

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SHALINE MEHTA MIAZAKI

**VOCALIZAÇÕES DE REPRESENTANTES CATIVOS DE FELIDAE (MAMMALIA:
CARNIVORA): PADRÕES VOCAIS REFLETEM PARENTESCO?**

CURITIBA

2017

SHALINE MEHTA MIAZAKI

**VOCALIZAÇÕES DE REPRESENTANTES CATIVOS DE FELIDAE (MAMMALIA:
CARNIVORA): PADRÕES VOCAIS REFLETEM PARENTESCO?**

Monografia apresentada para avaliação na disciplina de Estágio Supervisionado em Biologia, a ser desenvolvida para a conclusão do curso de Ciências Biológicas, turno diurno, da Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia.

Orientador: Emygdio Leite de Araujo Monteiro Filho

CURITIBA

2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, por todo o auxílio durante o desenvolvimento da minha monografia, gostaria de agradecer o meu orientador Emydgio, um excelente profissional e exemplo de pessoa. Também agradeço ao professor Maurício por disponibilizar seu tempo para me ajudar.

Agradeço a toda equipe do Zoológico Municipal de Curitiba, em especial, ao Sr. Antônio, tratador dos felinos, por todas as conversas e companheirismo durante as minhas gravações. Além disso, admiro muito a quantidade de conhecimento que possui e a sua paixão pelos animais. Agradeço também a Dra. Oneida, por abrir as portas do zoológico e por oferecer todo auxílio para a realização desse trabalho.

Quero agradecer a minha família por todo o apoio que me deram nessa difícil jornada. Agradeço aos meus pais Manisha e Kazuo por sempre me incentivarem a seguir adiante e nunca desistir; a minha irmã Nayana, pelas conversas infinitas; a minha avó Shubha, e a minha tia Angela, duas biólogas da família que sempre me defenderam e me guiaram; ao meu tio Fábio que também ajudou a me guiar; ao meu avô Yeshwant, um profissional de sucesso que sempre admirei; a minha avó Leônia e a minha tia Yuki por sempre acreditarem em mim.

Agradeço também aos meus amigos por me acompanharem durante todo esse processo. Manu, obrigada por me escutar nos momentos de desespero e por me animar sempre que eu precisava. Vanessa e Patrícia, obrigada por todas nossas conversas, pelo incentivo e conselhos que me deram. Lucas, meu companheiro do lab, agradeço muito você por ter me ajudado em tudo nesses dois últimos anos. Hanna, obrigada por toda a sua ajuda durante o bacharel. Agradeço também a todas as pessoas do museu, em especial a Louise, obrigada pelos momentos de risadas e por todos os seus conselhos.

*“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”*

— Mahatma Gandhi

RESUMO

Analisar os padrões de emissões sonoras de Felidae é importante para se categorizar e descrever os tipos de vocalização existentes e o comportamento social associado, principalmente a fim de elevar os esforços para fins de conservação. Para isso, foram realizadas gravações de quatro espécies de Felidae no Zoológico Municipal de Curitiba, sendo elas: *Panthera leo*, *Panthera onca*, *Panthera tigris* e *Puma concolor*, além de uma espécie doméstica, *Felis silvestris catus*. As vocalizações foram gravadas, descritas e analisadas quanto a frequência fundamental (Hz), energia máxima (dB), duração de cada nota (s) e duração do chamado (s). Após isso, foi elaborado uma matriz binária para as características sonoras encontradas. Essa matriz serviu como base para a elaboração de um dendrograma. Como resultados se obteve uma clara separação entre os gatos grandes e os pequenos. Para *Panthera*, a média da frequência fundamental foi menor do que a encontrada nos gatos pequenos e a energia máxima média foi maior. Além disso, há vocalizações específicas que separam esses felinos, como o ronronar que é presente somente nos gatos pequenos ou o “*prusten*” e o rugido, presentes apenas nos gatos grandes. Esses dados mostram que o grau de parentesco parece ser o fator relacionado a emissão sonora nos felinos analisados.

Palavras-chave: felinos, emissões sonoras, comunicação, gatos, Felidae, evolução, parentesco.

ABSTRACT

Sound analysis of Felidae is important in order to categorize and describe the existent vocalization types and the behavior associated, mainly to enhance conservation efforts. To achieve this, recordings of *Panthera leo*, *Panthera onca*, *Panthera tigris* and *Puma concolor* were carried out in the Zoológico Municipal de Curitiba. Specimens of *Felis silvestris catus* were also recorded, this last one was found in personal collections. The vocalizations were recorded, described and analyzed regarding fundamental frequency (Hz), maximum energy (dB), duration of notes (s) and duration of calls (s). Then, a binary matrix was made for the acoustic characteristics found. This matrix was used as basis to elaborate a dendrogram to evaluate the possibility of existence of two different groups: big and small cats. As a result, there was a clear separation between the big cats and the small ones. For *Panthera*, the medium fundamental frequency was lower than those found for the small cats and the medium maximum energy was greater. Moreover, there are specific vocalizations that separates these felids, as the purr, which is present only in the small cats, or the prusten and the roar, found in the big cats. This data shows that indeed the relationship appears to be the factor related to the vocalization in the analyzed felids.

Key-words: felids, vocalization, sounds, communication, cats, Felidae, evolution.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 SÍTIOS DE GRAVAÇÃO.....	10
2.2 ESPÉCIES-ALVO DO ESTUDO	11
2.3 GRAVAÇÃO DE ÁUDIO	15
2.4 ANÁLISES ACÚSTICAS.....	16
2.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	17
3. RESULTADOS	17
3.1 GRAVAÇÕES.....	17
3.2 ANÁLISES.....	19
4. DISCUSSÃO	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Os mamíferos pertencentes a ordem Carnivora estão distribuídos entre as subordens Caniformia e Feliformia. Dentre os Feliformia, estão inseridos os felinos ou felídeos, que são animais pertencentes à família Felidae com duas subfamílias e oito linhagens compostas por 36 espécies (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014).

A linhagem considerada mais distinta 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 felinos pequenos da América do Sul e que surgiu há 8.0 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 o *Acinonyx*, que se separaram há 6.7 M.A. A sétima e oitava linhagens são os felinos pequenos do velho mundo, os gatos-leopardos (*Otocolobus* e *Prionailurus*) e os gatos domésticos (gênero *Felis*). Eles divergiram um do outro há 6.2 M.A. (MACDONALD; LOVERIDGE, 2010).

De uma maneira geral, o sistema social dos felinos é dependente de uma comunicação olfativa (MACDONALD; LOVERIDGE, 2010). Contudo, de acordo com Peters e Tonkin-Layhausen (1999), a emissão sonora também é uma importante forma de comunicação intraespecífica a curtas ou longas distâncias. Essa comunicação pode ocorrer através de miados, rugidos, ronronar, ofegar, por “*puffing*” (jatos de ar nasais curtos e rápidos) e até por “espirros” forçados (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002).

Inicialmente as diferenças nas vocalizações de felinos grandes e pequenos eram atribuídas às diferenças morfológicas do osso hioide. Na maioria dos felinos, o hioide é suportado por uma série de ossos. Em *Panthera*, 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* conseguem rugir, mas não ronronar; e os gatos menores conseguem ronronar, mas não rugir (POCOCK, 1916, *apud* MACDONALD; LOVERIDGE, 2010). Entretanto, pesquisas realizadas por Peters e Hast

(1994) mostraram que a estrutura do hioide e os ligamentos elásticos não estão diretamente relacionados com a habilidade de rugir. O leopardo-das-neves (*Panthera uncia*), por exemplo, possui o ligamento elástico, mas não é capaz de rugir. Contudo, exceto pelo leopardo-das-neves, os demais representantes de *Panthera* possuem largas e pesadas pregas vocais com largas pregas vestibulares fibro-elásticas. 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, incluindo o leopardo-das-neves, possuem pregas vocais pequenas, que não conseguem vibrar em baixa frequência, os impedindo de rugir.

Quanto ao ronronar, Weissengruber *et al.* (2002) concluíram que a habilidade de ronronar em gatos menores é gerada por rápidas contrações do músculo vocal, que funciona em conjunto com as pregas vocais. Nos grandes felinos, como as pregas vocais são mais robustas, essa contração não é possível, impossibilitando o ronronar.

Além dessas diferenças anatômicas, as vocalizações dos felinos podem variar de acordo com o ambiente no qual está inserido. Para Peters e Peters (2010), o habitat é um importante fator que modela a evolução dos chamados de longa-distância. Em espécies vivendo em habitats densos, a frequência média dominante foi mais alta do que a encontrada em espécies que vivem em locais heterogêneos ou abertos. Assim, há uma seleção de frequências altas em habitats densos e uma seleção de frequências baixas em ambientes abertos. Neste sentido, se esta seleção ocorre, é esperado que felinos de diferentes linhagens que vivem em um mesmo tipo de habitat, apresentem emissões sonoras com características parecidas, por outro lado, se as características das emissões sonoras estão associadas a um ancestral comum, espécimes de diferentes subfamílias ou linhagens em um mesmo habitat deverão apresentar emissões sonoras diferentes.

Assim, visando testar se são as características do habitat ou se é o grau de parentesco que está correlacionado com as emissões sonoras em felinos, me proponho neste estudo a avaliar as emissões sonoras de cinco espécies de felinos sob condições de cativeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 SÍTIOS DE GRAVAÇÃO

As gravações dos felinos foram realizadas em dois locais: no Zoológico Municipal de Curitiba e em casas de tutores, no caso dos gatos-domésticos, mediante aprovação dos mesmos. No caso dos gatos-domésticos, os espécimes gravados residem em duas casas diferentes. Em ambas as casas os tutores não permitiam que os gatos saíssem de casa, mantendo os mesmos no setor interno. As casas nas quais os gatos eram mantidos possuíam 150 e 180 metros quadrados cada. Em ambas as casas os animais têm acesso a janelas e varandas, mas em nenhuma possuem acesso a áreas verdes.

Dentro do zoológico, em um pavilhão mais afastado, estão concentradas as onças-pintadas e as suçuaranas. O recinto desses animais possui 70 metros quadrados cada um e todos possuem uma pequena piscina e troncos espalhados pelo recinto, com exceção do recinto de uma das onças fêmeas, que em adição aos troncos possui também uma plataforma construída em madeira. O terreno do espaço é predominantemente de concreto e terra com pequenos locais cobertos por grama.

Já os tigres e os leões estão localizados mais próximos da entrada do zoológico, em recintos maiores e com maior área verde. O recinto dos dois tigres possui 450 metros quadrados cada, possuindo uma piscina, troncos distribuídos pelo espaço e plataformas feitas com madeira. O recinto de um dos leões não tem acesso de 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 500 metros quadrados.

2.2 ESPÉCIES-ALVO DO ESTUDO

Cinco espécies de felinos foram utilizadas no presente estudo, sendo elas: *Panthera leo* (n = 2), *Panthera onça* (n = 4), *Panthera tigris* (n = 2), *Puma concolor* (n = 2) e *Felis silvestris catus* (n = 4).

Leão [*Panthera leo* (Linnaeus, 1758)], possui uma pelagem amarelada a acinzentada lisa e uma cauda comprida com tufo de pelos, sendo que os machos possuem juba (NOWELL; JACKSON, 1996; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Podem pesar de 90-272 kg e ter um comprimento de 137-250 centímetros. Esses carnívoros se distribuem pelo Continente Africano sendo concentrados no leste e no sul do continente (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Possuem uma ampla tolerância de habitats, podendo habitar planícies do Serengeti e florestas abertas (NOWELL; JACKSON, 1996).



Figura 1 - Exemplar macho de *Panthera leo* do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: o autor.

Onça-pintada [*Panthera onca* (Linnaeus em 1758)], é a única representante do gênero *Panthera* encontrada no novo mundo. Esse felino possui uma aparência forte, com uma cabeça robusta, caninos bem desenvolvidos e pernas curtas. Podem pesar de

31 a 121 kg dependendo da área onde vivem. É o animal que possui a mordida mais forte entre os felinos, podendo usar seus caninos para perfurar o crânio de suas presas (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). A onça-pintada possui um padrão de pelagem bem evidente com o corpo coberto por rosetas com bordas irregulares distribuídas ao redor de pontos pretos. Esse animal habita a América Central e do Sul, sendo que seu habitat é fortemente associado à presença de água, já que são exímios nadadores (NOWELL; JACKSON, 1996).



Figura 2 - Fêmea de onça-pintada (*Panthera onca*) do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: o autor.

Tigre [*Panthera tigris* (Linnaeus em 1758)], é o maior felino existente. Possuem um pescoço grosso, ombros largos, membros frontais grandes, patas largas e garras compridas. O padrão de pelagem é bem distinto, possuindo uma pelagem de cor alaranjada coberta por listras pretas. O habitat de *P. tigris* inclui regiões de florestas tropicais a regiões de coníferas da Sibéria (NOWELL; JACKSON, 1996; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014).



Figura 3 – Exemplar de *Panthera tigris* fêmea do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: o autor.

Suçuarana [*Puma concolor* (Linnaeus em 1771)], é um animal de cabeça pequena e redonda, corpo esguio, pernas compridas e cujo peso varia entre 30-80 kg (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). A pelagem desses animais pode variar entre cinza, amarelo e alaranjado lisa. O seu habitat inclui desde desertos áridos a florestas tropicais e regiões frias de coníferas (NOWELL; JACKSON, 1996).



Figura 4 – Exemplar macho de *Puma concolor* do Zoológico Municipal de Curitiba. Fonte: o autor.

Gato-doméstico [*Felis silvestris* (Linnaeus em 1758)], nada mais é do que um gato-selvagem domesticado. Devido à seleção artificial realizada pelos humanos, os gatos-domésticos possuem uma grande variedade de tamanhos, pelagem, cores e morfologia (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Em geral, são animais esguios, com caudas compridas e membros alongados. Podem pesar uma média de 5kg, chegando a 10 kg em algumas raças. Quanto ao tamanho, podem atingir 45 cm de comprimento e 30 cm de altura (ROBBINS, 2012).



Figura 5 - Macho e fêmea de gatos-domésticos cujos sons foram coletados e analisados neste estudo. Fonte: cedido por Manoela Campos de Oliveira.

2.3 GRAVAÇÃO DE ÁUDIO

O equipamento utilizado para obtenção dos áudios foi o gravador digital portátil Tascam DR-05 Versão 2, com resolução de áudio de 24-bit/96kHz com microfones omnidirecionais e poder de captar sons de até 125 dB. As gravações foram realizadas no formato WAV e no modo *Limiter*, para que se pudesse controlar manualmente a entrada de som e não obter sons muito altos e distorcidos.

Todas as gravações foram realizadas entre os meses de junho-setembro de 2017. No zoológico, as gravações foram realizadas durante a manhã (9:00-12:00), período no qual os felinos cativos se encontram mais ativos. O esforço amostral foi de três dias por semana entre segunda-feira e sexta-feira, dias em que a visitação ao zoológico é menos intensa e, portanto, os dias em que tanto as espécies alvo como as gravações estão sujeitas a menores interferências da presença humana.

Os períodos amostrais foram de 30-40 min. observando e gravando cada espécie. A ordem de gravação das espécies era alternada em cada dia, para que se pudesse analisar as diferentes vocalizações e comportamentos em diferentes horários da manhã. Todas as gravações foram feitas a cerca de 3 metros de distâncias dos animais.

Quanto ao gato-doméstico (*Felis silvestris*), mediante autorização dos tutores/responsáveis pelos animais, foram realizadas visitas às casas onde os gatos eram mantidos. Os dias, turnos e duração das visitas dependeram da disponibilidade dos tutores. Em geral, os gatos-domésticos foram gravados uma vez a cada 15 dias, durante 2-3 horas por visita.

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

2.4 ANÁLISES ACÚSTICAS

Passada a etapa de gravações foi feita uma triagem dos áudios gravados. Todos os áudios foram escutados e primeiramente foram excluídos arquivos que não continham vocalizações. Após isso, as vocalizações foram separadas em boas (áudios limpos nos quais é possível distinguir a vocalização dos felinos e observar nitidamente as ondas sonoras no programa de análise) e ruins (com muita interferência sonora de pessoas conversando, barulhos de carros e aves, por exemplo). Essas gravações ruins não foram avaliadas neste estudo.

Para analisar as gravações coletadas, foi utilizado o programa Raven: Interactive Sound Analysis Software® (BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM, 2014), desenvolvido pela The Cornell Lab of Ornithology. Com esse programa, foi possível analisar os sons emitidos pelos animais através da visualização dos espectros das ondas sonoras, dos harmônicos e da realização de medições de alguns parâmetros, sendo eles: frequência fundamental (Hz), energia máxima (dB), duração do chamado (s), duração de cada nota (s), número de notas por chamado e em qual harmônico a energia está concentrada. Para a melhor visualização, após o arquivo ser aberto no programa, era

ajustado manualmente o contraste, luminosidade e o tamanho da janela do espectrograma, a fim de melhorar a resolução.

A partir das análises dos parâmetros, foi realizada uma descrição dos padrões sonoros encontrados para cada espécie. Posteriormente foi construída uma base de dados, contendo todos os parâmetros coletados e uma matriz binária com as características observadas para cada espécie.

Visando observar se os parâmetros utilizados nas análises sonoras permitiam reconhecer as espécies amostradas segundo as suas linhagens de pequenos e grandes felinos (*cf.* MACDONALD; LOVERIDGE, 2010), foi realizada uma análise de dissimilaridade com agrupamentos pelo método UPGMA (agrupamentos hierárquicos não ponderados com médias aritméticas) de acordo com Krebs (1999). As análises foram realizadas com o software R® (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017) tomando como base a matriz construída.

2.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

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 (CEUA/SCA), com protocolo número 072/2017.

3. RESULTADOS

3.1 GRAVAÇÕES

Ao todo, foram 29 visitas ao zoológico e 16 à casa de tutores durante os meses de junho a setembro. Nessas visitas foram gravados sons de quatro gatos-domésticos,

três onças-pintadas, dois leões, dois tigres e duas onças-pardas, totalizando 13 animais e 344 sequências de gravações.

Das 344 gravações, aproximadamente 1/3 não continham nenhuma vocalização. Eram momentos em que o gravador permanecia ligado, apenas na expectativa de se obter algum som. Outros 1/3 foram vocalizações consideradas ruins, com muita poluição sonora, o que impossibilitou a análise dos parâmetros mencionados. Assim, após a triagem, 97 gravações foram consideradas boas e foram utilizadas para as análises (TABELA 1).

TABELA 1. NÚMERO DE REGISTROS SONOROS DE FELINOS CATIVOS SEPARADOS POR ESPÉCIE E INDIVÍDUO.

Espécies	Indivíduos	Número de gravações	Total de gravações
<i>Panthera leo</i>	Simba	9	15
	Rawell	4	
	NA*	2	
<i>Panthera tigris</i>	Teta	4	10
	Tom	6	
<i>Panthera onca</i>	Maya	6	33
	Angélica	23	
	Apolo	4	
<i>Puma concolor</i>	Mamba	13	27
	Mambinha/Gordinho	14	
<i>Felis silvestris catus</i>	Ozzy	4	12
	Panqueca	6	
	Estrelinha	1	
	Tufinho	1	

Total

97

NOTA* a marcação NA corresponde a “não se aplica”, são gravações onde o indivíduo não pôde ser identificado.

3.2 ANÁLISES

De uma maneira geral os sons foram emitidos espontaneamente e sob diferentes estímulos, exceto para a fêmea de tigre que vocalizou somente quando acariciada pelo tratador. O leão macho vocalizava de um ponto alto em direção a um leão em outro recinto ou em direção aos visitantes do zoológico (Figura 6). As onças-pintadas emitiram vocalizações durante as sinalizações de cio, estresse por visitaçã, conforto (durante a auto manutenção) e na presença do tratador. Os tigres emitiram vocalizações como resposta às interferências geradas em função de obras no recinto, contra visitantes e em direção ao leão rugindo. Também emitiam sons na presença do tratador. A fêmea de suçuarana vocalizou durante o cio, havendo resposta do macho. Também houve emissões do macho para a fêmea em períodos fora do cio e como estresse pré-alimentar. Tanto a fêmea suçuarana quanto o macho também vocalizavam para o público. Já para os gatos-domésticos, as vocalizações foram observadas em diversas situações como: respondendo a chamados de humanos, pedindo comida, recebendo carinho, olhando pássaros pela janela, querendo entrar ou sair da casa, etc. Em todas as situações o animal fazia contato visual com o tutor e estava em uma postura amigável, sentado ou deitado. Algumas vezes enquanto vocalizavam os gatos domésticos arranhavam ou pulavam nas portas.



Figura 6 - Leão (*Panthera leo*) vocalizando no local mais alto do recinto. Fonte: o autor.

Para o leão, a frequência fundamental encontrada foi baixa (maioria entre 100-150 Hz), sendo que a média encontrada foi de 121.4 (± 20.57) Hz. O som é grave e a maioria é com modulação. Modulação quando presente é ascendente e descendente ou somente descendente e sempre com harmônicos. No início dos chamados eram emitidas notas longas, seguidas de várias notas curtas e ao final, há uma nota mais longa e de menor energia que as outras (Figura 7). A energia é concentrada geralmente nos dois primeiros harmônicos, sendo que a média da energia máxima encontrada foi de 99.1 (± 10.12) dB. Os chamados são constituídos de notas repetitivas, sendo encontrada uma média de 29.75 (± 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 gerar desvio. O número máximo de notas encontrado foi de 58. A duração média do chamado foi de 34.87 (± 20.15) segundos, sendo que o chamado mais comprido encontrado foi de 83.47 segundos. A duração média de cada nota foi de 0.57 (± 0.45) segundos.

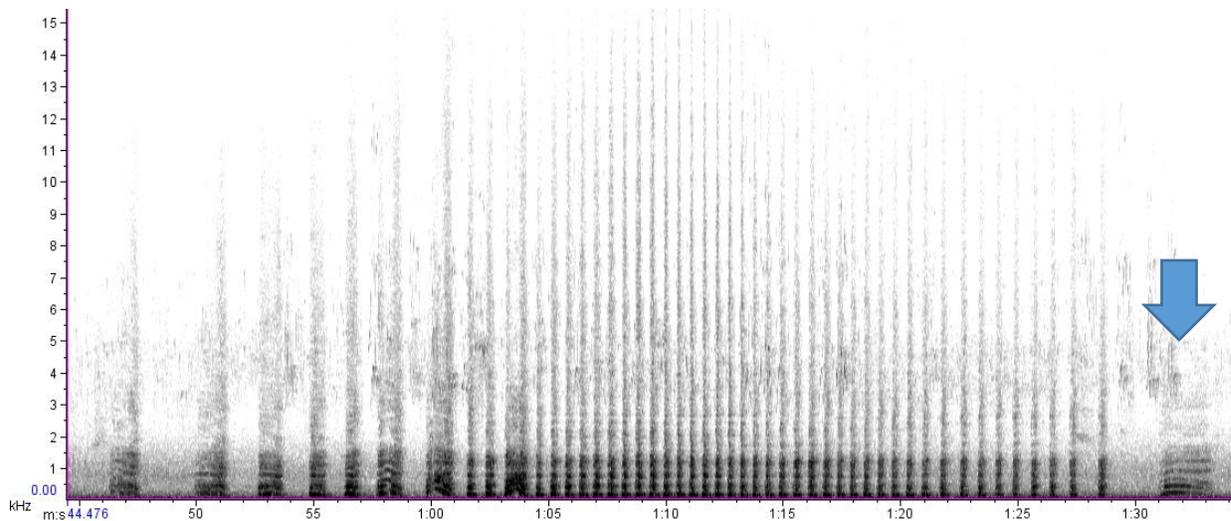


Figura 7 - Chamado de um leão. Nessa gravação fica nítido a presença de notas longas no começo, seguidas por notas curtas e repetitivas. O chamado termina com uma nota longa, destacada pela seta em azul.

Em comparação com as outras espécies, as vocalizações de tigres foram mais raras e difíceis de se obter. Em geral, a frequência fundamental se manteve baixa, com

uma média de 113 (± 18.99) Hz. A energia máxima média encontrada foi de 91.8 (± 7.81) dB, sendo concentrada nos três primeiros harmônicos e ocasionalmente do terceiro ao sexto harmônico. Para ambos os sexos a maioria das vocalizações foram rugidos isolados, ou com poucas repetições. O número máximo de repetições foi observado para o macho, com 29 repetições, obtido numa situação de estresse, na qual o mesmo emitia jatos de ar pela boca enquanto andava de um lado para o outro. Nessa situação o macho estava preso em uma jaula adjacente esperando a limpeza do seu recinto. Para a fêmea houve no máximo 18 repetições. Duas emissões de som foram registradas apenas para a fêmea, uma delas ocorreu quando o tratador chegava no recinto. Nessa situação, a fêmea aparentava estar confortável e emitia rápidas e seguidas notas (Figura 8). Outra foi um tipo de grunhido que era emitido logo após essas notas. Em geral, nas fêmeas foi encontrado emissões de notas curtas com harmônicos (média de 0.457 ± 0.19 segundos por notas). Já para os machos, as notas foram mais longas (1.15 ± 1.18 segundos) (Figura 9).

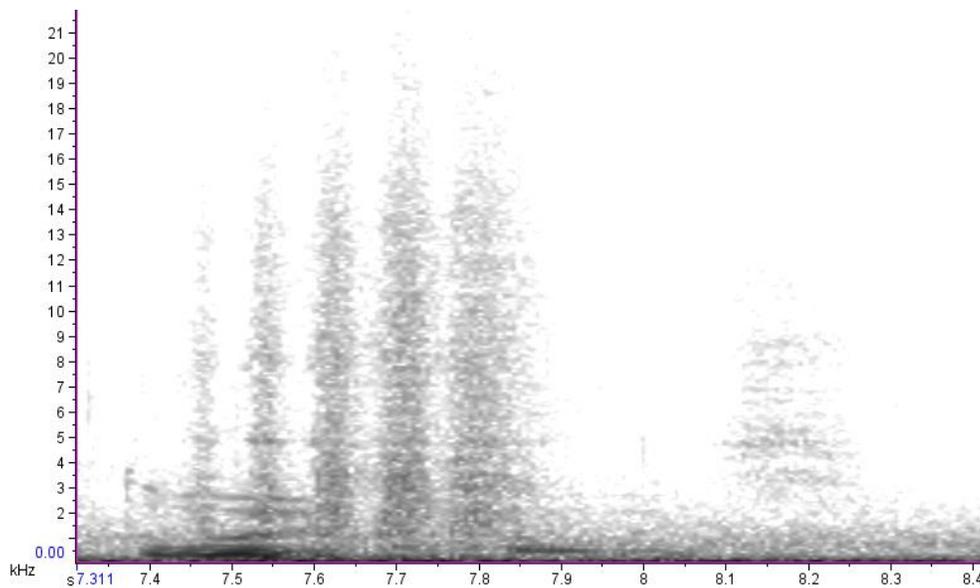


Figura 8 - Vocalização observada na fêmea de *Panthera tigris*, quando o tratador chegava no recinto.

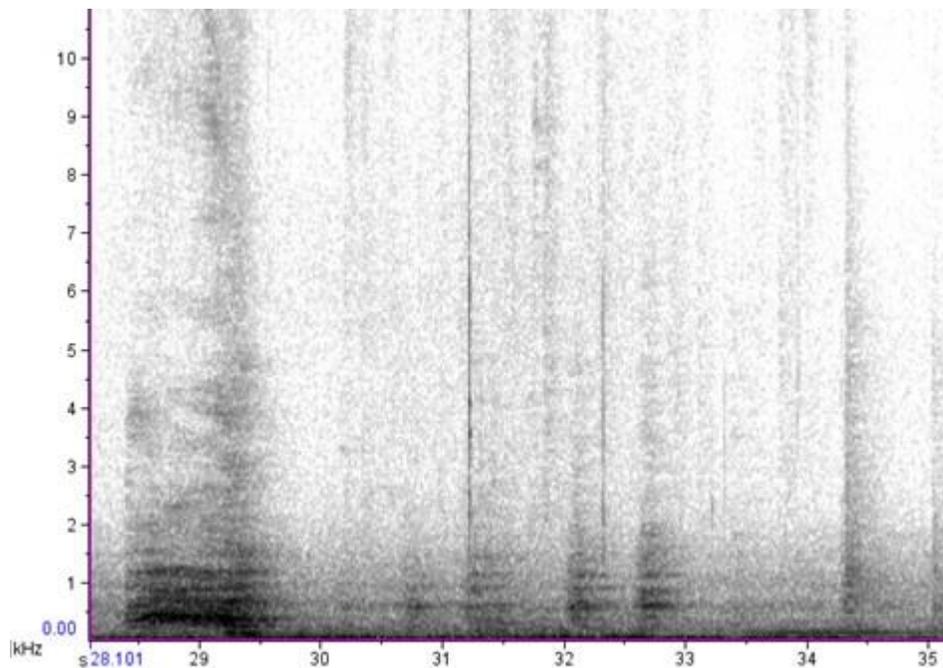


Figura 9 - Trecho de chamado do tigre macho. Observar uma nota longa com mais energia seguida por notas curtas de baixa energia.

Para a onça-pintada, foi encontrado uma frequência fundamental baixa, com uma média de $164.4 (\pm 20.4)$ Hz. O som observado foi rouco e grave, com modulação ascendente e descendente e presença de numerosos harmônicos. Para ambos os sexos, uma vocalização encontrada foi uma rápida emissão de notas, que ocorriam em uma situação de automanutenção ou quando o tratador chegava. Para as fêmeas no cio, a vocalização foi composta de várias notas curtas e repetitivas, sendo acompanhado de uma mudança pronunciada no comportamento (vocalização mais frequente, 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 (Figura 10). Para as fêmeas foi encontrado uma média de $13.74 (\pm 15.79)$ notas por chamado, com o máximo de 43 notas. Para o macho, as notas são mais longas e as repetições são menos frequentes, contendo uma média de $4 (\pm 3.55)$ notas por chamado, com o máximo de 8 notas em um único chamado. Quanto à energia máxima, foi encontrado uma média de $92.2 (\pm 8.6)$ dB para a espécie. A energia está concentrada no primeiro harmônico, podendo estar distribuída do segundo a sexto.

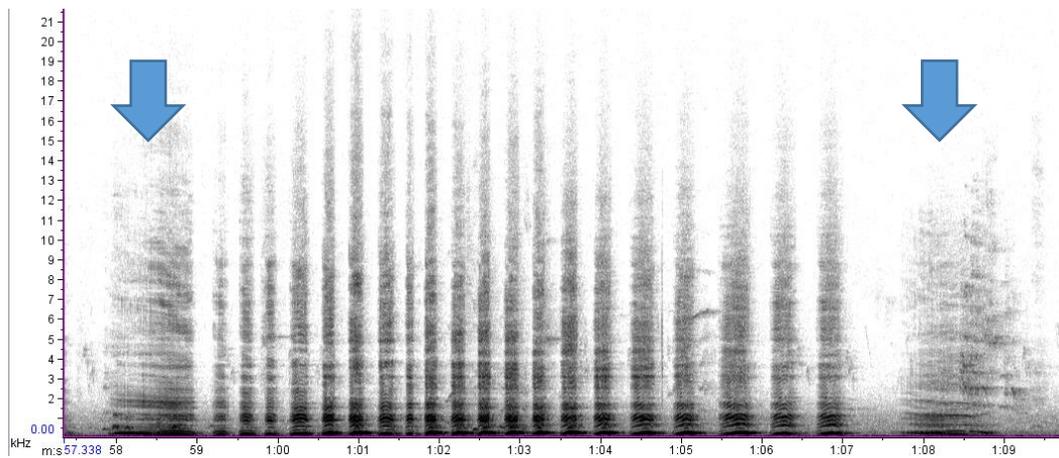


Figura 10 - Chamado de uma onça-pintada no cio. Em destaque com as setas, duas notas longas no início e ao final do chamado.

Para a suçuarana, a frequência fundamental média encontrada foi de 366 (± 45.57) Hz. O som observado é agudo com modulação ascendente e descendente e numerosos harmônicos. A energia máxima da vocalização foi de 79 (± 9.98) dB, sendo que a energia geralmente é concentrada do terceiro ao sexto harmônicos, ocasionalmente sendo forte também do nono ao décimo segundo harmônicos. Exceto pela fêmea durante o cio (Figura 11), em geral, as vocalizações para ambos os sexos foram compostas de uma única e isolada nota, emitidos em forma de miados, em direção a mim ou ao tratador. Durante o cio da fêmea, foi encontrado um máximo de 49 notas num único chamado. Para o macho, as repetições foram observadas em situações de estresse, como em períodos pré-alimentares. Essas repetições consistem em jatos de ar expelidos pela boca e narinas, emitidos enquanto o animal andava de um lado para o outro, sendo que o número máximo de notas obtidas nessa situação foi de 26. Outra vocalização registrada para o macho foi um tipo de chiado, chamado de “*hiss*”, emitido em resposta a fêmea. O tempo médio de duração de cada nota foi de 0.6 (± 0.48) segundos.

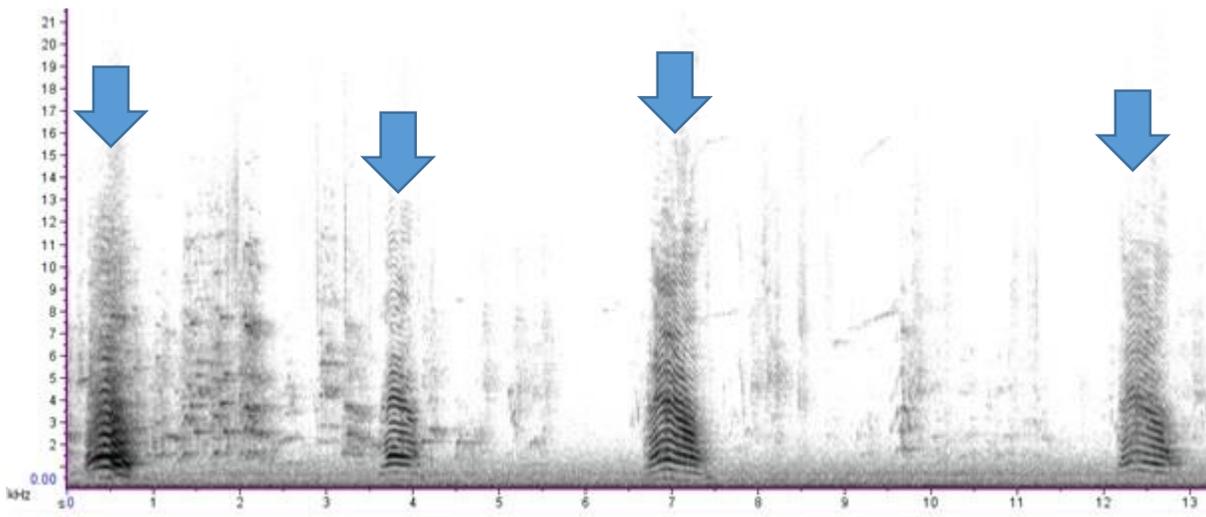


Figura 11 - Trecho de um chamado de uma suçuarana no cio. As setas indicam as notas emitidas.

Para o gato-doméstico foram observados miados agudos e repetitivos. A modulação geralmente é ascendente e descendente com numerosas modulações. A média da energia máxima encontrada foi $87.7 (\pm 4.94)$ dB, concentrada do primeiro ao quarto harmônico, sendo que geralmente é o terceiro que contém mais energia. Em dois indivíduos (Tufinho e Estrelinha), ocasionalmente do nono a décimo segundo harmônico há bastante energia também. A frequência fundamental variou de 398 Hz a 915 Hz, a mais alta encontrada para as espécies analisadas. Ao final, a média da frequência fundamental ficou em $481.3 (\pm 77.7)$ Hz e o tempo médio de cada nota foi de $0.74 (\pm 0.34)$ segundos (Figura 12). Para o cálculo das médias, o ronronar foi retirado para não causar desvio, já que o tempo de duração é longo (passando às vezes de 2 minutos) e a frequência fundamental é baixa. Para o ronronar foi encontrado um número de 27-29 notas por segundo (Figura 13).

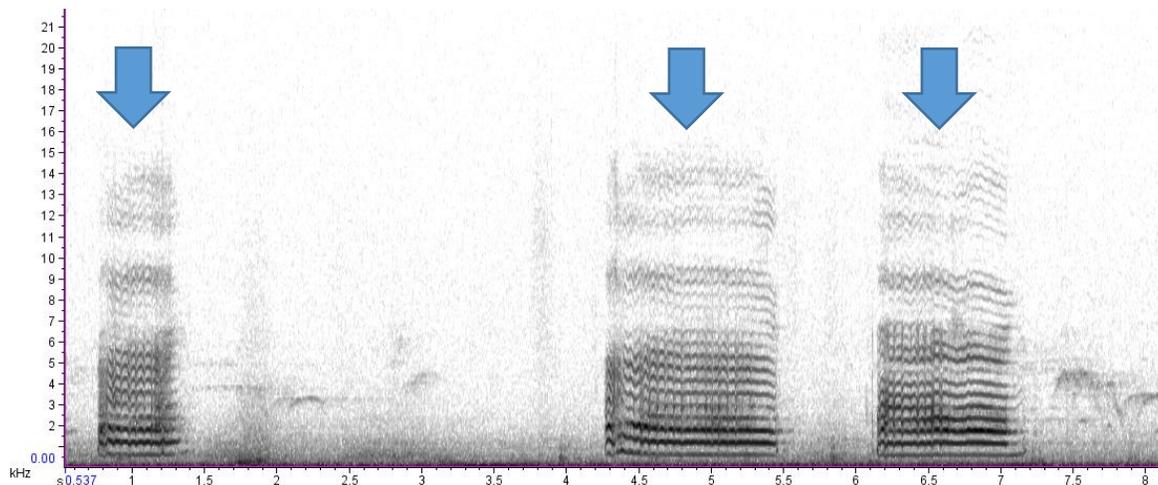


Figura 12 - Trecho de chamado de um gato-doméstico. As setas indicam as vocalizações emitidas.

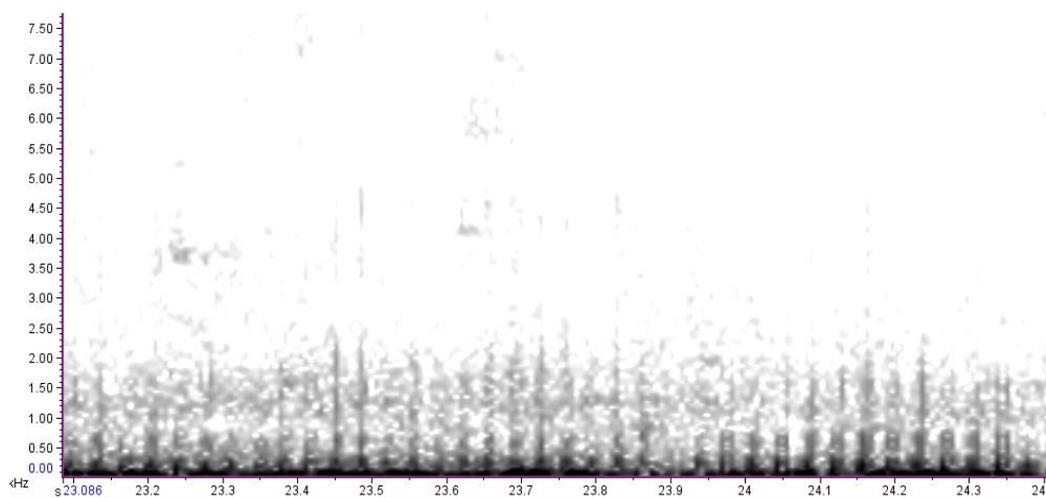


Figura 13 - Trecho de um ronronar de um gato-doméstico.

Considerando os valores de médias das frequências fundamentais, energia máxima dos sons e tempo médios de emissões (TABELA 2), foi possível elaborar um dendrograma (Figura 14) onde é possível avaliar a separação de dois agrupamentos de acordo com a dissimilaridade dos parâmetros utilizados.

TABELA 2 – MÉDIAS DAS FREQUÊNCIAS FUNDAMENTAIS (Hz), DAS ENERGIAS MÁXIMAS (dB), DOS TEMPOS MÉDIOS DAS NOTAS (s) E DOS CHAMADOS (s) ± DESVIO PADRÃO DE CINCO ESPÉCIES DE FELINO GRAVADOS SOB CONDIÇÕES DE CATIVEIRO.

Espécies	Frequência Fundamental Média (HZ)	Energia Máxima Média (dB)	Tempo Médio de Cada Vocalização (s)	Tempo Médio do Chamado (s)
<i>Panthera leo</i>	121.421 ± 20.57	99.13312 ± 10.12	0.57 ± 0.45	34.87 ± 20.15
<i>Panthera tigris</i>	113.0736 ± 18.99	91.8359 ± 7.81	0.63 ± 0.71	33.74 ± 44.57
<i>Panthera onca</i>	164.4193 ± 20.4	92.17573 ± 8.6	0.89 ± 0.6	34.025 ± 66.23
<i>Puma concolor</i>	366.0787 ± 45.57	79.34705 ± 9.98	0.60 ± 0.48	37.8745 ± 54.39
<i>Felis silvestris catus</i>	481.3313 ± 77.7	87.75674 ± 4.94	0.74 ± 0.34	89.605 ± 86.20

Para o dendrograma, foi encontrado uma clara segregação entre os felinos grandes e pequenos (Figura 14).

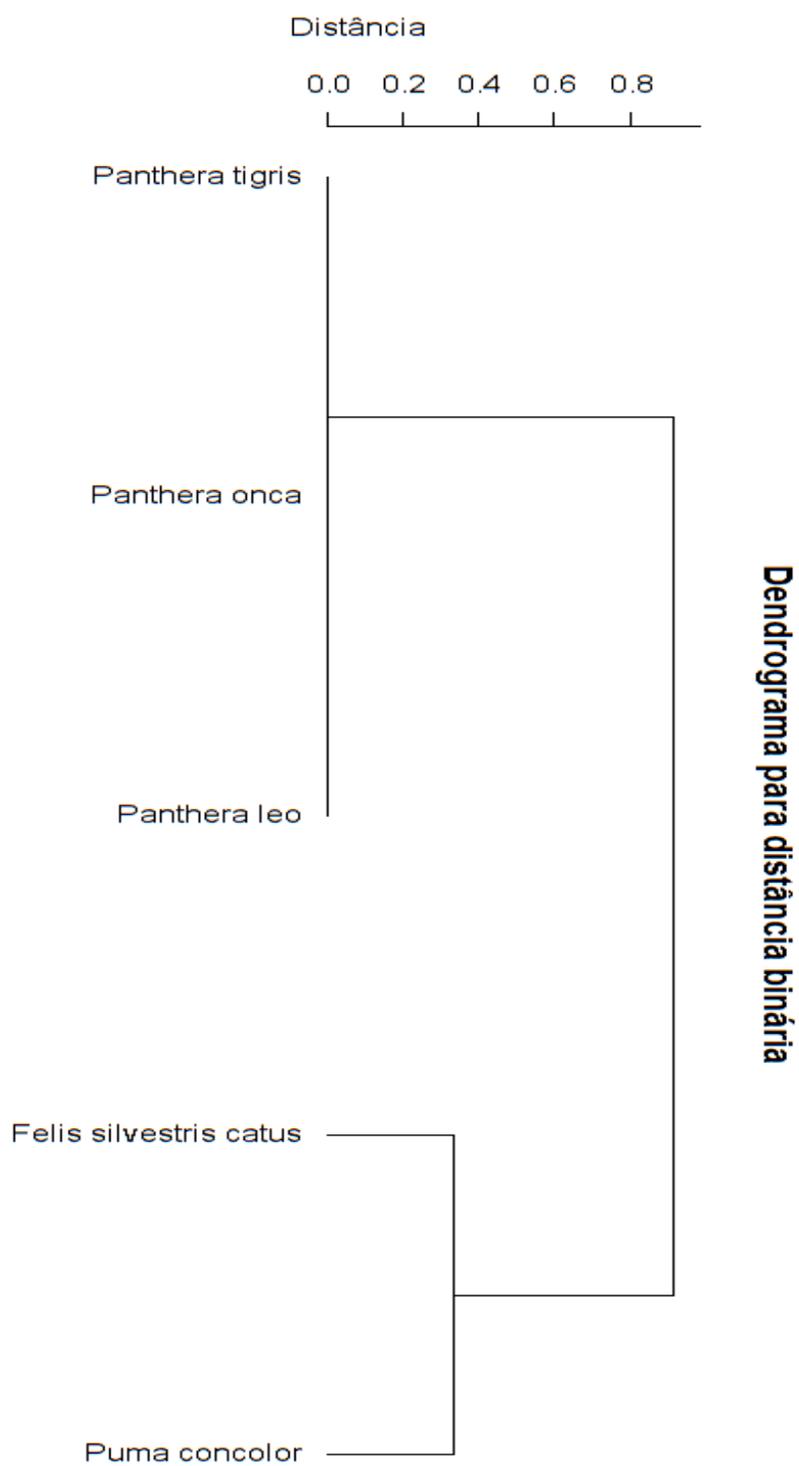


Figura 14 – Dendrograma obtido com base em parâmetros sonoros para as espécies de Felidae utilizadas no estudo.

4. DISCUSSÃO

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 miados longos de baixa energia, seguidos por vocalizações curtas e repetitivas que vão aumentando de intensidade até atingir o clímax e que cessam vagarosamente, o que consiste com o encontrado no presente estudo. Esse chamado é considerado um chamado de longa-distância, utilizado por leões para se comunicar com outros leões, 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 teoria de que o chamado de um leão estimule o outro (SCHALLER, 1972).

Ainda para o leão, foi encontrado um número de repetições de 49 notas por chamado, com uma duração média do chamado de 34.87s, sendo que o chamado mais comprido encontrado foi de 83.47 segundos. Este conjunto de dados também são semelhantes aos encontrados por Pfefferle *et al.* (2007). Quanto a frequência fundamental, Pfefferle *et al.* (2007) encontraram um valor médio de 194.55 Hz, enquanto Eklund *et al.* (2011) encontraram um valor de 180 Hz. No presente estudo obtive uma média de frequência fundamental mais baixa, de 121.4 Hz. Mesmo com essa diferença encontrada, o valor de 121.4 Hz ainda continua dentro dos valores conhecidos para a espécie que varia entre 40-200 Hz (KLEMUK *et al.*, 2011; UNIVERSITY OF UTAH, 2011). Quanto aos decibéis, foi encontrado um valor de 99.1 dB, o que condiz com o esperado para espécie, onde as vocalizações podem atingir 114 dB (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014; REIS *et al.*, 2011).

Para *Panthera tigris*, as vocalizações encontradas também são semelhantes às descritas por Rose *et al.* (2017) e Sunquist e Sunquist (2002). 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. 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 no recinto. O grunhido encontrado foi condizente com o “*mrr*” descrito por Rose *et al.* (2017). É uma vocalização que pode indicar relaxamento ou frustração (ROSE *et al.*, 2017). Em meu estudo essa vocalização foi emitida quando o tratador chegava no recinto, misturado com os sons de “*prusten*”, indicando que o animal estava relaxado e confortável. Já o arfar é uma vocalização característica de estado de frustração ou stress (ROSE *et al.*, 2017). Ao emitir tal som, o felino estava andando de um lado para o outro enquanto preso em uma jaula esperando a limpeza do recinto.

Ao analisar todas essas vocalizações dos tigres, foi encontrado uma frequência fundamental média de 113 Hz, o que condiz com o intervalo de 83-246 Hz esperado para a espécie (KLEMUK *et al.*, 2011; UNIVERSITY OF UTAH, 2011) e com o encontrado em outras pesquisas (JI *et al.*, 2013; ROSE *et al.*, 2017). A energia máxima média encontrada foi de 91.8 dB, o que era o esperado, já que os rugidos de tigres podem chegar a 114 dB (UNIVERSITY OF UTAH, 2011). O tempo médio de cada chamado foi de 0.62 segundos, semelhante à média encontrada por Rose *et al.* (2017).

Para *Panthera onca*, foram gravadas vocalizações de rugidos e o chamado do cio da fêmea. Além disso, foi observado o “*prusten*”, um som curto pulsado de baixa intensidade, que é emitido com a boca fechada, através das narinas mas com contribuição das cordas vocais (PETERS, 1984; PETERS; TONKIN-LEYHAUSEN, 1999; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). Esse som foi emitido em uma situação aparentemente amigável com o tratador, ou enquanto o animal fazia a auto manutenção. 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 do zoológico ocorriam quando havia uma grande aglomeração de pessoas em volta do recinto. As vocalizações

obtidas para as fêmeas no cio já haviam sido descritas por Sunquist e Sunquist (2014) como repetições curtas e graves de sons de “uh-uh-uh”. 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).

Após as análises acústicas, foi encontrado um valor médio de frequência fundamental de 164.4 HZ, que está de acordo com o descrito por Tembrock (1963). O tempo médio de duração de uma única vocalização foi de 0.9 segundos, semelhante ao encontrado por Peters & Tonkin-Leyhausen (1999). Para os outros parâmetros, há uma falta de dados acústicos para comparação, reforçando ainda mais como é importante a realização de trabalhos de comunicação vocal de felinos.

Apesar de seu tamanho grande, as suçuaranas são consideradas mais próximas dos gatos-pequenos, já que não conseguem rugir e ainda conseguem miar e ronronar (SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Apesar de não possuírem a habilidade de rugir, esse felino é capaz de emitir uma ampla gama de vocalizações diferentes (POTTER, 2002; SUNQUIST; SUNQUIST, 2014). Após as gravações, foi encontrado três tipos de vocalização: miado, arfar e “*hiss*”, além do chamado do cio da fêmea, todos já descritos (PETERS; WOZENCRAFT, 1989; POTTER, 2002; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). 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, no presente estudo foi observado que a atenção dos animais enquanto estavam vocalizando estava em mim ou no tratador (Observação pessoal). Portanto, pode ser que o miado também seja utilizado para chamar a atenção de humanos que façam parte do dia-a-dia dos felinos em cativeiro. O arfar foi registrado para o macho quando estava sob uma situação de estresse, andando de um lado para o outro. Essa vocalização se caracteriza pela inalação ou exalação de ar pela boca e/ou narinas, sendo considerado um som de respiração com fins de comunicação (PETERS; WOZENCRAFT, 1989). O “*hiss*” foi uma vocalização registrada também para o macho,

direcionada para a fêmea. É uma vocalização de defesa ou ameaça, típica de situações agonísticas em Felidae. Ainda não se sabe se esse som é emitido com as cordas vocais ou se é apenas um som de respiração (PETERS, 1987; PETERS; WOZENCRAFT, 1989; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002). A vocalização da fêmea no cio, consistiu em uma sequência de gritos com grande intensidade e agudos que serve para atrair os machos em época de reprodução, sendo uma forma de comunicação a longa-distância (SUNQUIST; SUNQUIST, 2002).

Após as análises, foi obtida uma frequência fundamental média de 366 Hz, valor mais alto do que os encontrados para os gatos grandes e que está de acordo com o encontrado por Potter (2002). O tempo médio da vocalização foi de 0.6 segundos, já tendo sido registrado para a espécie (POTTER, 2002; PETERS; TONKIN-LEYHAUSEN, 1999; MACARRÃO *et al.*, 2012, ALLEN *et al.*, 2016). O tempo médio dos chamados de 37.87 segundos corresponde também ao descrito por Potter (2002). Assim como na onça-pintada, não existem dados para a comparação dos demais parâmetros.

Em *Felis silvestris* dois tipos de vocalizações foram observados: o miado e o ronronar. O miado e o ronronar são vocalizações geralmente associadas com situações amigáveis (MOELK, 1944). Por ser um animal domesticado, o gato-doméstico usa eficientemente o miado como um modo eficaz de se obter atenção, comida, carinho, etc., sendo um tipo de vocalização de alta frequência utilizado primariamente para se comunicar com seres humanos em situações de demanda (MOELK, 1944; TURNER; BATESON, 2000; LANDSBERG *et al.*, 2013). Já o ronronar é uma vocalização de baixa frequência, contínua durante a respiração, gerada por vibrações nas pregas vocais da laringe que ocorrem devido a modulação do fluxo de ar (SISSOM *et al.*, 1991; SUNQUIST; SUNQUIST, 2002; LANDSBERG *et al.*, 2013). O ronronar geralmente indica que o animal está confortável, mas também há indícios de felinos ronronando quando feridos, com medo ou no decorrer do parto, indicando que o ronronar também pode ser emitido durante o processo de cura (MUGGENTHALER, 2001).

Nos gatos-domésticos a frequência fundamental foi a mais alta dos felinos analisados, com uma média de 481.3 Hz, sendo que a máxima encontrada foi de 915 Hz. Essa média foi menor do que a de outros estudos (NICASTRO, 2004; NICASTRO;

OWREN, 2003; SCHOTZ, 2012), onde a média ficou em torno de 600 Hz, mas é semelhante ao encontrado por Shipley *et al.* (1991). Outra diferença é que o valor máximo de 915 Hz foi superior ao encontrado em algumas pesquisas (NICASTRO, 2004; NICASTRO; OWREN, 2003), que encontraram um máximo de 800 Hz, entretanto, foi semelhante aos dados obtidos por Schotz (2012) que encontrou uma frequência fundamental máxima de 1185 Hz. Quanto aos decibéis, foi encontrado uma média de 87.8 dB, condizente com Shipley *et al.* (1991). A duração média da vocalização foi de 0.74 segundos o que é similar ao encontrado em pesquisas anteriores (SCHOTZ, 2012; SHIPLEY *et al.*, 1991). Como é possível observar, para os gatos-domésticos há grandes variações quanto a esses parâmetros 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).

Ao avaliar o dendrograma obtido é possível observar que o agrupamento separando os gatos pequenos e grandes é condizente com a filogenia proposta por Sunquist e Sunquist (2014). Essa separação de deu pois a frequência fundamental dos gatos pequenos é maior do que a encontrada nos gatos grandes. Outro ponto é que as vocalizações de *Panthera* atingiram maiores intensidades (dB) que os gatos pequenos. Além disso, existem vocalizações específicas em ambos os grupos, por exemplo, a habilidade que os gatos grandes possuem de rugir e outras vocalizações, como o “*prusten*”, utilizados pela onça e pelo tigre (PETERS; TOKIN-LEYHAUSEN, 1999). Em contraste, os gatos pequenos conseguem ronronar, vocalização não presente em *Panthera* (WEISSENGRUBER *et al.*, 2002).

Portanto, existe sim uma certa semelhança entre o dendrograma e a filogenia. Entretanto, para se avaliar se o grau de parentesco está relacionado a emissão sonora é necessário revisar o local que esses felinos habitam, para ver se esse padrão encontrado não é decorrente do habitat no qual os mesmos estão inseridos.

Para Wiley e Richards (1978) as condições da propagação do som do habitat podem ser importantes para modelar o chamado dos animais. Nesse contexto, a espécie evolui de forma que sua vocalização é selecionada para reduzir a atenuação de som, que pode ocorrer por meio da reverberação, absorção, dispersão ou atenuação de solo. Em geral, quanto maior a frequência, maior a atenuação (WILEY; RICHARDS, 1978).

Segundo a classificação feita por Peters e Peters (2010), no presente estudo o leão é o único felino que reside em habitat aberto, sendo que a puma, o tigre e a onça vivem em ambientes heterogêneos. Sendo assim, o padrão encontrado não parece ser reflexo do habitat dos animais. A onça e o tigre vivem em áreas heterogêneas enquanto o leão vive em zonas abertas, mas mesmo assim, todas essas espécies foram agrupadas, possuindo características de vocalização similares. A suçuarana, a onça e o tigre vivem em regiões heterogêneas, mas o chamado da suçuarana foi claramente diferenciado destas outras duas espécies.

Portanto, o grau de parentesco (conservação de características morfológicas no aparato hioide; cf. PETERS; HAST, 1994 E, POCOCK, 1916, *apud* MACDONALD; LOVERIDGE, 2010) parece ser o fator relacionado ao padrão básico de emissão sonora nessas espécies de Felidae, independente do meio em que vivem. Contudo, não se pode descartar a relevâncias dos padrões sonoros no meio onde cada espécie habita.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grau de parentesco dos felinos amostrados nesse estudo parece estar relacionado às suas vocalizações. É necessário a repetição desse estudo com uma maior amostragem de espécies, para se avaliar se esse padrão é encontrado para todos os membros de Felidae.

Como se pode perceber, há muito mais dados de leões, tigres e gatos-domésticos, sendo que para espécies brasileiras (suçuarana e onça-pintada) há uma falta de dados, mostrando a importância da realização desse tipo de estudo no país.

REFERÊNCIAS

- 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, dez. 2016.
- 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, dez. 2014.
- ANANTHAKRISHNAN, G.; EKLUND, R.; PETERS, G.; MABIZA, E. **An acoustic analysis of lion roars. II: vocal traits characteristics**. In: Proceedings of Fonetik, Stockholm, 2011.
- 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>>.
- CAMPBELL, H.; SENIOR, J. M.; CRIPPS, P.; GERMAN, A. C. **The Role of Fundamental Frequency of Purring in Communicating Stress in the Domestic Cat**. In: British Small Animal Veterinary Association World Congress, Birmingham, 2012.
- CHARIF, R. A.; STRICKMAN, L. M.; WAACK, A. M. **Raven Pro 1.4 User`s Manual**. Ithaca: The Cornell Lab of Ornithology, 2010.
- EHRET, G. Development of Sound Communication in Mammals. **Advances in the study of behavior volume II**, v. 11, p. 179-225, 1980.
- 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.
- EKLUND, R.; PETERS, G.; DUTHIE, E. D. **An acoustic analysis in the cheetah (*Acinonyx jubatus*) and in the domestic cat (*Felis catus*)**. In: Proceedings of Fonetik, Sweden, 2010.
- HARMSSEN, B. J.; FOSTER, R. J.; GUTIERREZ, S. M.; MARIN, S. Y.; DONCASTER, C. P. Scrape-marking behavior of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*). **Journal of Mammalogy**, v. 91, n. 5, p. 1225-1234, out. 2010.
- HAST, M. H. The larynx of roaring and non-roaring cats. **Journal of Anatomy**, v. 163, p. 117-121, abr. 1989.
- JI, 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.

KLEIMAN, D. G.; EISENBERG, J. F. Comparison of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. **Animal Behavior**, v. 21, n. 4, p. 637-659, nov. 1973.

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: 17 out. 2017.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. : Menlo Park: Addison Wesley Educational Publishers, Inc. 1999.

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

LEUCHTENBERGER, C.; CRAWSHAW, P.; MOURÃO, G.; LEHN, C. R. Courtship behavior by Jaguars in the Pantanal of Mato Grosso do Sul. **Natureza & Conservação**, v. 7, n. 1, p. 218-222, abr. 2009.

LEYHAUSEN, P. Das Verhalten der Katzen (Felidae). **Handbuch der Zoologie**, v. 8, n. 10, p. 1–34, 1956.

MACARRÃO, A.; CORBO, M.; ARAÚJO, C. B. Cougar (*Puma concolor*) vocalization and frequency shift as a playback response. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, set. 2012.

MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J. **Biology and conservation of wild felids**. New York: Oxford University Press Inc., 2010.

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.

MUGGENTHALER, E. V. The felid purr: a healing mechanism? **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 110, n. 5, p. 2666-2666, out. 2001.

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.

NOWELL, K.; JACKSON, P. **Wild cats: status survey and conservation action plan**. Gland: IUCN, 1996.

OWEN, J. L.; OLSEN, M.; FONTAINE, A.; KLOTH, C.; KERSHENBAUM, A.; WALLER, S. Visual classification of feral cat *Felis silvestris catus* vocalizations. **Current Zoology**, v. 63, n. 3, p. 331-339, fev. 2017.

PETERS, G. On the structure of friendly close range vocalizations in terrestrial carnivores (Mammalia: Carnivora: Fissipedia). **Zeitschrift für Säugetierkunde**, v. 49, p. 157-182, set. 1983.

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. Dominant frequency of loud mew calls of felids (Mammalia: Carnivora) decreases during ontogenetic growth. **Mammal Review**, v. 41, n. 1, p. 54-74, 2011.

PETERS, G.; BAUM, L.; PETERS, M. K. Spectral characteristics of intense mew calls in cat species of the genus *Felis* (Mammalia: Carnivora: Felidae). **Journal of Ethology**, v. 27, n. 2, p. 221-237, maio 2008.

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.; 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.

PETERS, G.; TONKIN-LEYHAUSEN, B. A. The Tempo and Mode of Evolution of Acoustic Communication Signals of Felids. **Evolution of Communication**, v. 2, n. 2, p. 233-248, jan. 1998.

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.; WOZENCRAFT, W. C. Acoustic Communication by Fissiped Carnivores. In: GITTLEMAN, J. L. **Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution**. Boston: Springer, 1989.

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.

POTTER, J. G. **Acoustic Analysis of Vocalizations Produced by Captive Mountain lions (*Puma concolor*)**. Tese (Mestrado em Ciências) - Department of Biological Sciences, Western Illinois University, Macomb, 2005.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4ª Ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. Disponível em <<http://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.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. 2ª Ed. Londrina: Nélio R. dos Reis, 2011.
- 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.
- SCHALLER, G. B. **The Serengeti Lion: a study of predator-prey relations**. Chicago, London: The University of Chicago Press, 1972.
- SCHOTZ, S. **A phonetic pilot study of vocalisations in three cats**. In: Proceedings of Fonetik: The XXVth Swedish Phonetics Conference, Gothenburg, 2012.
- SCHOTZ, S. **Agonistic vocalisations in domestic cats: a case study**. In: Proceedings of Fonetik, Sweden, 2015.
- SEYMOUR, K. L. Mammalian Species: *Panthera onca*. **The American Society of Mammalogists**, n. 340, p. 1-9, out. 1989.
- 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.
- SHIPLEY, C.; BUCHWALD, J. S.; CARTERETTE, E. C. The role of auditory feedback in the vocalization of cats. **Experimental Brain Research**, v. 69, n. 2, p. 431-438, jan. 1988.
- SISSOM, D. E. F.; RICE, D. A.; PETERS, G. How cats purr. **Journal of Zoology**, v. 223, n. 1, p. 67-78, jan. 1991.
- SMALLWOOD, K. S. Mountain lion vocalization and hunting behavior. **The Southwestern Naturalist**, v. 38, n. 1, p. 65-67, mar. 1993.
- SPIES, J. R. **Big cats and other animals: their beauty, dignity and survival**. Hollywood: Lifetime Books Inc., 1998.
- 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.

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.; FITCH, W. T.; HUNTER, E. J.; ALIPOUR, F.; MONTEQUIN, D.; ARMSTRONG, D. L.; MCGEE, J.; WALSH, E. J. Vocal power and pressure-flow relationships in excised tiger larynges. **The Journal of Experimental Biology**, v. 213, n. 22, p. 3866-3873, nov. 2010. Disponível em <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2966350/>>. Acesso em: 20 out. 2017.

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. **ScienceDaily**, 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.

WALSH, E.; WANG, L. M.; ARMSTRONG, D.; CURRO, T.; SIMMONS, L.; MCGEE, J. Acoustic Communication in *Panthera tigris*: A Study of Tiger Vocalization and Auditory Receptivity. **Journal of The Acoustical Society of America**, v. 113, n. 4, p. 2275-2275, mar. 2003.

WILDEN, I.; HERZEL, H.; PETERS, G.; TEMBROCK, G. Subharmonics, biphonation, and deterministic chaos in mammal vocalization. **Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording**, v. 9, n. 3, p. 171-196, jan. 1998.

WILDT, D. E.; PLATZ, C. C.; CHAKRABORTY, P. K.; SEAGER, S. W. J. Oestrus and ovarian activity in a female jaguar (*Panthera onca*). **The Journal of the Society for Reproduction and Fertility**, v. 56, p. 555-558, jul. 1979.

WILEY, R. H.; RICHARDS, D. G. Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: implications for the evolution of animal vocalizations. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 3, n. 1, p. 69-94, mar. 1978.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference**. 3 ed. Baltimore: Johns Hopking University Press, 2005.