presença de filhotes, foram observadas vocalização de *snarl* da mãe quando interagiu com eles. Já os tigres do Zoológico de Curitiba vocalizaram em direção aos visitantes, em direção ao leão rugindo e na presença do tratador. As suçuaranas no Zoológico de Curitiba vocalizaram quando no cio, havendo resposta de *hiss* do macho. Também houve emissões sonoras de ansiedade (sentimentos de apreensão intensa, segundo Newberry, 1995). No Parque Ecológico da Klabin, as suçuaranas vocalizaram na presença dos tratadores e da pesquisadora. As jaguatiricas e gatos-maracajá vocalizaram direcionados ao observador ou aos tratadores quando estes vinham realizar a limpeza do recinto, ocasião em que os animais eram mantidos no cambiamiento. Dessa forma, em sua maioria, os sons coletados para esses animais foram considerados agonísticos. Os gatos-do-mato vocalizaram em direção ao observador e aos tratadores quando próximo ao horário de alimentação. Os gatos-domésticos vocalizaram face a várias situações, como respondendo a chamados de humanos, próximo a horários de alimentação, recebendo carinho, etc. Em todas as situações o animal fazia contato visual com os tutores e estava em uma postura amigável, sentado ou deitado.

1.3.1 Leão (*Panthera leo*)

Para o leão, somente foi encontrado um tipo de vocalização, uma sequência de rugidos (FIGURA 4, m). Nessas ocasiões, um dos machos (indivíduo Rawell) escalava um local mais alto do recinto, em postura quadrúpede, posicionando-se para o recinto adjacente com leas, ora para os tratadores, ora para o outro recinto contendo outro leão macho (indivíduo Simba), ocasionalmente, havendo resposta deste, sendo assim emitiam o chamado ao mesmo tempo. A frequência fundamental encontrada foi baixa, ao se comparar com as outras espécies agora estudadas (daqui em diante, consultar Tabelas 2 e 3 para os valores dos parâmetros acústicos). As vocalizações sempre continham vários harmônicos, com a energia sendo concentrada, geralmente, nos dois primeiros

harmônicos. O som é grave e a maioria é com modulação. A modulação quando presente é ascendente e descendente ou somente descendente. Os chamados foram bem característicos, sendo que no início eram emitidas notas longas, de anúncio, seguidas de várias notas curtas, ao final, há uma nota mais longa e de menor energia que as outras (FIGURA 5). Os chamados são constituídos de notas sequenciais, sendo encontrada uma média de 29,75 ($\pm 17,45$) notas por chamado. O número mínimo de notas encontrado foi 2. Entretanto, por ser uma ocorrência isolada, esse dado foi excluído das médias para não potencializar o desvio. O número máximo de notas encontrado foi de 58. A duração do chamado era longa, podendo atingir 2 minutos e 44 segundos.

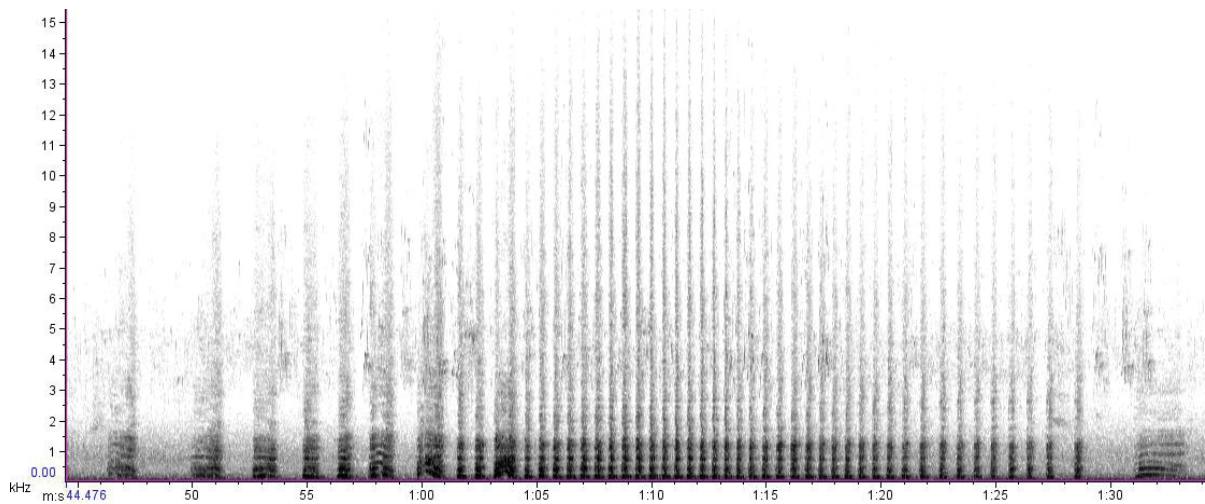


Figura 5. Sequência de notas de rugidos de um leão. Destaque para as notas mais longas no início do chamado, seguido por várias notas curtas sequenciais. Ao final, uma nota única mais longa. Fonte: a autora.

1.3.2 Onça-pintada (*Panthera onca*)

Para as onças-pintadas, foram gravados sons em condições de automanutenção, ameaça, defesa, chamada de atenção e ansiedade. Foram gravados sete tipos de vocalizações, a maior riqueza de vocalizações encontradas neste estudo para uma única espécie: chamado do cio, rugido, rosnado, arfar, grunhido, *snarl* e jato de ar nasal.

Os chamados do cio (FIGURA 4, b) foram compostos de várias notas curtas e repetitivas (máximo de 47 notas), sendo sempre acompanhado de uma mudança

pronunciada no comportamento (constantemente rolando no chão e se esfregando na grade ou nos troncos do recinto). No começo e ao final de cada vocalização, geralmente há a presença de uma nota longa ligeiramente descendente. O chamado do cio foi predominante em uma das fêmeas estudadas, sendo a vocalização mais frequentemente emitida, representando 73,55% das vocalizações (292/397).

Para *P. onca*, o rugido foi a segunda vocalização mais frequente, representando 12,1% das vocalizações (48/397). É caracterizado por pouca modulação e baixas frequências, em sequências de até 21 notas. Essa sequência de 21 notas foi emitida por uma fêmea que estava presa no cambiamiento com seus filhotes, observando os tratadores realizarem as atividades de rotina. Dessa forma, seus rugidos eram sempre direcionados ao observador ou aos tratadores. A postura adotada pelo animal era o de permanecer deitada com o ventre para baixo, mas, com as costas arqueadas. As orelhas permaneceram voltadas para trás e os dentes eram expostos constantemente. Para outros indivíduos, o rugido foi gravado quando estes estavam em postura quadrúpede ou caminhando pelo recinto, mas sempre com o olhar fixo em direção ao observador ou aos tratadores.

O rosnado foi registrado apenas para um macho, representando 5,29% das vocalizações gravadas nessa espécie (21/397). No momento da gravação, o indivíduo encontrava-se preso no cambiamiento. A postura adotada pelo animal no momento da vocalização era de defesa ou ameaça, dirigindo as vocalizações ao observador ou aos tratadores, com as orelhas para trás e com a boca fechada. Na ocasião das emissões o animal estava inquieto, andando pelo recinto.

O arfar é caracterizado como sendo uma expulsão de ar através da boca e narinas, com a boca permanecendo sempre aberta. Foi observado que pode haver contribuição da laringe. Para as onças-pintadas, essa emissão sonora foi registrada em momentos de pré-alimentação ou quando estavam presos no cambiamiento aguardando a limpeza do recinto, geralmente associada a movimentos estereotipados. O arfar representou 4,28% das emissões gravadas para as onças-pintadas (17/397).

O grunhido (FIGURA 4, e) é uma vocalização que nesse estudo foi somente encontrada para as onças-pintadas, em dois indivíduos machos. São sons curtos e graves, gravados quando os animais estavam relaxados, em momentos de

automanutenção ou se esfregando em troncos do recinto. Representou 4,03% das vocalizações gravadas (16/397). As frequências foram comparativamente baixas em relação às nove espécies estudadas. Nesse estudo, esse tipo de vocalização foi sempre encontrado com poucas repetições, chegando a oito notas no máximo.

A vocalização do tipo *snarl* foi registrada apenas duas vezes, representando 0,5% das vocalizações (2/397). A primeira situação gravada, foi de uma fêmea que estava com seus filhotes e a segunda, foi para um macho. Nessas duas situações, os animais estavam presos no cambiamiento observando as atividades de limpeza sendo realizadas pelos tratadores. Essa vocalização é do tipo agonística, com o animal adotando uma postura defensiva ou de ameaça, com as orelhas voltadas para trás, com exposição dos dentes, sendo que os sons eram emitidos com a boca entreaberta ou aberta. Nesse estudo, o *snarl* foi emitido entre sons de rosnado.

Já o jato de ar nasal foi registrado uma única vez e para uma fêmea, representando 0,25% das emissões (1/397). Foi gravado enquanto ela se alimentava e houve aproximação do observador. Por conta da poluição sonora, não foi possível analisar a frequência mínima e máxima.

1.3.3 Tigre (*Panthera tigris*)

Em comparação com as outras espécies de *Panthera sp.*, as vocalizações de tigres foram mais raras e difíceis de obter. Para ambos os sexos a maioria das vocalizações foram isoladas ou com poucas repetições. Para os tigres foram registrados seis tipos de emissões sonoras: rugido, arfar, *moan*, *prusten*, *mrr* e o jato de ar nasal.

O rugido foi a vocalização mais frequente deste estudo para os tigres, registrado somente para o macho, representou aproximadamente 30,6% (15/49) das vocalizações coletadas para esta espécie. Nas situações em que essa vocalização foi emitida, o animal estava contido no cambiamiento aguardando a limpeza de seu recinto ou vocalizou em resposta aos rugidos emitidos pelos leões, que estavam posicionados em um recinto adjacente. Independentemente da situação, o animal estava sempre andando e vocalizava na direção dos leões, do observador ou dos tratadores. Quando no

cambiamiento, o animal permanecia arfando e com comportamento estereotipado. Foi a emissão sonora mais longa encontrada para esta espécie.

O arfar foi observado em momentos pré-alimentação, geralmente associado ao comportamento estereotipado. Este som representou aproximadamente 24,49% das emissões de tigres (12/49). Emitido com repetições, atingindo no máximo 29 notas. Nessa situação, o macho estava preso no cambiamiento esperando a limpeza do seu recinto.

O *moan* (FIGURA 4, i) foi uma vocalização somente registrada para fêmea, sendo emitido quando o animal estava parado ou andando pelo recinto, sempre em direção ao tigre macho no recinto adjacente ou ao tratador. Quando emitia esse som, a fêmea aparentava estar relaxada. Representou 24,49% das vocalizações encontradas nos tigres (12/49). Há repetições, atingindo um máximo de 12 notas nesse estudo.

O *prusten* (FIGURA 4, k) também foi observado em situações amigáveis, quando os animais interagiam com os tratadores ou com o observador, representando 14,28% das vocalizações (7/49). Nessa situação, aparentavam estar relaxados e emitiam rápidas e seguidas notas, no máximo de 5 repetições. Ocasionalmente foi registrado intercalado a vocalizações do tipo *mrr*. Durante períodos destas vocalizações, esfregavam-se nas grades do recinto.

Uma outra vocalização registrada somente para a fêmea foi a do tipo *mrr* (FIGURA 4, j). Foi emitida em situações amigáveis, quando interagia com os tratadores ou com o observador, uma vocalização mais rara, representando apenas 4,1% das vocalizações (2/49). Em tais situações, o indivíduo permanecia parado ou andando pelo recinto enquanto vocalizava com a boca fechada ou entreaberta.

Já a emissão sonora do tipo jato de ar nasal foi registrada apenas uma vez, apesar de ser observada em outras ocasiões, representando 2,04% dos sinais acústicos (1/49). Em geral, nesse estudo, esse jato de ar foi observado sendo emitido sozinho ou entre sons de arfar.

1.3.4 Leopardo (*Panthera pardus*)

Foi registrada apenas uma gravação espontânea de um indivíduo macho do Zoológico Municipal de Curitiba. A vocalização registrada foi uma sequência de oito rugidos. Tais rugidos tiveram duração variável, durando em média 1 segundo. Na ocasião o animal estava no alto de uma plataforma e vocalizava em direção aos poucos visitantes.

1.3.5 Suçuarana (*Puma concolor*)

Para as suçuaranas, foram gravados sons em condições de ansiedade, ameaça, e em comportamentos de demanda de atenção, como para atração do sexo oposto. Foram gravados chamados de cio, sons de *hiss*, miado, rosnado, arfar e jatos de ar.

O chamado do cio (FIGURA 4, c) foi bem característico, sendo uma repetição de miados de grande intensidade e agudos. Foi a vocalização com mais registros, representando 37,76% das emissões sonoras registradas para essa espécie (131/347). Enquanto a fêmea vocalizava, ela se esfregava nas grades e troncos do recinto. Também rolava no chão ou em cima de uma plataforma de madeira. A frequência dominante média foi a maior encontrada para a suçuarana. A frequência fundamental também foi alta, comparada a outros resultados deste estudo. Possui repetições, sendo encontrado um máximo de 49 notas em um único chamado, sendo que tal chamado atingiu 199 segundos.

O *hiss* (FIGURA 4, f) foi emitido sempre em direção ao observador ou aos tratadores, quando próximos ao recinto. Representou 31,41% das emissões encontradas para essa espécie (109/347). Quando os animais emitiam esse som, permaneciam com as costas arqueadas. As orelhas permaneciam voltadas para trás e boca aberta com dentes à mostra. A frequência permaneceu comparativamente baixa. É uma emissão sonora geralmente com repetições e pode ser entremeada a rosnados.

Os miados foram observados quando os animais estavam em postura quadrúpede ou andavam pelo recinto, sempre em direção ao observador, aos tratadores ou a indivíduos nos recintos adjacentes. Representou 12,39% das vocalizações (43/347).

Os miados se intensificavam próximo aos horários de alimentação, quando os animais ficavam mais inquietos, atingindo no máximo 14 notas em um indivíduo macho, que sempre vocalizava próximo ao horário de alimentação. As frequências dominante e fundamental foram altas ao se comparar com os outros tipos de emissões deste estudo.

O rosnado foi emitido pelos animais sempre direcionado ao observador ou aos tratadores. O rosnado representou 10,66% das vocalizações encontradas para essa espécie (37/347). Quando emitia essa vocalização, executava o comportamento de ameaça. As frequências dominante e fundamental foram comparativamente baixas. As notas são as mais longas para a espécie.

O arfar (FIGURA 4, a) foi emitido quando o animal estava andando pelo recinto, associado a comportamento estereotipado. Representou 7,49% das emissões sonoras (26/347).

A emissão sonora do tipo jato de ar nasal só foi registrada uma vez em um macho, representando 0,29% (1/347) das emissões sonoras desta espécie. No momento dessa gravação, o animal estava andando pelo recinto, próximo ao horário de alimentação.

1.3.6 Jaguatirica (*Leopardus pardalis*)

Foram registradas emissões sonoras quando o observador ou os tratadores se aproximavam do recinto, ou quando os animais eram contidos no cambiamento para a limpeza do recinto. Foram gravados quatro tipos de vocalização: rosnados, *snarl*, jatos de ar e espirros forçados.

O rosnado (FIGURA 4, l) foi a vocalização mais frequente observada nas jaguatiricas, representando 92,0% das vocalizações gravadas (207/225). Quando emitiam esses sons, os animais adotavam a postura de ameaça, agachados ou com costas arqueadas e vocalizavam em direção ao observador ou aos tratadores. Também podem rosnar enquanto exibem comportamento estereotipado. O rosnado era sempre emitido com a boca fechada ou entreaberta. A frequência dominante foi baixa. A frequência fundamental média foi a mais baixa encontrada para essa espécie nesse estudo. As notas foram as mais longas gravadas para jaguatiricas. É uma vocalização

com alta taxa de repetição, tendo sido registradas no máximo 25 notas. Frequentemente emitido com notas de *snarl*, jatos de ar ou espirros forçados.

O *snarl* (FIGURA 4, n) foi registrado quando o tratador realizava a limpeza do recinto e, portanto, mantinha o animal no cambiamiento. Correspondeu a 4,0% das vocalizações gravadas (9/225), sendo somente emitido quando o tratador se aproximava demais da porta do cambiamiento. O animal vocalizava sempre em direção ao tratador, se mantendo em postura quadrúpede ou deitado, com as costas arqueadas. Essa vocalização foi registrada sendo emitida somente por um indivíduo e em um único chamado. Nesse chamado o *snarl* foi emitido com nove repetições. Ao se comparar com as demais emissões, a frequência dominante média foi alta, entretanto, a frequência fundamental se manteve baixa.

O jato de ar nasal (FIGURA 4, g) foi emitido quando o observador se aproximava do recinto, sendo registrado apenas para uma fêmea, corresponderam a 2,22% das emissões sonoras gravadas (5/225). No momento da gravação, a fêmea permanecia em comportamento de ameaça, andando pelo recinto. Nesse estudo, o jato de ar nasal foi emitido em meio a sons de rosnado, podendo ou não estar associado a comportamentos estereotipados. A frequência média foi comparativamente baixa. É uma emissão sonora curta, geralmente emitida isoladamente, sendo encontradas no máximo duas repetições.

Os espirros forçados corresponderam a 1,78% das emissões sonoras gravadas (4/225). Foi registrado quando o tratador realizava a limpeza do recinto e, portanto, mantinha os animais no cambiamiento, ou quando o observador se aproximava. Ao emitirem este som, os animais olhavam fixamente ao estímulo, em postura quadrúpede ou deitados. Durante esse estudo, ele foi emitido entre sons de rosnado e *snarl*. A frequência foi comparativamente baixa. É o som mais curto gravado para a jaguatirica.

1.3.7 Gato-maracajá (*Leopardus wiedii*)

Para os gatos-maracajá do Refúgio Biológico Bela Vista, foram emitidas vocalizações agonísticas quando os tratadores se aproximavam dos recintos para a limpeza. Já para o gato-maracajá do Parque Ecológico da Klabin, as vocalizações

gravadas foram miados longos e bem modulados. Foram gravados quatro tipos de emissões: miado, espirro forçado, *hiss* e rosnado.

O miado foi registrado somente para uma fêmea, quando o observador se aproximava do recinto. Foram gravadas 16 emissões sonoras deste tipo, o que representou 29,63% das vocalizações (16/54). Os miados eram emitidos enquanto o animal se esfregava na grade ou em troncos ou quando escalava nas estruturas do recinto. Nessas ocasiões, a fêmea encontrava-se relaxada, andando pelo recinto ou deitada, com olhar fixo no observador. No início, tal som era emitido com a boca aberta, mas ao final da vocalização se transformava em um resmungo (som indistinguível, com a boca fechada ou entreaberta). Nessa espécie, o miado foi geralmente composto por poucas repetições, com no máximo três notas em um único chamado.

Os espirros forçados, *hiss* e os rosnados foram gravados na mesma situação, sendo emitidos de forma intercalada quando os animais eram mantidos no cambiamento para a limpeza do recinto. Os comportamentos observados eram de ameaça, em postura quadrúpede ou deitado, com as costas arqueadas e vocalizavam sempre em direção ao tratador.

Os espirros forçados (FIGURA 4, e) são emissões sonoras curtas, chegando a no máximo cinco notas, de frequência comparativamente baixa. Esse tipo de emissão sonora representou 29,63% (16/54). Em algumas ocasiões, foi observado que o espirro se juntava a um som de *hiss*.

Para o *hiss*, foram gravadas igualmente 16 emissões sonoras, totalizando 29,63% das emissões para os gatos-maracajá (16/54). Era emitido sempre com a boca aberta e com a exibição dos dentes. Pode ser emitido isoladamente ou com poucas repetições, atingindo no máximo quatro notas consecutivas.

O rosnado era emitido com a boca fechada ou entreaberta. Foram registradas seis vocalizações desse tipo, que representou 11,11% das emissões sonoras coletadas para a espécie (6/54). Apresentou poucas repetições, chegando a três notas nesse estudo. A frequência fundamental média foi a mais baixa registrada para essa espécie. Quanto à duração das notas, o rosnado teve a duração média mais longa do estudo para os gatos-maracajá.

1.3.8 Gato-do-mato-do-sul (*Leopardus guttulus*)

Os gatos-do-mato vocalizavam quando o observador ou os tratadores se aproximavam do recinto. Nessas condições, os sons coletados foram de miados e sons de espirro forçado. Vocalizaram pouco, sendo gravados apenas dois sons de cada tipo de emissão sonora. As frequências variaram dependendo do tipo de emissão sonora, com os miados atingindo as mais altas, chegando a até 467,5 Hz para a frequência fundamental. A duração das notas variou também dependendo da emissão, com um intervalo de 0,16 a 1,76 segundos.

Os espirros forçados foram emitidos com comportamento de ameaça, em postura quadrúpede ou agachado, exibindo os dentes e vocalizando sempre com o olhar fixo na direção do estímulo (observador ou tratadores). Os dois sons de espirro gravados nesse estudo pertenceram a uma única sequência sendo, portanto, constatada a presença de poucas repetições.

Os miados foram emitidos em uma situação de relaxamento, onde o animal permanecia em postura quadrúpede ou andando. Por vezes se esfregava em troncos ou na grade do recinto. Os miados foram emitidos em meio a sons de ronronar, entretanto, sempre foram únicos no chamado.

1.3.9 Gato-doméstico (*Felis silvestris catus*)

Para o gato-doméstico foram observados miados (FIGURA 4, h) agudos e repetitivos. Quando vocalizavam, os animais olhavam fixamente para algum ser humano, ou para outros estímulos, como alimento e pássaros. Os animais encontravam-se relaxados, deitados, sentados ou em postura quadrúpede, com a cauda ondulando. As frequências encontradas foram comparativamente altas quando comparadas aos demais felídeos estudados, sendo que a energia é concentrada do primeiro ao quarto harmônico, com o terceiro geralmente contendo mais energia. Em dois indivíduos, observou-se maior concentração de energia do nono ao décimo segundo harmônico.

1.3.10 Variação individual

Visando a testar possíveis variações individuais de um mesmo tipo de vocalização e do mesmo parâmetro sonoro em diferentes tipos de vocalizações, algumas espécies foram selecionadas. As análises foram realizadas em conjuntos de dados em que havia dois ou mais indivíduos, cada um com no mínimo três notas para a emissão sonora a ser comparada, sendo assim, as espécies analisadas foram: leão, onça-pintada, tigre, suçuarana, jaguatirica, gato-maracajá e gato-doméstico.

Quando as sequências de rugidos dos dois machos de leão foram comparadas, elas diferiram quanto a todos os parâmetros analisados ($U_{\text{frequência fundamental}} = 6749$, $z = 3,3799$, $p < 0,001$; $U_{\text{frequência dominante}} = 5600,5$, $z = 5,5207$, $p < 0,0001$; e tempo de duração das notas $U_{\text{duração das notas}} = 5388$, $z = 4,9304$, $p < 0,0001$).

Para a variação individual para a onça-pintada, na vocalização de rugido, foram testados uma fêmea e um macho (Nena e Valente), sendo encontrado diferença na frequência fundamental ($U_{\text{frequência fundamental}} = 39$, $z = 2,8181$, $p < 0,01$). Para os parâmetros de frequência dominante e duração das notas, a fêmea Maya foi adicionada às análises. Sendo assim, foram recuperados resultados significativos para ambos os parâmetros. Para a frequência dominante ($H_{\text{frequência dominante}} = 13,5614$, $p < 0,01$), o teste de Dunn teve resultado significativo ($p < 0,05$) nas comparações entre Maya e os dois outros indivíduos. Sendo assim, a frequência dominante das vocalizações de Maya diferiu dos outros. De maneira semelhante, para a duração das notas ($H_{\text{duração das notas}} = 12,694$, $p < 0,01$), o teste de Dunn resultou em uma diferenciação significativa ($p < 0,05$) dos sons produzidos por Maya.

No tigre, para verificar se os parâmetros variam individualmente em um mesmo tipo de emissão sonora, foram realizadas comparações entre um macho e uma fêmea (Tom e Teta) e para a emissão sonora do tipo arfar, havendo diferenças apenas para a duração das notas ($U_{\text{duração das notas}} = 26$, $z = 2,385$, $p = 0,05$).

Na suçuarana, para se verificar se os parâmetros variam de um indivíduo para o outro, em um mesmo tipo de vocalização, as vocalizações *hiss*, rosnado e miado foram testadas separadamente. Para o *hiss* foram testados os indivíduos Barão, Bigodes, Cristal, Machinho e indivíduo do Quarentenário. Para a duração das notas, o resultado

foi significativo ($H_{\text{duração das notas}} = 66,4139$, $p < 0,0001$). Para o rosnado de três machos (Barão, Bigodes e Machinho) houve diferença entre as frequências fundamentais ($H_{\text{frequência fundamental}} = 8,4987$, $p < 0,05$) e duração das notas ($H = 12,2474$, $p < 0,01$). Para o miado, foram testados dois indivíduos (Gordinho e Machinho). As diferenças não foram significativas para nenhum dos parâmetros ($U_{\text{frequência fundamental}} = 48$, $z = 1,7807$, $p = 0,075$; $U_{\text{frequência dominante}} = 46$, $z = 1,8565$, $p = 0,0634$; $U_{\text{duração das notas}} = 49$, $z = 1,7428$, $p = 0,0814$).

Para a suçuarana, foram comparadas as vocalizações amigáveis (miados) com as agonísticas (rosnado e *hiss*). Foi obtido um resultado significativo para todos os parâmetros sonoros ($U_{\text{frequência fundamental}} = 334,5$, $z = 8,7269$, $p < 0,0001$; $U_{\text{frequência dominante}} = 732$, $z = 7,59$, $p < 0,0001$; $U_{\text{duração das notas}} = 183,5$, $z = 9,3627$, $p < 0,0001$). Foi possível testar as diferenças entre parâmetros de frequência e de duração entre vocalizações amigáveis e agonísticas do indivíduo “Machinho”, revelando diferenças significativas ($U_{\text{frequência fundamental}} = 23$, $z = 5,0131$, $p < 0,0001$; $U_{\text{frequência dominante}} = 33$, $z = 4,8068$, $p < 0,0001$; $U_{\text{duração das notas}} = 9$, $z = 5,3019$, $p < 0,0001$).

Para verificar se os parâmetros de uma emissão sonora variam de um indivíduo para o outro, para a jaguatirica seguindo os critérios da análise, somente foi possível analisar um tipo de vocalização, o rosnado, entre os indivíduos machos #37, #38, #40 e a Fêmea, sendo detectadas diferenças significativas ($H_{\text{frequência fundamental}} = 8,0886$, $p = 0,05$; $H_{\text{frequência dominante}} = 7,9263$, $p = 0,05$), sendo realizado um pós-teste de Dunn. Para a frequência fundamental, a diferença ocorreu entre a fêmea e o indivíduo macho #40 ($p < 0,05$). Já para a frequência dominante, não houve resultado significativo no teste de Dunn.

Para o gato-maracajá, foram comparadas as emissões sonoras do tipo espirro forçado e *hiss*. O espirro forçado foi analisado para quatro indivíduos: #54, #55, #56 e indivíduo do Quarentenário e, as diferenças não foram significativas entre os indivíduos para os parâmetros frequência dominante ($H_{\text{frequência dominante}} = 6,589$, $p = 0,0862$) e duração das notas ($H_{\text{duração das notas}} = 6,8088$, $p = 0,0782$). Assim como ocorreu para o espirro forçado, para o *hiss*, não houve diferença entre os indivíduos #54 e Quarentenário #3, para os parâmetros frequência dominante ($U_{\text{frequência dominante}} = 12$, $z = 0,7006$, $p = 0,4835$) e duração das notas ($U_{\text{duração das notas}} = 8$, $z = 1,3234$, $p = 0,1857$).

Foram comparadas as vocalizações amigáveis (miados) com as agonísticas (rosnados e *hiss*) e as diferenças foram significativas entre os miados e as emissões agonísticas para todos os parâmetros ($H_{\text{frequência fundamental}} = 3,9229$, $p < 0,0001$; $H_{\text{frequência dominante}} = 3,5456$, $p < 0,0005$; $H_{\text{duração das notas}} = 4,338$, $p < 0,0001$).

No gato-doméstico, para o miado, foram comparados os indivíduos machos Tufinho e Ozzy e uma fêmea, a Panqueca. O resultado para a frequência fundamental foi significativo ($H_{\text{frequência fundamental}} = 12,9397$, $p=0,0015$), sendo conduzido um pós-teste de Dunn, que demonstrou que o indivíduo Tufinho vocalizou de forma diferente dos demais ($p<0,05$).

1.3.11 Comparação estatística entre espécies

Comparando-se as 9 espécies analisadas neste estudo, houve diferença significativa entre as frequências fundamentais, independentemente do tipo de emissão sonora ($H = 223,91$, $p<0,0001$; FIGURA 6). O teste *a posteriori* de Dunn demonstrou diferenças significativas. Em geral, os felídeos do gênero *Panthera* não foram significativamente diferenciados um do outro. Já nos gatos-pequenos, a suçuarana foi separada da jaguatirica e do gato-doméstico; o gato-maracajá foi significativamente distinguido do gato-doméstico; e a jaguatirica diferiu de todos os demais gatos pequenos. Ao comparar os gatos pequenos com os grandes, salvo algumas exceções, foram separados de forma significativa (TABELA 4).

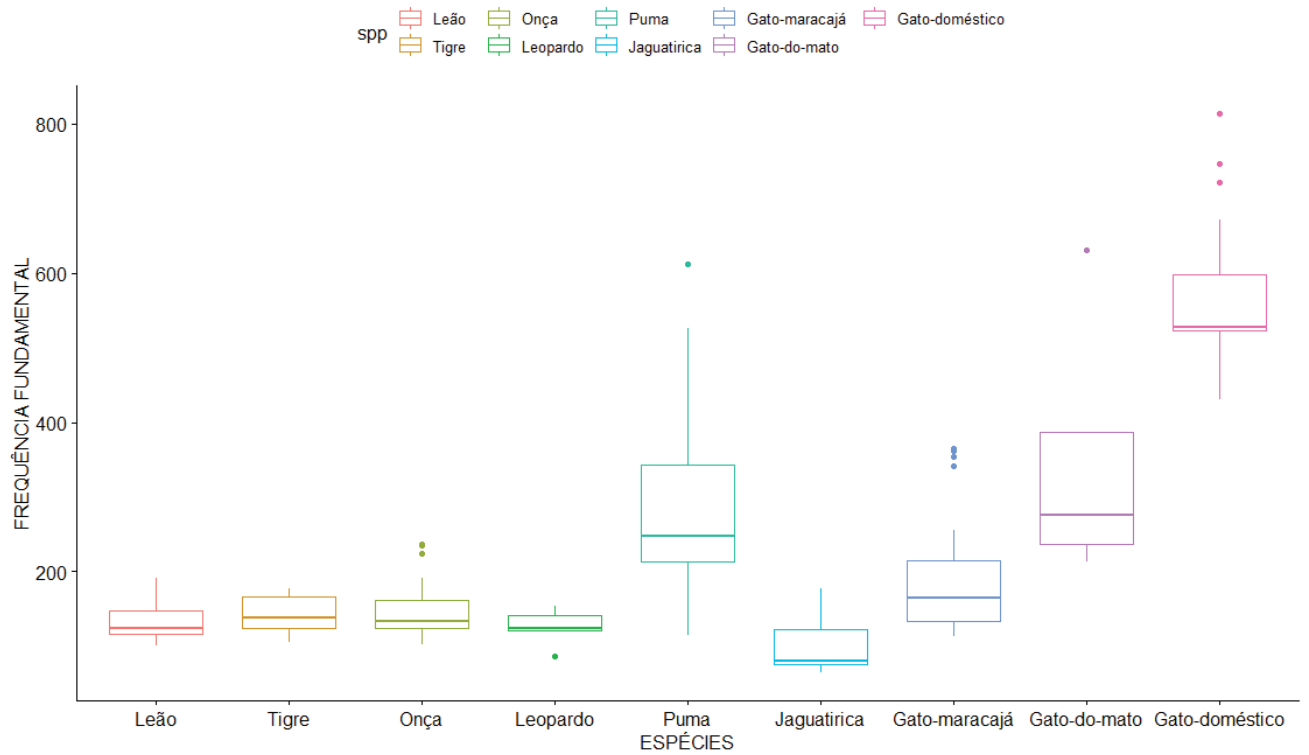


Figura 6. Representação gráfica das comparações entre as nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas no presente estudo, quanto ao parâmetro sonoro frequência fundamental (Hz), independentemente do tipo de emissão sonora registrada. Para diferenças significativas, observar resultados do teste *a posteriori* de Dunn na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados do Teste de Dunn para as diferentes espécies de Felidae quanto ao parâmetro frequência fundamental. Em destaque estão os p-valores significativos.

Espécies	p
Leão e Tigre	ns*
Leão e Onça-pintada	ns
Leão e Suçuarana	<0,05
Leão e Jaguatirica	ns
Leão e Gato-maracajá	<0,05
Leão e Gato-doméstico	<0,05
Leão e Gato-do-mato-do-sul	<0,05
Leão e Leopardo	ns
Tigre e Onça-pintada	ns
Tigre e Suçuarana	<0,05
Tigre e Jaguatirica	<0,05
Tigre e Gato-maracajá	ns
Tigre e Gato-doméstico	< 0,05
Tigre e Gato-do-mato-do-sul	ns
Tigre e Leopardo	ns
Onça-pintada e Suçuarana	< 0,05
Onça-pintada e Jaguatirica	< 0,05
Onça-pintada e Gato-maracajá	ns
Onça-pintada e Gato-doméstico	< 0,05
Onça-pintada e Gato-do-mato-do-sul	ns
Onça-pintada e Leopardo	ns
Suçuarana e Jaguatirica	< 0,05
Suçuarana e Gato-maracajá	ns
Suçuarana e Gato-doméstico	< 0,05
Suçuarana e Gato-do-mato-do-sul	ns
Suçuarana e Leopardo	ns
Jaguatirica e Gato-maracajá	< 0,05
Jaguatirica e Gato-doméstico	< 0,05
Jaguatirica e Gato-do-mato-do-sul	< 0,05
Jaguatirica e Leopardo	ns
Gato-maracajá e Gato-doméstico	< 0,05
Gato-maracajá e Gato-do-mato-do-sul	ns
Gato-maracajá e Leopardo	ns
Gato-doméstico e Gato-do-mato-do-sul	ns
Gato-doméstico e Leopardo	< 0,05
Gato-do-mato-do-sul e Leopardo	ns

NOTA: * ns = não significativo.

Já quando analisada cada emissão, foram encontrados p -valores significativos nas comparações entre algumas espécies para ao menos um parâmetro acústico. Em particular, o chamado do cio teve resultado significativo ($p < 0,0001$) para todos os parâmetros analisados. Também o miado e o rugido cuja maioria das comparações recuperaram resultado significativo ($p < 0,05$; TABELA 5 e 6).

Tabela 5. Resultados do Teste de Mann-Whitney para as diferentes espécies de Felidae quanto às diferentes emissões, para os parâmetros frequência fundamental (f_0), frequência dominante (f_{dom}) e duração das notas (t). Em destaque estão os p -valores significativos.

Emissão Sonora	Espécies	f_0	f_{dom}	t
Chamado do cio	Onça e Suçuarana	$U = 65$ $z = 13,4947$ $p^* < 0,0001$	$U = 630,5$ $z = 15,2565$ $p < 0,0001$	$U = 4537,5$ $z = 12,5485$ $p < 0,0001$
Espirro forçado	Gato-maracajá e Jaguatirica	NA*	$U = 9,5$ $z = 2,1261$ $p = 0,0335$	$U = 32$ $z = 0$ $p = 1$
"Hiss"	Gato-maracajá e Suçuarana	NA	$U = 813$ $z = 0,436$ $p = 0,6628$	$U = 90,5$ $Z(U) = 5,7751$ $p < 0,0001$

NOTA: * p -valor bilateral; NA = não se aplica.

Tabela 6. Resultados do Teste de Kruskal-Wallis com o pós-teste de Dunn para as diferentes espécies de Felidae quanto às diferentes emissões, para os parâmetros frequência fundamental (f0), frequência dominante (fdom) e duração das notas (t). Estão destacados os *p*-valores significativos.

Emissões Sonoras	Espécies	f0	fdom	t
		$H = 17,5294$ $p = 0,0002$	$H = 2,0221$ $p = 0,3638$	$H = 21,0876$ $p < 0,0001$
Arfar	Onça-pintada e Suçuarana	< 0,05	ns	ns
	Onça-pintada e Tigre	ns	ns	< 0,05
	Suçuarana e Tigre	< 0,05	ns	< 0,05
		$H = 91,1751$ $p < 0,0001$	$H = 73,8205$ $p < 0,0001$	$H = 60,3607$ $p < 0,0001$
Miado	Gato-maracajá e Suçuarana	< 0,05	ns	< 0,05
	Gato-maracajá e Gato-doméstico	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Suçuarana e Gato-doméstico	< 0,05	< 0,05	< 0,05
		$H = 48,2403$ $p < 0,0001$	$H = 14,3394$ $p = 0,0025$	$H = 2,6442$ $p = 0,4498$
Rosnado	Gato-do-mato-do-sul e Jaguatirica	ns	ns	ns
	Gato-do-mato-do-sul e Onça-pintada	ns	ns	ns
	Gato-do-mato-do-sul e Suçuarana	ns	ns	ns
	Jaguaririca e Onça-pintada	< 0,05	< 0,05	ns
	Jaguaririca e Suçuarana	< 0,05	ns	ns
	Onça-pintada e Suçuarana	ns	ns	ns
			$H = 121,7459$ $p < 0,0001$	$H = 23,6839$ $p < 0,0001$
Rugido	Tigre e Onça-pintada	< 0,05	ns	ns
	Tigre e Leão	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Tigre e Leopardo	ns	ns	ns
	Onça-pintada e Leão	< 0,05	ns	< 0,05
	Onça-pintada e Leopardo	< 0,05	< 0,05	ns
	Leão e Leopardo	ns	< 0,05	< 0,05

NOTA: * ns = não significativo.

1.3.12 Alometria acústica

Os resultados das regressões lineares foram fracos, demonstrando apenas uma tendência de que o comprimento corporal seria correlacionado com a frequência fundamental e a frequência máxima das emissões sonoras dos felídeos analisados neste estudo. Assim, quanto maior o comprimento do corpo, menores os valores destes dois parâmetros sonoros (TABELA 7; FIGURAS 7 e 8).

Tabela 7. Resultados das análises de regressão linear entre os parâmetros sonoros e parâmetros de tamanho corporal, para as nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas neste estudo. f0 = frequência fundamental; fdom = frequência dominante; fmin = frequência mínima; fmax = frequência máxima; comprimento = comprimento do corpo.

Regressão Linear	p	r²	b
f0 x peso	0,08504	0,2739	-0,2144
fdom x peso	0,09354	0,2567	-0,3290
fmin x peso	0,1404	0,1806	-0,1997
fmax x peso	0,1108	0,2255	-0,1917
f0 x comprimento	0,0382	0,4071	-0,7648
fdom x comprimento	0,0536	0,3533	-1,1384
fmin x comprimento	0,05207	0,358	-0,7715
fmax x comprimento	0,04398	0,3852	-0,7129

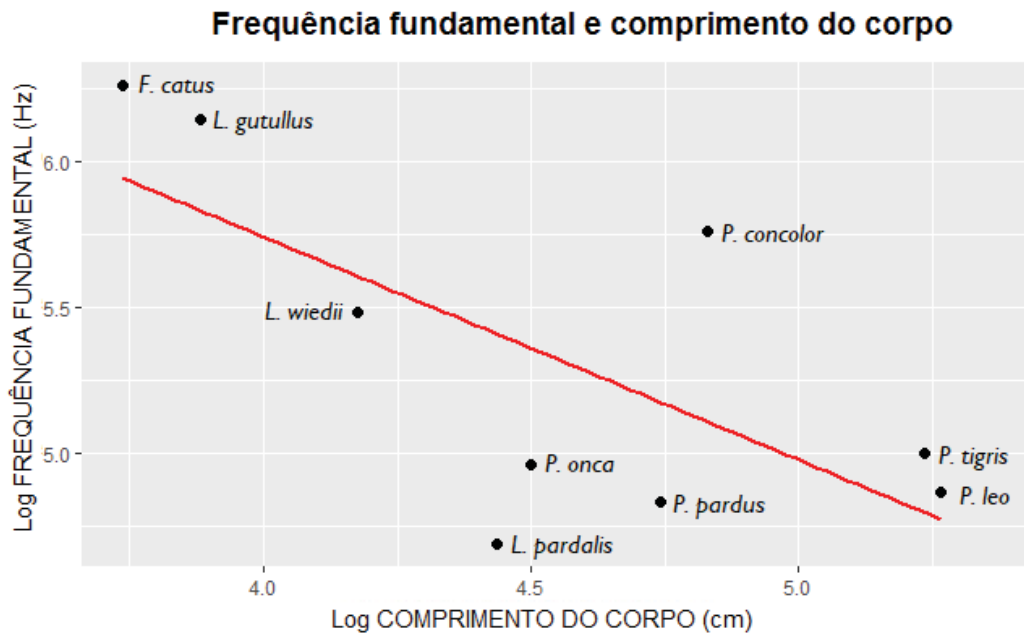


Figura 7. Representação gráfica do logaritmo da frequência fundamental (Hz) pelo logaritmo do comprimento do corpo (cm). Cada ponto no gráfico representa a média da frequência fundamental e comprimento do corpo para uma das nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas neste estudo.

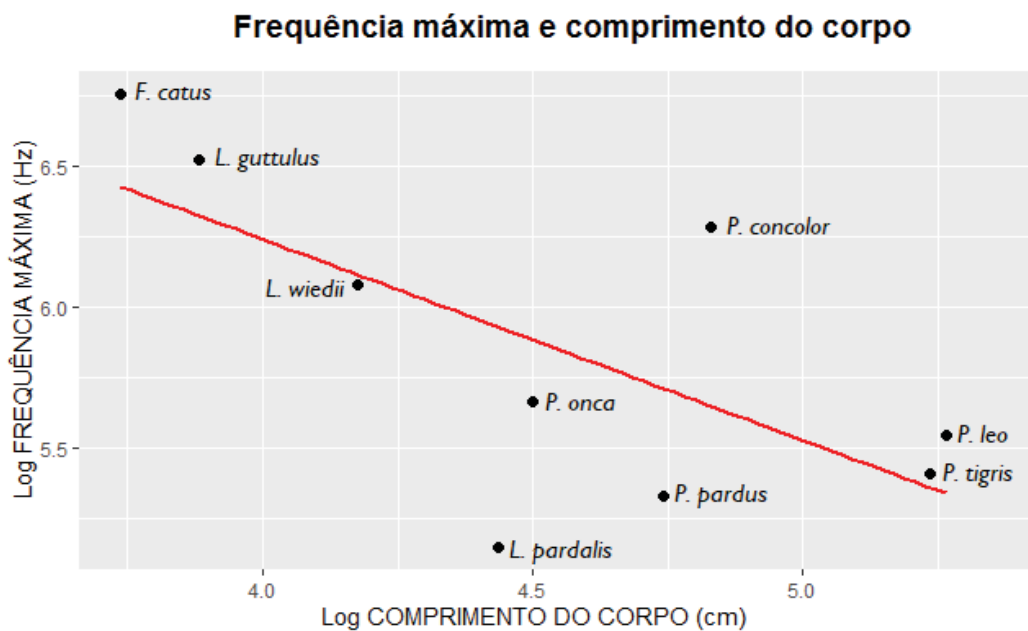


Figura 8. Representação gráfica do logaritmo da frequência máxima (Hz) pelo logaritmo do comprimento do corpo (cm). Cada ponto no gráfico representa a média da frequência máxima e comprimento do corpo para uma das nove espécies de felídeos em cativeiro analisadas neste estudo.

1.4 DISCUSSÃO

Foram encontradas 13 emissões sonoras de nove espécies de Felidae em cativeiro e, a considerar o número de espécies neotropicais amostradas, esse é um dos maiores esforços realizados quanto à bioacústica dessas espécies. Os sons encontrados foram de arfar, chamado do cio, espirro forçado, grunhido, *hiss*, jato de ar nasal, miado, *moan*, *mrr*, *prusten*, rosnado, rugido e *snarl*.

A emissão sonora do tipo arfar não foi encontrada na literatura. Essa emissão se caracteriza pela inalação e exalação de ar pela boca, com a boca se mantendo sempre aberta. O arfar foi uma emissão geralmente associada à ansiedade com observação de comportamento estereotipado. Foi observado que pode haver ou não contribuição da laringe, entretanto não é certo se há função de comunicação ou se o animal está apenas ofegando.

De maneira geral é sempre difícil tentar padronizar a terminologia de comportamentos particularmente pela simplicidade de algumas descrições, pela dificuldade de ler e compreender os atos envolvidos em diferentes ações comportamentais e, também na tentativa de atribuir em diferentes idiomas uma nomenclatura que esteja, pelo menos, próxima à proposta original. Assim, para fins de padronização da terminologia, propomos traduções para o português das seguintes vocalizações: *spit*, *snort* e o *grunt*. O *spit* em português se traduz literalmente como “cuspir” (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021) o que não é um termo que cabe adequadamente à vocalização analisada. Na verdade, o *spit* se assemelha mais a um som de espirro. Dessa forma, por não ser um espirro verdadeiro, propusemos que o *spit* seja nomeado de espirro forçado. O *snort* é traduzido como “bufar” (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021). De fato, o *snort* se assemelha com um bufar, entretanto é somente emitido com as narinas. Para enfatizar essa característica, propõem-se que o *snort* seja nomeado de “jato de ar nasal”. Por fim, o *grunt* se traduz como “grunhido” (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021), refletindo fielmente a descrição do som. Assim, propomos que o *grunt* seja nomeado de “grunhido”. Todas essas terminologias já foram adotadas no presente estudo.

Quanto ao jato de ar nasal, em Peters (1987) é descrito uma emissão sonora chamada *snort*, um som de exalação nasal de duração variável, não-vocal. Ainda segundo o autor, não é claro se essa emissão tem função de comunicação, mas postula que tenha função de ameaça em comunicação a curta-distância. No presente estudo, tal emissão foi registrada para quatro espécies em uma variedade de situações: quando o animal aguardava alimentação (associado ou não a comportamento estereotipado), quando estava se alimentando e o observador se aproximava, quando se encontrava contido no cambiamento ou quando estava cercado por visitantes. Baseado no contexto que o jato de ar nasal foi emitido, provavelmente além de ter função de ameaça, como descrito na literatura (PETERS, 1987), também é uma emissão sonora característica de situações de ansiedade e estresse.

Para outros termos, a padronização para a Língua Portuguesa se torna mais difícil. O *snarl*, por exemplo, se traduz como “rosnadura” ou “rosnado” (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021). Entretanto, o rosnado é um som diferente e o *snarl* está mais próximo de um ronco. Entretanto, chamar o *snarl* de “ronco” poderia gerar confusão, já que na língua portuguesa, é comumente utilizado a palavra “ronco” para descrever rugidos emitidos pelos gatos grandes (Observação pessoal). Outro exemplo é o *prusten*, uma palavra de origem alemã que não há tradução para o português (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2021). Ao traduzir o termo *prusten* para o inglês, temos o termo *snort* (CAMBRIDGE DICTIONARY, 2021) que se refere a uma outra emissão sonora, o jato de ar nasal previamente explicado. Dessa forma, ainda há vários desafios a serem resolvidos quanto à padronização da terminologia.

Parcialmente superada essa etapa, os chamados encontrados em *Panthera leo* são condizentes com os encontrados por outros autores (PFEFFERLE *et al.*, 2007; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014; ANANTHAKRISHNAN *et al.*, 2011). Segundo esses estudos, o chamado é dividido em três fases: no início consiste em rugidos longos de baixa energia, seguidos por vocalizações curtas e repetitivas que vão aumentando de intensidade até atingir o clímax e que cessam vagarosamente, características também registradas no presente estudo. Esse chamado é considerado um chamado de longa-distância, utilizado por leões para se comunicar com coespecíficos, seja para aproximá-los ou afastá-los (PETERS; WOZENCRAFT, 1989; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Um

fato observado nesse estudo foi que os dois leões do Zoológico frequentemente emitiam o chamado ao mesmo tempo, sendo plausível a hipótese de que o chamado de um leão estimule o outro (SCHALLER, 1972), particularmente quando se encontram em uma mesma área geográfica, caracterizada como vizinhança no Zoológico. Quanto à frequência fundamental, a média encontrada no presente estudo é mais baixa do que alguns estudos, os quais encontraram valores médios de 194,55 Hz e 180 Hz (PFEFFERLE *et al.*, 2007; EKLUND *et al.*, 2011). Mesmo com essa diferença, o valor de 121,4 Hz recuperado no presente estudo continua dentro dos valores conhecidos para a espécie que variam entre 40-200 Hz (KLEMUK *et al.*, 2011; UNIVERSITY OF UTAH, 2011).

Para *Panthera onca*, exceto pelo arfar, todas as emissões sonoras gravadas para a espécie, já foram descritas para os felídeos (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014; ROSE *et al.* 2017). O rugido é uma vocalização forte, que é emitida em épocas reprodutivas ou para demarcação de território (TEMBROCK, 1963; RABINOWITZ; NOTTINGHAM, 1986; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). De fato, os rugidos observados para as onças-pintadas dos zoológicos ocorriam quando havia uma grande aglomeração de pessoas em volta do recinto. Assim, mesmo que em cativeiro essas emissões tenham ocorrido à curta distância dos potenciais invasores/ameaças, a manutenção das baixas frequências está provavelmente associada às adaptações morfológicas historicamente selecionadas durante a comunicação em longa distância, o que permitiria que as onças mantivessem um reconhecimento espacial e quase imediato dos indivíduos da população. Quando no cio, foi visto que a fêmea alterou o seu comportamento, vocalizando mais, frequentemente rolando no chão e se esfregando na grade ou nos troncos do recinto, comportamentos já descritos (TEMBROCK, 1963; WILDT *et al.*, 1979; SEYMOUR, 1989; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002), contudo, considerando as características posturais e sonoras desses comportamentos, durante o chamado de cio a complexidade comportamental parece ser aumentada, visto que são intensificados os comportamentos de marcação química e sinalização postural de estar em período fértil, sinais estes que devem ser reconhecidos a curta distância e, da sinalização sonora de baixas frequências e grande taxa de repetição, características de

comunicação a longa distância para possivelmente informar os machos do entorno, da existência de uma possível fêmea receptiva.

Para *Panthera tigris*, a frequência fundamental média encontrada condiz com o intervalo de 83-246 Hz esperado para a espécie (KLEMUK *et al.*, 2011; UNIVERSITY OF UTAH, 2011). Quanto às vocalizações registradas, são semelhantes às descritas na literatura (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ROSE *et al.*, 2017), exceto pelo jato de ar nasal, que não foi encontrado na literatura para os tigres. O *prusten* é uma forma de comunicação a curta-distância, que consiste em uma emissão rápida de notas (PETERS; TONKIN-LEYHAUSEN, 1999; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ROSE *et al.*, 2017) que foi obtida em uma situação aparentemente amigável, quando o tratador chegou ao recinto, semelhante ao observado na literatura (DE ROUCK *et al.*, 2005). O *mrr* é uma vocalização que pode indicar relaxamento ou frustração (ROSE *et al.*, 2017). No presente estudo essa vocalização foi emitida alternada com os sons de *prusten* quando o tratador chegava no recinto, indicando que o animal estava relaxado e confortável. A frequência fundamental e dominante média tiveram valores menores que as descritas na literatura (ROSE *et al.*, 2017). Tais diferenças encontradas podem ser devido à baixa amostra de vocalizações do tipo *mrr* gravadas (n=2). O rugido é uma vocalização forte que serve de alerta ou para assegurar território (PETERS; WOZENCRAFT, 1989; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ROSE *et al.*, 2017). No presente estudo, o rugido foi frequentemente emitido enquanto os leões vocalizavam (observação pessoal), corroborando com o fato de que o rugido pode servir para defesa de território. As médias de frequência fundamental e duração das notas foram semelhantes a alguns estudos anteriores (WALSH *et al.* 2003; JI *et al.* 2013). No entanto, há registro de frequências mais altas e mais curtas para este grupo (ROSE *et al.*, 2017). Essa diferença pode ser devido à distinção entre o rugido e o *moan*. Enquanto alguns estudos consideram o *moan* como um sinônimo de rugido territorial ou de chamado de longa distância (WALSH *et al.* 2010; WALSH *et al.* 2011), para outros, o rugido seria utilizado somente em situações de agressividade extrema, sendo que o *moan* é a vocalização predominante e deve ser distinguida do rugido (ROSE *et al.*, 2017). O *moan* seria então uma vocalização de anúncio para fins de comunicação com coespecíficos (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ROSE *et al.* 2017). Nesse estudo, a vocalização do tipo *moan* foi sempre emitida em

direção ao tigre macho no recinto adjacente ou ao tratador. O animal aparentava estar relaxado, dessa forma, corroborando que esse som é de comunicação com coespecíficos, de maneira não agressiva. Apesar do tigre ser relativamente bem estudado ao se comparar com outras espécies, ainda há vários obstáculos a serem vencidos, principalmente quanto à elucidação da existência do rugido nessa espécie e sua diferenciação com o *moan*.

Para *Panthera pardus*, as vocalizações registradas condizem com a sequência de rugidos descrita na literatura, também conhecido como chamado de longa distância (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). Esse chamado pode conter ou não vocalizações do tipo grunhido entremeadas aos rugidos (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002) mas, no presente estudo, isso não foi verificado. Foi registrada uma sequência de oito rugidos, o que está dentro do intervalo de 2 a 30 rugidos, com frequência fundamental média relativamente baixa, assim como já descrito para a espécie (TEMBROCK, 1963; EISENBERG; LOCKHART, 1972). Somente foi analisado um chamado de leopardo, portanto, não há informações suficientes para se descrever o repertório vocal dessa espécie, sendo necessárias mais gravações das vocalizações a fim de se detalhar com precisão as vocalizações emitidas e o comportamento associado.

Apesar de seu tamanho grande, o *Puma concolor* é considerada mais próxima dos gatos pequenos quanto ao repertório vocal, já que não conseguem rugir e ainda conseguem miar e ronronar (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Todas as emissões sonoras encontradas já foram descritas na literatura (PETERS 1978, PETERS; WOZENCRAFT, 1989; POTTER, 2002; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002), exceto pelo arfar. O miado foi uma vocalização emitida por ambos os sexos, sendo um som agudo e curto que tem como objetivo chamar a atenção do sexo oposto ou de chamar os filhotes no caso da fêmea (PETERS; WOZENCRAFT, 1989; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ALLEN *et al.*, 2016). Entretanto, foi observado que a atenção dos animais enquanto estavam vocalizando estava no observador ou no tratador (observação pessoal). Portanto, pode ser que o miado também seja utilizado para chamar a atenção de outros indivíduos e que no caso de animais mantidos em cativeiro, seja chamar a atenção de humanos que façam parte do dia-a-dia dos felídeos. O rosnado é uma vocalização agonística que serve de alerta a possíveis ameaças (LOGAN; SWEANOR, 2001;

SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). Este som foi emitido em direção ao observador quando este se aproximava do animal, semelhante ao encontrado em outro estudo (LOGAN; SWEANOR, 2001). A vocalização da fêmea no cio consistiu em uma sequência de miados ou gritos agudos de grande intensidade, que serve para atrair os machos em época de reprodução, sendo uma forma de comunicação a longa distância (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; ALLEN *et al.*, 2014). De fato, houve resposta do macho do recinto adjacente, que se tornou inquieto, provavelmente frente às vocalizações emitidas pela fêmea. Assim como para a onça-pintada, para as suçuaranas há a insuficiência de esforços quantitativos, sendo que os resultados deste estudo trouxeram importantes informações sobre o repertório vocal da espécie.

Quanto a *Leopardus pardalis* e *Leopardus wiedii*, não foi encontrado na literatura nenhuma descrição de seus repertórios vocais. As jaguatiricas foram reportadas vocalizando enquanto socializam com coespecíficos em situações amigáveis, entretanto sem descrição do tipo de vocalização emitido (POWELL, 1997). De modo similar, há registros desses animais vocalizando quando presos em armadilhas (SHINDLE; TEWES, 2000), quando chamam coespecíficos (GREEN, 1991) e quando no cio (MOREIRA *et al.*, 2001), porém todos sem descrição da vocalização que foi emitida. Já foram reportados emitindo o ronronar (TEMBROCK, 1970 *apud* PETERS, 2002) e o rosnado (SENA *et al.*, 2018), entretanto, sem descrição da estrutura sonora. Dessa forma, esse estudo evidencia importantes informações sobre o repertório vocal desse animal, que inclui o rosnado, *snarl*, espirros forçados e jatos de ar. Os três primeiros sons foram emitidos em situações de defesa, quando contidos no cambiamento e na presença do tratador. Apesar de emitidos de forma intercalada, o rosnado foi a emissão sonora agonística mais utilizada, sendo que o espirro e particularmente o *snarl* só foram emitidos em situações extremas, onde o tratador se aproximava demais de onde os animais estavam alojados. Sendo assim, enquanto as outras vocalizações agonísticas indicam advertência, o *snarl* pode indicar que o animal está pronto para atacar ou se defender. Para a jaguatirica, foi encontrado o menor valor de frequência fundamental média do estudo, provavelmente devido ao tipo de som emitido, em sua maioria, rosnados, que por característica são emissões sonoras de baixa frequência (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002).

Para *Leopardus wiedii*, o único registro de suas vocalizações na literatura é quanto a emissões sonoras que imitam a presa *Saguinus bicolor* (CALLEIA *et al.*, 2009). Tal tipo de emissão sonora não foi registrado nesse estudo, provavelmente por esse trabalho ter sido realizado em cativeiro, com indivíduos acostumados com uma rotina diária de alimentação. Visto a limitada quantidade de informações na literatura, o presente estudo trouxe importantes observações sobre o repertório vocal dessa espécie, com a descrição de quatro emissões sonoras. Enquanto nas jaguatiricas o rosnado parece ser a vocalização de ameaça mais frequente, nos gatos-maracajá, os espirros e o *hiss* são as vocalizações mais emitidas em tais situações, sendo que o espirro pode se unir a um som de *hiss*, como já descrito na literatura (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). O miado observado foi bem longo e modulado, terminando em um resmungo, com a boca fechada ou entreaberta. Por terminar em um resmungo, tal miado se diferencia do encontrado nas outras espécies e, aqui deve haver avanços nos estudos do repertório vocal, para definir se este é um som único desta espécie.

O *Leopardus guttulus* foi a espécie com menos registros sonoros, sendo que as emissões sonoras foram raras e o animal, em geral, permaneceu silencioso a maior parte do tempo, assim como já registrado na literatura (MOTTA; REIS, 2009). O miado já foi descrito para a espécie como vocalizações agudas semelhante às emitidas pelos gatos-domésticos (MOTTA; REIS, 2009). Quando miava, o animal permanecia amigável, se esfregando nos troncos do recinto e aparentava demandar atenção ou alimento. Além do miado, para essa espécie já foram registrados sons de rosnado, além do chamado do cio (MOTTA; REIS, 2009), mas que não foram observados no presente estudo. Apesar de descrições das vocalizações desses animais já existirem, elas são puramente qualitativas, sendo que aparentemente nunca foram feitos estudos quantitativos das vocalizações dessa espécie. Assim, os resultados deste estudo trouxeram importantes informações acerca das vocalizações do gato-do-mato-do-sul, ainda mais para uma espécie com a tendência a permanecer silenciosa.

Em *Felis silvestris catus* foram observados miados associados com situações amigáveis. Por ser um animal domesticado, o gato-doméstico usa eficientemente o miado como um modo de se obter atenção, comida, carinho, sendo um tipo de vocalização utilizado primariamente para se comunicar com seres humanos em situações de

demanda (MOELK, 1944; TURNER; BATESON, 2000; LANDSBERG *et al.*, 2013), semelhante ao registrado no presente estudo. Nos gatos-domésticos a frequência fundamental foi a mais alta dos felídeos analisados, sendo que o miado teve uma duração média de 0,71 segundos, assim como já registrado para a espécie (SHIPLEY *et al.*, 1991; SCHOTZ, 2012). Entretanto, há variações nos registros destes parâmetros sonoros, sendo registrado médias maiores (NICASTRO, 2004; NICASTRO; OWREN, 2003; SCHOTZ, 2012) e valores máximos de frequência fundamental menores (NICASTRO, 2004; NICASTRO; OWREN, 2003), por exemplo. Foi possível observar que para os gatos-domésticos há grandes variações quanto aos parâmetros analisados entre indivíduos e até mesmo em um único indivíduo. Isso pode ser devido ao fato de que esses animais, por viverem em locais diferentes, com tutores diferentes, desenvolveram e aprenderam formas diferentes para se comunicar com seus respectivos tutores. Outro ponto é que as características do miado podem mudar de acordo com o contexto no qual as vocalizações são emitidas e com o tipo de miado (MOELK, 1944; TURNER; BATESON, 2000).

De modo geral, com exceção dos gatos-domésticos cujos comportamentos variam conforme o indivíduo e das suçaranas, os demais gatos pequenos permaneceram mais silenciosos, vocalizando primariamente em situações de defesa ou ameaça, com ocasionais miados. Por outro lado, os integrantes do gênero *Panthera* vocalizaram mais frequentemente. Adicionalmente, foi identificado que as vocalizações dos gatos pequenos em geral, tiveram maiores valores de frequência fundamental, sendo mais agudos. Já para os felídeos do gênero *Panthera*, as emissões sonoras eram de baixa frequência fundamental (<200 Hz). Apesar da vocalização da jaguatirica ter obtido o menor valor médio de frequência fundamental do estudo, postula-se que foi devido ao tipo de vocalização mais emitido pelas jaguatiricas: o rosnado. O rosnado, por característica, é uma vocalização de baixa frequência (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). Por essa ser a vocalização mais emitida pelas jaguatiricas, a média da frequência fundamental para a espécie permaneceu baixa.

Pode-se inferir que a frequência varia dependendo do tipo de comportamento e conseqüentemente, do tipo de vocalização. Alguns mamíferos emitem sons de baixa frequência em situações agressivas, enquanto em situações não agressivas e de medo,

emitem sons de alta frequência (MORTON, 1977). Para o gato-do-mato-do-sul, foi encontrada uma diferença significativa entre a frequência fundamental, entre o miado e o espirro forçado, duas emissões sonoras gravadas para a espécie. O miado tem frequências fundamentais mais altas, enquanto o espirro forçado tem frequências comparativamente mais baixas. De modo similar, para a suçuarana, os miados tiveram uma frequência fundamental média de valor significativamente mais elevado, ao se comparar com outras emissões sonoras (rosnado e arfar) que tiveram suas frequências médias mantidas abaixo de 150 Hz. Dessa forma, a frequência pode variar dependendo da vocalização emitida, constatado aqui para os gatos pequenos. De modo geral, as vocalizações caracterizadas tipicamente com função de chamar atenção, miado e chamado do cio, tiveram frequências mais altas, enquanto as emissões agonísticas, de ameaça ou de ansiedade (*hiss*, rosnado, arfar, espirro forçado) tiveram frequências mais baixas. Já para os felídeos do gênero *Panthera*, todas as vocalizações tiveram frequências mais baixas, não sendo notada essa plasticidade.

Outra variação identificada, foi a individual. Exceto pelo gato-maracajá, em todas as outras espécies analisadas foi recuperado que, em um mesmo tipo de vocalização, pelo menos um dos parâmetros analisados (frequência fundamental, frequência dominante e duração das notas) varia significativamente entre os indivíduos. Com esse resultado, temos que há variação individual, numa mesma vocalização, que deve ser considerada. Assim, pode-se afirmar que num mesmo contexto acústico, há uma amplitude de características sonoras.

Ao comparar a mesma emissão sonora, mas dessa vez entre diferentes espécies, todas as emissões foram diferenciadas de forma significativa entre pelo menos duas espécies, quanto a algum dos parâmetros. Destacam-se o chamado do cio, que diferiu quanto a todos os parâmetros nas espécies analisadas; o miado, que variou de forma significativa para todas as espécies analisadas quanto à frequência fundamental e duração das notas; e o rugido, que variou significativamente entre todas as espécies quanto a frequência fundamental, exceto nas comparações entre leopardo com o leão e o tigre. Isso pode ter ocorrido, devido à baixa amostragem de sons de leopardo obtidos no presente estudo. Com isso, tem-se que o mesmo som pode ter variação significativa entre espécies.

Desconsiderando-se o tipo de emissão sonora, para a comparação entre as espécies de Felidae para o parâmetro frequência fundamental, teve-se que, em geral, os felídeos do gênero *Panthera* não foram significativamente diferenciados um do outro. Já nos gatos-pequenos, a jaguatirica diferiu dos demais, devido ao tipo de vocalização coletado para essa espécie, o rosnado, um som de frequência mais baixa, como já explicado previamente. Ainda, o gato-doméstico diferiu da suçuarana e do gato-maracajá. Tal resultado foi encontrado provavelmente devido aos miados de frequência mais alta emitidas pelos gato-domésticos que, por serem animais domesticados, seus sons são variáveis. Dessa forma, se desconsiderando a jaguatirica e o gato-doméstico, temos que as espécies remanescentes de gatos-pequenos não diferem de modo significativa. Por fim, nas comparações entre os gatos pequenos com os grandes, salvo algumas exceções, houve separação de forma significativa, indicando dois agrupamentos acústicos distintos.

Para a alometria acústica, foi encontrado uma fraca correlação negativa entre comprimento de corpo e a frequência fundamental e máxima, indicando uma tendência de que quanto maior o comprimento dos animais analisados, menor é a sua frequência fundamental e máxima. Outros estudos também encontraram correlações fracas, quando realizados somente com Felidae (RUPRECHT, 2014) e até para Carnivora (BOWLING *et al.*, 2017).

Outro resultado encontrado, é que as frequências medidas para as espécies de *Panthera sp.* se mantiveram abaixo da linha de regressão. Ao contrário, para os gatos pequenos do gênero *Puma*, *Leopardus* e *Felis*, as frequências são comparativamente mais altas. Isso ocorre devido ao aparato vocal de *Panthera sp.*, com largas e pesadas pregas vocais, que geram emissões sonoras de baixa frequência (PETERS; HAST, 1994).

Apesar da fraca correlação, o comprimento de corpo foi um melhor preditor de frequência das emissões sonoras do que o peso (RUPRECHT, 2014). Esse resultado é particularmente informativo, pois todas as gravações e medições de peso foram realizadas no presente estudo, sendo que nenhum desses dados foram retirados da literatura e, portanto, refletem a realidade. Em relação às frequências, foram registrados resultados significativos para a frequência fundamental e a máxima, sendo que a

frequência fundamental apresentou uma correlação mais forte. Sendo assim, tais parâmetros sonoros se comportaram melhor do que a frequência dominante comumente utilizada na literatura (BOWLING *et al.*, 2017).

Em contrapartida, há a possibilidade de que dados restritos taxonomicamente gerem fracas correlações acústicas com tamanho de corpo, ao se comparar com uma base de dados mais diversificada (RUPRECHT, 2014), já que alguns estudos não recuperaram correlações quando analisaram uma família, gênero ou espécie (MCCOMB, 1991; PETERS; PETERS, 2010; RUPRECHT, 2014), ou recuperaram correlações fracas (HAUSER, 1993; RUPRECHT, 2014). Ainda, quanto à capacidade da frequência sinalizar o tamanho de corpo na comunicação vocal, não se deve presumir que seja igual para todos as ordens de mamíferos (BOWLING *et al.*, 2017). Além disso, pode ser que a acurácia do parâmetro peso foi limitada, já que os animais de zoológico geralmente apresentam sobrepeso, não representando as características das populações selvagens. Por fim, particularmente para Felidae, a amplitude de frequências emitidas por tal grupo é muito estreita. Sendo assim, encontrar uma correlação entre frequências tão similares e tamanho de corpo, se torna complicado.

Outro fator que pode contribuir para a diversidade de frequências dentro de um grupo taxonômico é o fato de que diferentes grupos habitam diferentes habitats, assim, os animais podem adaptar a frequência de suas emissões sonoras de modo a aumentar a eficácia da comunicação, diminuindo a degradação durante a propagação (“hipótese da adaptação acústica”; MORTON, 1975; BROWN *et al.*, 1995; EY; FISCHER, 2009; PETERS; PETERS, 2010; RUPRECHT, 2014). Para animais que vocalizam de forma a manter território, como os leões, há influência das condições atmosféricas, particularmente para chamados de longa distância e de frequências baixas (LAROM *et al.*, 1997), características da espécie. Para Larom *et al.* (1997), a topografia, estação do ano e condições climáticas influenciam nos chamados e podem ser uma pressão seletiva que leva os leões a vocalizarem em períodos crepusculares e noturnos.

Em geral, há pouco suporte para a hipótese da adaptação acústica em mamíferos (HARDT; BENEDICT, 2020). Para felídeos, em um estudo foi encontrada relação entre as características do ambiente e os miados de integrantes do gênero *Felis*, onde as (sub) espécies de habitats abertos tinham frequência dominante menor do que as viventes de

habitats fechados (PETERS *et al.*, 2008). De maneira semelhante, também para felídeos, em outro estudo foi encontrada uma correlação significativa entre a média da frequência dominante de chamados de longa distância de felídeos e o seu tipo de habitat (aberto/heterogêneo ou fechado), onde os táxons de habitats abertos mostraram ter frequências significativamente mais baixas do que aquelas de habitats fechados (PETERS; PETERS, 2010). Tais resultados vão contra as previsões gerais, onde espera-se que a frequência seja mais baixa em ambientes fechados (EY; FISCHER, 2009), já que as frequências baixas se propagam com mais eficácia em tais ambientes (MORTON, 1975). Segundo uma revisão de Ey e Fischer (2009), na maioria dos estudos de anuros e mamíferos, os resultados não seguem as previsões, sugerindo então que há influência de outros fatores. O tamanho corporal deve ser considerado em combinação com a influência do ambiente na evolução da comunicação acústica de mamíferos (MARTIN; TUCKER; ROGERS, 2016). Uma revisão conduzida por Hardt e Benedict (2020) constata que os sinais acústicos nem sempre se adaptaram para se propagarem de modo eficiente em seus ambientes nativos, sendo que as inconsistências nas evidências para a hipótese da adaptação acústica podem ser devido a diferenças nas metodologias utilizadas. Assim, mais estudos são necessários para se efetivamente testar a hipótese da adaptação acústica.

Em conclusão, nesse estudo foram realizadas descrições do repertório vocal para nove espécies de Felidae, sendo elaborado um guia de modo a facilitar a identificação das treze emissões sonoras registradas, além de propostas padronizações da terminologia para a Língua Portuguesa. Foi descrito o arfar, emissão sonora não encontrada na literatura e foi adicionada a função de sinalização de ansiedade para a emissão sonora jato de ar nasal. Além disso, foi verificada uma diferença entre as emissões sonoras de gatos grandes e pequenos, onde os gatos grandes vocalizaram mais frequentemente e com menores frequências e os gatos pequenos vocalizaram menos frequentemente, sendo que as frequências de seus sons variaram dependendo do sinal acústico emitido. Foi registrada uma variação individual e entre espécies em uma mesma emissão sonora. Para a alometria acústica, houve um resultado fraco na regressão que apenas indica uma tendência de que o comprimento de corpo deve influenciar na frequência fundamental ou máxima. Também, aqui foram realizadas as

primeiras descrições quantitativas de pequenos felídeos brasileiros, onde destacam-se a jaguatirica, gato-maracajá e gato-do-mato-do-sul, espécies com poucas informações bioacústicas disponíveis. Para o futuro, essa pesquisa será ampliada de forma a englobar mais exemplares de espécies neotropicais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. F.; CASALI, D. M.; GARBINO, G. S. T.; LIBARDI, G. S.; LORETTO, D.; LOSS, A. C.; MARMONTEL, M.; NASCIMENTO, M. C.; OLIVEIRA, M. L.; PAVAN, S. E.; TIRELLI, F. P. **Lista de Mamíferos do Brasil, versão 2021-1. Abr. Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz)**. 2021. Disponível em: <<https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>>. Acesso em: 7 de jul. 2021.
- ALLEN, M. L.; WITTMER, H. U., WILMERS, C. C. Puma communication behaviours: understanding functional use and variation among sex and age classes. **Behaviour**, v. 151, n. 6, p.819-840, abr. 2014.
- ALLEN, M. L.; WANG, Y.; WILMERS, C. C. Exploring the adaptive significance of five types of Puma (*Puma concolor*) vocalizations. **Canadian Field-Naturalist**, v. 130, n. 4, p. 289–294. 2016.
- ANANTHAKRISHNAN, G.; EKLUND, R.; PETERS, G.; MABIZA, E. **An acoustic analysis of lion roars. II: vocal traits characteristics**. In: Proceedings of Fonetik, Stockholm, 2011.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. **BIOESTAT - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Ong Mamirauá. Belém, PA. 2007. Disponível em: < <https://www.mamiraua.org.br/pt-br/publicacoes/.../bioestat-50/> >.
- BERTA, A.; SUMICH, J. L.; KOVACS K. M. 2006. **Marine Mammals Evolutionary Biology**. Academic, New York, NY.
- BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM. **Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.5)**. Ithaca: The Cornell Lab of Ornithology, 2014. Disponível em: <<https://www.birds.cornell.edu/raven>>.
- BOWLING, D., GARCIA, M., DUNN, J.; RUPRECHT, R.; STEWART, A.; FROMMOLT, K.-H.; FITCH, W. T. Body size and vocalization in primates and carnivores. *Scientific Reports*, 7, 41070 jan. 2017.
- BJØRNØ, L. Scattering of Sound. In: _____ **Applied Underwater Acoustics**. Elsevier Inc., 2017. Cap. 5, p. 297-362.
- BRADBURY, J. W.; VEHRENCAMP, S. L. **Principles of animal communication**. Second edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA. 2011.
- BRADLEY, D. L.; STERN, R. 2008. **Underwater sound and the marine mammal acoustic environment: a guide to fundamental principles**. US Marine Mammal Commission, Maryland, EUA.

BROWN, C. H.; OMEZ, R.; WASER, P. M. Old World monkey vocalizations: Adaptation to the local habitat? **Animal Behaviour**, v.50, p. 945- 961. 1995.

CALLEIA, F.O.; ROHE, F.; GORDO, M. Hunting strategy of the Margay (*Leopardus wiedii*) to attract the Wild Pied Tamarin (*Saguinus bicolor*). **Neotropical Primates**, v. 16, n. 1, p. 32-34, jun. 2009.

CASO, A., de OLIVEIRA, T., CARVAJAL, S. V. *Herpailurus yagouaroundi*. **The IUCN Red List of Threatened Species. 2015.** Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T9948A50653167.en.>> Acesso em: 26 de junho de 2020.

COSSIOS, D.; LUCHERINI, M.; RUIZ-GARCIA, M.; ANGERS, B. Influence of ancient glacial periods on the Andean fauna: the case of the pampas cat (*Leopardus colocolo*). **BMC Evolutionary Biology**, 9: 68. 2009.

DE ROUCK, M.; KITCHENER, A. C.; LAW, G.; NELISSEN, M. A comparative study of the influence of social housing conditions on the behaviour of captive tigers (*Panthera tigris*). **Animal Welfare**, v. 14, n. 3, p. 229-238, ago. 2005.

EISENBERG, J. F.; LOCKHART, M. An ecological reconnaissance of Wilpattu National Park, Ceylon. **Smithsonian Contributions to Zoology**, v. 101, p.1-117, 1972.

EKLUND, R.; PETERS, G.; ANANTHAKRISHNAN, G.; MABIZA, E. **An acoustic analysis of lion roars. I: data collection and spectrogram and waveform analyses.** In: Proceedings of Fonetik, Stockholm, 2011.

EY, E.; FISCHER, J. The "Acoustic Adaptation Hypothesis" - a review of the evidence from birds, anurans and mammals. **Bioacoustics**, v. 19, p. 21-48, jan. 2009.

FITCH, W.T. Skull dimensions in relation to body size in nonhuman mammals: The causal bases for acoustic allometry. **Zoology**, n. 103, p. 40- 58. 2000.

GARCIA-PEREA, R. The Pampas Cat Group (Genus *Lynchailurus* Severtzov, 1858) (Carnivora: Felidae), a systematic and biogeographic review. **American Museum novitates**, v. 3096, p.1-36. 1994.

GREEN, R. **Wild cat species of the world.** Plymouth: Bassett Publications, 1991.

GROWL. In: **Michaelis Moderno Dicionário Inglês & Português.** Editora Melhoramentos Ltda., 2021. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/busca/ingles-portugues-moderno/growl/> >. Acesso em: 31/03/2021.

GRUNT. In: **Michaelis Moderno Dicionário Inglês & Português.** Editora Melhoramentos Ltda., 2021. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/busca/ingles-portugues-moderno/GRUNT/> >. Acesso em: 31/03/2021.

HARDT, B.; BENEDICT, L. Can you hear me now? A review of signal transmission and experimental evidence for the acoustic adaptation hypothesis. **Bioacoustics**, p. 1-27, 2020.

HAUSER, M.D The Evolution of Nonhuman Primate Vocalizations: Effects of Phylogeny, Body Weight, and social Context. **American Naturalist**, v. 142, n. 3, p. 528- 542. 1993.

HENSEL, R. Beitrage zur Kenntniss der Säugethiere Sud-Brasiliens. **Physikalische Abhandlungen der Koniglichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin**, p. 1-130. 1872.

JARZYNSKI, J. Mechanisms of Sound Attenuation in Materials. *In*: CORSARO, R. D.; SPERLING, L. H. **Sound and Vibration Damping with Polymers**, American Chemical Society, v. 424, p. 167-207, 1990.

Jl, A.; JOHNSON, M. T.; WALSH, E. J.; MCGEE, J.; ARMSTRONG, D. L. Discrimination of individual tigers (*Panthera tigris*) from long distance roars. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 133, n. 3, p. 1762-1769, mar. 2013.

KITCHENER, A. C.; VALKENBURGH, B. V.; YAMAGUCHI, N. Felid form and function. *In*: MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J. **Biology and conservation of wild felids**. New York: Oxford University Press Inc., 2010. p. 83-106.

KITCHENER, A.C.; BREITENMOSER-WÜRSTEN, C.; EIZIRIK, E.; GENTRY, A.; WERDELIN, L.; WILTING, A.; YAMAGUCHI, N.; ABRAMOV, A.V.; CHRISTIANSEN, P.; DRISCOLL, C. A revised taxonomy of the Felidae: The final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN Cat Specialist Group. **Cat News Special Issue** n.11. 2017.

KLEMUK, S. A.; RIEDE, T.; WALSH, E. J.; TITZE I. R. Adapted to Roar: Functional Morphology of Tiger and Lion Vocal Folds. **PLoS ONE** 6(11): e27029. Nov. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027029>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

LANDSBERG, G. M.; HUNTHAUSEN, W. L.; ACKERMAN, L. J. **Behavior problems of the dog and cat**. 3 ed. Canada: Elsevier, 2013.

LAROM, D.; GARSTANG, M.; PAYNE, K.; RASPET, R.; LINDEQUE, M. The influence of surface atmospheric conditions on the range and area reached by animal vocalizations. **Journal of Experimental Biology**, v. 200, p. 421-431, 1997.

LOGAN, K. A.; SWEANOR, L. L. **Desert Puma: Evolutionary Ecology And Conservation of an Enduring Carnivore**. Island Press, 2001.

LOVERIDGE, A. J.; WANG, S. W.; FRANK, L. G.; SEIDENSTICKER, J. People and wild felids: conservation of cats and management of conflicts. *In*: MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J. **Biology and conservation of wild felids**. New York: Oxford University Press Inc., 2010. p. 161-196.

MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J.; NOWELL, K. *Dramatis personae: an introduction to the wild felids*. In: MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J. **Biology and conservation of wild felids**. New York: Oxford University Press Inc., 2010. p. 3-58.

MARTIN, K.; TUCKER, M. A.; ROGERS, T. L. Does size matter? Examining the drivers of mammalian vocalizations. **Evolution**, v. 71, n.2, p. 249-260, fev. 2017.

MCCOMB, K. E. Female choice for high roaring rates in red deer, *Cervus elaphus*. **Animal Behaviour**, v. 4, n.1, jan.1991.

MCCOMB, K.; PACKER, C.; PUSSEY, A. Roaring and numerical assessment in contests between groups of female lions. **Animal Behavior**, v. 47, p. 379-387, 1994.

MOELK, M. Vocalizing in the house-cat: a phonetic and functional study. **The American Journal of Psychology**, v. 57, n. 2, p. 184-205, abr. 1944.

MOREIRA, N.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MORAES, W.; SWANSON, W. F.; GRAHAM, L. H.; PASQUALI, O. L.; GOMES, M. L.; MORAIS, R. N.; WILDT, D. E.; BROWN, J. L. Reproductive steroid hormones and ovarian activity in felids of the *Leopardus* genus. **Zoo Biology**, v. 20, n. 2, p. 103-116, jun. 2001.

MORTON, E. S. Ecological sources of selection on avian sounds. **The American Naturalist**, v.109, n.965, p.17–34, 1975.

MORTON, E. S. On the occurrence and significance of motivation- structural rules in some birds and mammals. **The American Naturalist**, v.111, p. 855- 869, 1977.

MOTTA, M. C.; REIS, N. R. Elaboração de um catálogo comportamental de Gato-domato-do-sul-pequeno, *Leopardus guttulus* (Schreber, 1775) (Carnívora: Felidae) em cativeiro. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 165-171, 2009.

NASCIMENTO, F. O. **Revisão Taxonômica do Gênero *Leopardus* Gray, 1842 (Carnívora, Felidae)**. Tese (Doutorado em Ciências: Zoologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2010.

NASCIMENTO, F. O.; CHENG, J.; FEIJÓ, A. Taxonomic revision of the pampas cat *Leopardus colocola* complex (Carnívora: Felidae): an integrative approach. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 191, n. 2, p. 1–37, 2020.

NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 44, p. 229-243, 1995.

NICASTRO, N. Perceptual and acoustic evidence for species-level differences in meow vocalizations by domestic cats (*Felis catus*) and African wild cats (*Felis silvestris lybica*). **Journal of Comparative Psychology**, v. 118, n. 3, p. 287-296, 2004.

NICASTRO, N.; OWREN, M. J. Classification of domestic cat (*Felis catus*) vocalizations by naive and experienced human listeners. **Journal of Comparative Psychology**, v. 117, n. 1, p. 44-52, mar. 2003.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. **vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.5-7. 2020. Disponível em < <http://CRAN.R-project.org/package=vegan> >. Acesso em 4 de maio de 2021.

PETERS, G. Vergleichende Untersuchung zur Lautgebung einiger Feliden (Mammalia, Felidae). **Spixiana**, v. 1, n. 1, p. 1-283, 1978.

PETERS, G. Acoustic communication in the genus *Lynx* (Mammalia: Felidae) — comparative survey and phylogenetic interpretation. **Bonner zoologische Beiträge**, v. 38, n. 4, p. 315-330, nov. 1987.

PETERS, G.; WOZENCRAFT, W. Acoustic Communication by Fissiped Carnivores. In: GITTLEMAN, J. L. **Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution**. Boston: Springer, 1989. p. 14-66.

PETERS, G.; HAST, M. H. Hyoid structure, laryngeal anatomy, and vocalization in felids (Mammalia: Carnivora: Felidae). **Z. Säugetierkunde**, n. 59, p. 87-104, set. 1994.

PETERS, G.; TONKIN-LEYHAUSEN, B. A. Evolution of acoustic communication of mammals: friendly close-range vocalizations in Felidae (Carnivora). **Journal of Mammalian Evolution**, v. 6, n. 2, p. 129-159, jun. 1999.

PETERS, G.; BAUM, L.; PETERS, M. K.; TONKIN-LEYHAUSEN, B. Spectral characteristics of intense mew calls in cat species of the genus *Felis* (Mammalia: Carnivora: Felidae). **Journal of Ethology**, v. 27, p. 221-237, jul. 2009.

PETERS, G.; PETERS, M. K. Long-distance call evolution in the Felidae: effects of body weight, habitat, and phylogeny. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 101, p. 487-500, set. 2010.

PFEFFERLE, D.; WEST, P. M.; GRINNELL, J.; PACKER, C.; FISCHER, J. Do acoustic features of lion, *Panthera leo*, roars reflect sex and male condition? **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 121, n. 6, p. 3947-3953, jun. 2007.

POCOCK, R. I. On the hyoidean apparatus of the lion (*F. leo*) and related species of Felidae. **Annals and Magazine of Natural History**, v. 18, n. 104, p. 222-229, 1916.

POTTER, J. G. **Acoustic analysis of vocalizations produced by captive Mountain lions (*Puma concolor*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Department of Biological Sciences, Western Illinois University, Macomb, 2005.

POWELL, K. Environmental enrichment program for Ocelots *Leopardus pardalis* at North Carolina Zoological Park, Asheboro. **International Zoo Yearbook**, v. 35, n. 1, p.217 – 224, jan. 1997.

PRUSTEN. In: **Cambridge Dictionary**. Cambridge University Press, 2021. Disponível em: < <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/alemao-ingles/prusten?q=PRUSTEN> >. Acesso em: 31/03/2021.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: < <https://www.R-project.org/> >.

RABB, G. B. Reproductive and vocal behavior in captive pumas. **Journal of Mammalogy**, v. 40, n. 4, p. 616-617, nov. 1959.

RABINOWITZ, A. R.; NOTTINGHAM, B. G. Ecology and behaviour of the Jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. **Journal of Zoology**, v. 210, n. 1, p. 149-159, set. 1986.

REDFORD, K. H.; EISENBERG, J. F. **Mammals of the Neotropics, Volume 2. The southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay**. The University of Chicago Press, Chicago, 1992.

ROBBINS, N. **Domestic cats: their history, breeds and other facts**. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.

ROSE, S. J.; ALLEN, D.; NOBLE, D.; CLARKE, J. A. Quantitative analysis of vocalizations of captive Sumatran tigers (*Panthera tigris sumatrae*). **Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording**, v. 27, n. 1, fev. 2017.

RUIZ-GARCIA, M.; COSSIOS, D.; LUCHERINI, M.; YANEZ, J.; PINEDO-CASTRO, M.; ANGERS, B. Population genetics and spatial structure in two Andean cats (the pampas cat, *Leopardus pajeros*, and the Andean mountain cat, *L. jacobita*) by means of nuclear and mitochondrial markers and some notes on biometrical markers. In: RUIZ-GARCIA, M.; SHOSTELL, J. M. **Molecular population genetics, evolutionary biology and biological conservation on Neotropical carnivores**. New York, p.187-244. 2013.

RUPRECHT R. **Acoustic allometry in mammals**. Tese (Mestrado em Ciências: Zoologia) – Universidade de Viena, Viena, 2014.

SANDERSON, E.; FORREST, J.; LOUCKS, C.; GINSBERG, J.; DINERSTEIN, E.; SEIDENSTICKER, J.; LEIMGRUBER, P.; SONGER, M. A.; HEYDLAUFF, A.; O'BRIEN, T.; BRYJA, G.; KLENZENDORF, S.; WIKRAMANAYAKE, E. Setting priorities for conservation and recovery of wild tigers: 2005-2015. The technical assessment." In: TILSON, R. L.; NYHUS, P. J. **Tigers of the world: the science, politics, and conservation of *Panthera tigris***, 2 ed. p. 143–161. New York: Elsevier/Academic Press. 2010.

SCHALLER, G. B. **The Serengeti Lion**: a study of predator-prey relations. Chicago, London: The University of Chicago Press, 1972.

SCHÖTZ, S. **A phonetic pilot study of vocalisations in three cats**. In: Proceedings of Fonetik: The XXVth Swedish Phonetics Conference, Gothenburg, 2012.

SCHÖTZ, S. Agonistic vocalisations in domestic cats: a case study. In: SVENSSON LUNDMARK, M.; AMBRAZAITIS, G.; WEIJER J. V. D. **Working Papers**. Linköping: Lund University, 2015. p. 85–90.

SENA, M. V. A.; SANTOS, G. S.; DE OLIVEIRA, M. A. B. Strategies of environmental enrichment for ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora, Felidae) at Parque Estadual Dois Irmãos: a study case in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 2, 2018.

SEYMOUR, K. L. Mammalian Species: *Panthera onca*. **The American Society of Mammalogists**, n. 340, p. 1-9, out. 1989.

SHINDLE, D. B.; TEWES, M. E. Immobilization of wild ocelots with tiletamine and zolazepam in southern Texas. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 36, n. 3, p.546-550, jul. 2000.

SHIPLEY, C.; CARTERETTE, E. C.; BUCHWALD, J. S. The effects of articulation on the acoustical structure of feline vocalizations. **Journal of The Acoustical Society of America**, v. 89, n. 2, p. 902-909, fev. 1991.

SMITH, A.; MCGEE, J.; ARMSTRONG, D.; WALSH, E. J. *Prusten* and the acoustic character of socializing tigers. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.140, n. 3414, nov. 2016.

Michaelis Moderno Dicionário Inglês & Português. Editora Melhoramentos Ltda., 2021. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/busca/ingles-portugues-moderno/snarl/> >. Acesso em: 31/03/2021.

STANTON, L. A.; SULLIVAN, M. S.; FAZIO, J. M. A standardized ethogram for the Felidae: a tool for behavioral researchers. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 173, p. 3–16, dez. 2015.

SUNQUIST, F.; SUNQUIST, M. **Wild cats of the world**. Chicago: University of Chicago Press, 2002.

SUNQUIST, F.; SUNQUIST, M. **The wild cat book**: everything you wanted to know about cats. Chicago: University of Chicago Press, 2014.

TAVERNIER, C.; AHMED, S.; HOUP, K. A.; YEON S. C. Feline vocal communication. **Journal of Veterinary Science**, v. 21, n. 1, jan. 2020.

- TEMBROCK, G. Acoustic behavior of mammals. In: BUSNEL, R. G. **Acoustic Behaviour of Animals**. Amsterdam, London, New York: Elsevier, 1963, p. 751-786.
- TITZE, I. R. **Principles of voice production**. Prentice-Hall, Engle-Wood Cliffs: Bergen, NJ, USA, 1994.
- TURNER, D. C.; BATESON, P. **The Domestic Cat: The Biology of Its Behaviour**. 2 ed. United Kingdom: Cambridge University Press, 2000.
- UNIVERSITY OF UTAH. Born to roar: Lions and tigers fearsome roars are due to their unusual vocal cords. **Science Daily**, 15 nov. 2011. Disponível em: <www.sciencedaily.com/releases/2011/11/1111102190012.htm>. Acesso em: 18 out. 2017.
- WEISSENGRUBER, G. E.; FORSTENPOINTNER, G.; PETERS, G.; KÜBBER-HEISS, A.; FITCH, W. T. Hyoid apparatus and pharynx in the lion (*Panthera leo*), jaguar (*Panthera onca*), tiger (*Panthera tigris*), cheetah (*Acinonyx jubatus*) and domestic cat (*Felis silvestris f. catus*). **Journal of Anatomy** v. 201, n. 3, p. 195-209, set. 2002.
- WERDELIN, L.; YAMAGUCHI, N.; JOHNSON, W. E.; O'BRIEN, S. J. Phylogeny and evolution of cats. In: MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J. **Biology and conservation of wild felids**. New York: Oxford University Press Inc., 2010. p. 59-82.
- WALSH, E. J.; ARMSTRONG, D. L.; NAPIER, J.; SIMMONS, L. G.; KORTE, M.; MCGEE, J. Acoustic communication in *Panthera tigris*: A study of tiger vocalization and auditory receptivity revisited. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 123, n. 3507, 2003.
- WALSH, E. J.; ARMSTRONG, D. L.; SMITH, A. B.; MCGEE, J. The acoustic features of the long-distance advertisement call produced by *Panthera tigris altaica*, the Amur (Siberian) tiger. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 128, n. 4, p. 2485-2485, 2010.
- WALSH, E. J.; ARMSTRONG, D. L.; MCGEE, J. **Tiger bioacoustics: An overview of vocalization acoustics and hearing in *Panthera tigris***. In: 3rd Symposium on Acoustic Communication by Animals, Cornell University, Ithaca, NY. 2011.
- WICKHAM, H. **ggplot2. Elegant graphics for data analysis**. Series, Use R! New York, Springer, p. 186, 2016.
- WILDT, D. E.; PLATZ, C. C.; CHAKRABORTY, P. K.; SEAGER, S. W. J. Oestrous and ovarian activity in a female jaguar (*Panthera onca*). **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 56, n. 2, jul. 1979.

APÊNDICE A – GRAVAÇÕES DAS ESPÉCIES DE FELÍDEOS AMOSTRADAS

Tabela A1 (continua). Número de gravações de felídeos cativos separados por espécie, zoológico e indivíduo. Para o sexo, Macho (M) e Fêmea (F).

Espécie	Zoológico	Indivíduo (Sexo)	Gravações	Total		
<i>Panthera leo</i>	Curitiba	Rawell (M)	9	15		
		Simba (M)	4			
		NA	2			
<i>Panthera tigris</i>	Curitiba	Tom (M)	4	10		
		Teta (F)	6			
<i>Panthera onca</i>	Curitiba	Angélica (F)	23	50		
		Apolo (M)	4			
		Maya (F)	6			
	Bela Vista	Nena (F)	8			
		Valente (M)	9			
<i>Panthera pardus</i>	Curitiba	Macho (M)	1	1		
<i>Puma concolor</i>	Curitiba	Mamba (F)	13	87		
		Gordinho (M)	14			
	Bela Vista	Indivíduo do Quarentenário (M)	15			
		Klabin	Barão (M)		10	
			Bigodes (F)		14	
	Cristal (F)		4			
	<i>Leopardus wiedii</i>	Bela Vista	Machinho (M)		2	
			Indivíduo #53*		1	17
			Indivíduo #54*		1	
			Indivíduo #55*		1	
Indivíduo #56*			1			
Indivíduo do Quarentenário (F)		3				
Klabin		Tora (F)	10			
<i>Leopardus pardalis</i>	Bela Vista	Indivíduo #37 (M)	1	18		
		Indivíduo #38 (M)	1			
		Indivíduo #40 (M)	1			
	Klabin	Fêmea (F)	15			
<i>Leopardus guttulus</i>	Klabin	Gatinho (M)	2	2		

Tabela A1 (continuação). Número de gravações de felídeos cativos separados por espécie, zoológico e indivíduo. Para o sexo, Macho (M) e Fêmea (F).

Espécie	Zoológico	Indivíduo	Gravações	Total
<i>Felis silvestris</i>	Residência 1	Ozzy	4	12
<i>catus</i>		Panqueca	6	
	Residência 2	Estrelinha	1	
		Tufinho	1	
TOTAL				214

NOTA: * A marcação NA corresponde a “não se aplica”, são gravações onde o indivíduo não pôde ser identificado. Quanto aos zoológicos, ‘Curitiba” se refere ao Zoológico Municipal de Curitiba, “Bela Vista” se refere ao Refúgio Biológico Bela Vista e “Klabin” ao Parque Ecológico da Klabin. Os indivíduos 53 a 56 de *Leopardus wiedii* não puderam ser identificados quanto ao sexo, sendo recintos onde eram mantidos casais.