



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências Biológicas
Programa de Pós Graduação em Biologia Animal

MONIQUE BASTOS DE ARAÚJO

Comunicação Vocal em *Sapajus flavius* na Natureza

RECIFE
2013

MONIQUE BASTOS DE ARAÚJO

Comunicação Vocal em *Sapajus flavius* na Natureza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, sob orientação do Prof. Dr. Antonio da Silva Souto e Co-orientação da Prof^a. Dr^a. Bruna M. Bezerra e da Prof^a. Dr^a. Nicola Schiel.

RECIFE
2013

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

Araújo, Monique Bastos de
Comunicação vocal em *Sapajus flavius* na natureza / Monique Bastos de Araújo. –
Recife: O Autor, 2013.

90 f.: il., fig., tab.

Orientador: Antonio da Silva Souto

Coorientadores: Bruna M. Bezerra; Nicola Schiel

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro
de Ciências Biológicas. Pós-graduação em Biologia Animal, 2013.

Inclui bibliografia e anexos

1. Primata 2. macaco-prego galego 3. Animais – sons 4. Comunicação animal I. Souto, Antonio da Silva II. Bezerra, Bruna M. III. Schiel, Nicola IV. Título.

599.8

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2013-279

MONIQUE BASTOS DE ARAÚJO

Comunicação Vocal em *Sapajus flavius* na Natureza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, sob orientação do Prof. Dr. Antonio da Silva Souto e Co-orientação da Prof^a. Dr^a. Bruna M. Bezerra e da Prof^a. Dr^a. Nicola Schiel.

Aprovada em: 31/07/2013

BANCA EXAMINADORA

Dr. Daniel Marques de Almeida Pessoa (*Titular*)/UFRN

Dr. Antonio Rossano Mendes Pontes (*Titular*)/UFPE

Dr. Paulo Sérgio Martins de Carvalho (*Titular*)/UFPE

Dra. Ana Carla Asfora El-Deir (Suplente externo)/UFRPE

Dr. Enrico Bernard (Suplente interno)/UFPE

Dedico à minha Mãe Nevinha, meus irmãos Leo e Guga, e a Joefferson Leite, por serem os responsáveis diretos nessa minha conquista, obtendo neles a minha recarga energética pra seguir.

AGRADECIMENTOS

✓ Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Souto, pela oportunidade de realizar um dos meus sonhos, pela confiança, respeito, por permitir o uso integral do seu laboratório, pela influência no meu crescimento profissional, pelos incentivos e por toda amizade e carinho construída durante esses anos. Valeu Tonho, sinta aquele abraço purificador e com muita gratidão.

✓ A minha Co-orientadora Profa. Dra. Bruna Bezerra, pela orientação, companhia, e dedicação antes e durante o desenvolvimento do projeto. Por todos os sorrisos e lágrimas, pela sua paciência, pelas suas chatices, ensinamentos, respeito e confiança. Agradeço o compartilhamento de experiências, o incentivo constante, o trabalho em equipe, conselhos, broncas, elogios, disponibilidade, por nunca me deixar só, até quando em outro país, enfim... eu só tenho a te agradecer, você foi fundamental na minha conquista. Passamos por períodos difíceis e pessoais durante o desenvolver do trabalho, apenas nós duas sabemos o quanto foi pesado e importante esses momentos. És pra mim um exemplo de profissional e tenho um orgulho imensurável de ser sua amiga, de praticamente fazer parte da sua família e de trabalhar ao seu lado. Obrigada.

✓ A minha outra Co-orientadora Profa. Dra. Nicola Schiel, por compartilhar comigo minhas conquistas relacionadas aos trabalhos com os macacos, sempre torcendo e disponível a ajudar. Xica, todo carinho e amizade que demonstras são recíprocos, a macaquinha aqui agradece muito por você sempre apoiar minhas decisões, sem me julgar, e por sempre estar cooperando em favor do meu crescimento e sucesso.

✓ Minha eterna retribuição de carinhos e agradecimento a minha mãe Nevinha e meus irmãos Leo e Guga por estarem sempre ao meu lado nas minhas escolhas, batalhas e conquistas, pela ajuda incondicional, apoios, torcidas, cuidados, preocupações, compreensão nos momentos em que precisei me ausentar e por me permitirem seguir em buscas dos meus sonhos e objetivos, sempre acreditando nos meus passos. Minha gratidão a vocês com muito amor.

✓ Agradeço a Joefferson Leite, por todo amor, respeito e força que ele me proporcionou no decorrer do meu trabalho. Pela paciência, por todos os momentos tristes, alegres e de descontração, por me suportar quando ninguém mais me suportava de tanto estresse e preocupação. Pela ajuda direta e indireta no meu trabalho, por ser meu melhor amigo e meu amor, e pelo apoio incondicional às minhas escolhas, me incentivando todos os dias a seguir

com os meus sonhos. Você foi uma das pessoas fundamentais nessa minha etapa, eu te amo. Muito obrigada.

✓ Meu obrigada a Tio Clemente, Tia Lurdinha e Eidinho por tudo que fizeram por mim, por sempre apoiarem meu trabalho, me dando todo o suporte necessário. Pela torcida almejando o meu sucesso profissional, por me levar e buscar do campo sempre que precisei, por me agregarem como membro da família, pela confiança, respeito e carinho que todos vocês me proporcionam. Meu carinho e respeito por vocês não tem como ser medido. I am also grateful to Matt Keasey, for the friendship, respect, by the moments of relaxation, teaching, encouragement, for always losing in the game UNO and for the help with my professional development. Agradeço a pequena Alena por nos acompanhar em campo desde ainda na barriga de Bruna até pouco mais de um ano, sendo a fonte de vários dos nossos sorrisos e energias após um longo dia de trabalho da sua mãe e meu. “Titia”, você deixou muitas lembranças engraçadas no decorrer do nosso trabalho envolvendo sua mãe (e.g. Pipoca doce queimada, Fome desconjuntada, entre outros), foi bem divertido!

✓ Aos professores da Pós Graduação em Biologia Animal da UFPE pelo enriquecido conhecimento passado e profissionalismo de todos. Um agradecimento especial a Professora Ana Carla Asfora El-Deir da Pós Graduação em Ecologia da UFRPE, pela amizade, apoio e ensinamentos. Agradeço também aos meus amigos e colegas do curso de mestrado: Jones, Barna, Rodrigo, Edivaldo, Joana, Cris, Aliny, Thiago, Rafa, Igor e um agradecimento especial ao Kyllderes. Galera com vocês as disciplinas ficaram muito mais leves e divertidas. Valeu “turma do fundão”!

✓ Agradeço a FACEPE (bolsa número IBPG - 0119-2.04/11), o CNPq, a Margot Marsh Biodiversity Foundation, Rufford Small Conservation Grant e Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund pelos financiamentos que possibilitam as realizações dos trabalhos.

✓ A Usina São José S/A, a Mineradora CRISTAL, a ASPLAN e ao CETAS-PB que permitiram nosso acesso e permanência nos locais. Aos Srs. Geraldo Moraes, Virgílio Gadelha Pinto, Marcos Silva, Rodrigo Costa, Roberto Siqueira, Paulo Wagner e Mônica Montenegro que possibilitaram a realização dos trabalhos nas áreas. Obrigada aos guias de campo que nos ensinaram a andar dentro dos fragmentos. Agradeço principalmente na ajuda crucial procurando os macacos conosco: Seu Lenilson, João Maria e Toni.

✓ Agradeço aos membros da banca pela disponibilidade e sugestões que vocês virão a me oferecer, serão de suma importância para meu crescimento profissional.

- ✓ A Camila Bione, uma grande amiga, que mesmo sem concordar com algumas coisas, mostrou que quando existe amizade, carinho e amor, nada importa. Minha Doizinha, obrigada por me ajudar nas coletas, pelas trocas de energias e pela representação da metade. Afinal tu sabes que ‘só o que é bom, dura tempo o bastante pra se tornar inesquecível’, não é verdade?!
- ✓ Aos amigos e colegas que me ajudaram, acredito que da melhor maneira que eles puderam, durante minhas coletas de dados, indo, cada um deles, pelo menos uma vez comigo pra campo, para que eu não fosse sozinha: Bibi, Rafael, Thiago, Bárbara (Macaca), Anne Viviane, Renata, Juliana, Wialla, Mayara, Mica, Joe, Minha Mãe Nevinha, Lili e Guga. Aos ex e atuais estagiários do Laboratório de Etologia Teórica e Aplicada, do Laboratório de Ecologia de Peixes e as minhas amigas da Pós Graduação em Ciências Ambientais: Saw, Fefi, Bárbara (Macaca), Olga, Robson, Fê De La Fuente, Miguel, Carol, Karina, Joycy, Sandra, Dani (Guria) e Saraí pela torcida e momentos de descontração.
- ✓ Por fim, agradeço aos macacos-prego galegos pela magia, conexão e ilustre companhia a pouco mais de cinco anos. Por todos os momentos de interação e sintonia, sendo esses inesquecíveis. A vocês eu vocalizo três coisas: um “muito obrigada”, um “me desculpem qualquer incomodo” e um “até breve”.

“Renda-se como eu me rendi. Mergulhe no
que você não conhece como eu mergulhei.
Não se preocupe em entender, viver ultrapassa
qualquer entendimento” – Clarice Lispector

RESUMO

O estudo da bioacústica dos animais em ambiente natural pode vir a ser uma ferramenta importante para conservação. A ordem Primates possui um complexo sistema de comunicação, permitindo a transmissão de uma vasta gama de informações. Os macacos-prego galegos, *Sapajus flavius*, são primatas criticamente ameaçados de extinção que vivem em fragmentos de mata atlântica do NE brasileiro. Eles possuem um sistema social bastante complexo com grupos atingindo 77 indivíduos. Portanto, o sistema de comunicação vocal desses animais pode ser importante para coordenação do grupo em um habitat com vegetação densa que impõe limitações à transmissão de sinais visuais, olfatórios e táteis. O presente estudo teve como objetivo investigar o sistema de comunicação do *S. flavius* e a estrutura física dos seus sinais acústicos. Foram realizadas observações e gravações das vocalizações dos macacos-prego galegos que vivem em três fragmentos de Mata Atlântica, sendo um fragmento no Estado de Pernambuco e dois no Estado da Paraíba. Além disso, foram realizadas gravações destes animais cativos, viventes no Centro de Triagem de Animais Silvestres – Cabedelo na Paraíba. Para investigar a estrutura das chamadas, espectrogramas foram criados usando o software BatSound 3.31. Obtivemos 25 tipos de sinais acústicos diferentes agrupados em nove contextos comportamentais principais (i.e. Chamada Agonística; Chamada de Medo; Chamada de Contato; Chamadas de deslocamentos; Gritos; Gritos da dormida; Chamadas com e sem deslocamento; Chamadas Associadas à Alimentação; e Catação). As frequências das chamadas variaram de 0,5 a 10 kHz. Uma análise de discriminância mostrou que a partir dos parâmetros físicos é possível diferenciar as chamadas. A chamada *Huh-1var* emitida quando os indivíduos estão visualizando o alimento ou quando estão forrageando, foi a mais comumente emitida pelos animais (24%). Esta vocalização também traz informações sobre a identidade do indivíduo vocalizador. Apenas cinco vocalizações das 25 do *S. flavius* apresentaram semelhanças com chamadas emitidas por outra espécie de macaco-prego, *Cebus capucinus*, (i.e. *Trill*, *Lost Call*, *Huh*, *Huh-1var* e *Heh*). Os resultados obtidos permitem concluir que o repertório vocal dos *S. flavius* é bastante complexo e variado. Eles demonstraram que as vocalizações ocorrem apenas em contextos específicos e carregam informações sobre o indivíduo emissor, fatores que apontam para a sua utilidade em futuros programas de conservação e monitoramento da espécie.

Palavra-chave: Repertório vocal. Estrutura da chamada. *Sapajus flavius*. *Cebus flaviu*. *Cebus queirozi*. Diferença individual.

ABSTRACT

The order Primates has a types communication system allowing transmission of a vast range of information. The *Sapajus flavius*, blonde capuchin, is a Critically Endangered primate species that lives in fragments of Atlantic Forest in Northeast Brazil. They have a complex social system, with groups reaching 77 individuals. Therefore, the vocal communication system of these animals may be important for group coordination in a densely vegetated habitat that imposes limitations to the transmission of visual, olfactory and tactile signals. The present study aimed to investigate the vocal communication system of the blonde capuchins and the physical structure of their acoustic signals. Observations and recordings of the vocalisations of the blonde capuchins living in three fragments of Atlantic Forest were conducted in one fragment in the State of Pernambuco and two in the State of Paraíba. Furthermore, recordings of the vocalizations of captive blonde capuchins living in the *Centro de Triagem de Animais Silvestres* - Cabedelo in Paraíba were also conducted. To investigate the structure of the calls, spectrograms were created using the software BatSound 3.31. We obtained 25 types of acoustic signals grouped into nine main behavioral contexts (i.e. Agonistic Call; Fear Call; Contact Call; Calls of displacements; Screams; Sleep Screams; Calls with and without displacement; Calls Foraging; and Grooming). Call frequencies ranged from 0,5 to 10 kHz. A discriminant analysis showed that the physical parameters of the vocalizations can differentiate the calls. The call *Huh-1var*, emitted when individuals are foraging, was the call most frequently uttered by the animals (24%). This vocalization also carries information about the identity of individual caller. Five vocalizations of the *S. flavius* showed similarities to calls emitted by another species of capuchin monkey, the *Cebus capucinus* (i.e. *Trill*, *Lost Call*, *Huh Huh-1var* e *Heh*). Based on our results we conclude that the vocal repertoire of *S. flavius* is very complex and varied. It showed vocalizations that are context-specific and carry information about the individual caller. These data has the potential to contribute for the development of programs for the conservation and monitoring the species.

Keyword: Vocal Repertoire. Call structure. *Sapajus flavius*. *Cebus flavius*. *Cebus queirozi*. Individual difference.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Foto do macaco-prego galego, <i>Sapajus flavius</i> , mostrando a coloração corporal amarelada brilhante.	16
Figura 2 -	Mapa mostrando os estados brasileiros com ocorrência confirmada do macaco-prego galego segundo o CPB – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros.	18
Figura 3 -	CHAMADA AGOSNÍSTICA. Sequência de quatro vocalizações tipo <i>heh</i> .	28
Figura 4 -	CHAMADA DE MEDO. Vocalização <i>Fear Call</i> .	29
Figura 5 -	CHAMADA DE CONTATO. Vocalização <i>Trill</i> .	30
Figura 6 -	CHAMADAS DE DESLOCAMENTOS. A) Vocalização <i>Flick</i> ; B) Vocalização <i>Snap</i> ; C) Vocalização <i>Clack</i> ; D) Vocalização <i>Popped</i> .	31
Figura 7 -	GRITOS. A) Vocalização <i>Hoot</i> ; B) Vocalização <i>Bellow</i> ; C) Vocalização <i>Howl</i> ; D) Vocalização <i>Yell</i> ; E) Vocalização <i>Shout</i> .	36
Figura 8 -	GRITOS DA DORMIDA. A) Vocalização <i>Cheep</i> ; B) Vocalização <i>Whoop</i> .	37
Figura 9 -	CHAMADAS COM E/OU SEM DESLOCAMENTO. A) Vocalização <i>Sleck</i> ; B) Vocalização <i>Ghiu</i> ; C) Vocalização <i>Clok</i> ; D) Vocalização <i>Lost call</i> .	37
Figura 10 -	CHAMADAS ASSOCIADAS À ALIMENTAÇÃO. A) Vocalização <i>Huh</i> ; B) Vocalização <i>Nosh</i> ; C) Vocalização <i>Huh-1var</i> ; D) Vocalização <i>Huh-2var</i> ; E) Vocalização <i>Huh-3var</i> ; F) Vocalização <i>Huh-4var</i> .	39
Figura 11 -	CATAÇÃO. Vocalização <i>Peep</i> .	40
Figura 12 -	Gráfico contrastando as funções discriminantes das vocalizações de <i>S. flavius</i> , geradas a partir das características físicas frequência máxima, amplitude, duração e frequência de máxima energia medidas através de análises dos espectrogramas.	43
Figura 13 -	Padrão vocal da espécie <i>Sapajus flavius</i> .	46
Figura 14 -	Análise de discriminância canônica, baseado na função 1 e na função 2, entre quatro indivíduos de acordo com a estrutura física da vocalização <i>Huh-1var</i> (1 = Negresco; 2 = Caramelo; 3 = Guaraná; 4 = Toddy).	57
Figura 15 -	Análise de discriminância canônica, baseado na função 1 e na função 2, entre quatro indivíduos de acordo com a estrutura física da vocalização <i>Huh-1var</i> (1 = Barba Ruiva; 2 = Dono; 3 = Mendigo; 4 = Mica).	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características físicas das vocalizações emitidas pelos <i>Sapajus flavius</i> em vida livre.	41
Tabela 2 -	Categorização de vocalizações com validação cruzada deixando um fora (<i>leave-one-out</i>).	44
Tabela 3 -	Teste de discriminância através da correlação canônica.	45
Tabela 4 -	Indivíduos utilizados nas gravações das vocalizações.	54
Tabela 5 -	Descrição dos seis indivíduos da espécie <i>Sapajus flavius</i> .	55
Tabela 6 -	Características físicas da vocalização <i>Huh-1var</i> emitidas pelos <i>Sapajus flavius</i> em vida livre.	58
Tabela 7 -	Categorização de quatro indivíduos de vida livre (com validação cruzada) de acordo com características físicas da vocalização <i>Huh-1var</i> .	58
Tabela 8 -	Teste de discriminância através da correlação canônica de animais em vida livre.	59
Tabela 9 -	Características físicas da vocalização <i>Huh-1var</i> emitidas pelos <i>Sapajus flavius</i> em cativeiro.	59
Tabela 10 -	Categorização de quatro indivíduos de cativeiro (com validação cruzada) de acordo com características físicas da vocalização <i>Huh-1var</i> .	60
Tabela 11 -	Teste de discriminância através da correlação canônica de animais em cativeiro.	61

SUMÁRIO

1. REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1 <u>Comunicação Vocal</u>	14
1.2 <u>Espécie em Estudo</u>	16
1.2.1 <i>Taxonomia</i>	16
1.2.2 <i>Distribuição</i>	17
1.2.3 <i>Estudos de Campo e Cativeiro</i>	18
2. REPERTÓRIO VOCAL DO <i>Sapajus flavius</i>	22
2.1 <u>Introdução</u>	23
2.2 <u>Metodologia</u>	24
2.2.1 <i>Animais e locais de estudo</i>	24
2.2.2 <i>Observações comportamentais e gravações das vocalizações</i>	25
2.2.3 <i>Análise estatística</i>	26
2.3 <u>Resultados</u>	27
2.3.1 <i>Repertório vocal e contexto comportamental</i>	27
2.3.2 <i>Frequência de uso das vocalizações</i>	45
2.4 <u>Discussão</u>	47
2.5 <u>Agradecimentos</u>	50
3. ESTRUTURA DA VOCALIZAÇÃO E INFORMAÇÃO INDIVIDUAL DO <i>Sapajus flavius</i>	51
3.1 <u>Introdução</u>	52
3.2 <u>Metodologia</u>	53
3.2.1 <i>Áreas de estudo</i>	53
3.2.2 <i>Animais</i>	54
3.2.3 <i>Gravação do som</i>	55
3.2.4 <i>Análise estatística</i>	56
3.3 <u>Resultados</u>	57
3.3.1 <i>Análise de discriminância</i>	57
3.4 <u>Discussão</u>	62

3.5 <u>Agradecimentos</u>	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXO A – Normas da revista International Journal of Primatology	77

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Comunicação vocal

A Bioacústica é uma área da Zoologia, conectada com a Etologia, Fisiologia, Biofísica e Ecologia (i.e. multidisciplinar), que trata de estudar a produção e recepção de sons produzidos pelos animais (PEREIRA, 2011). Grande parte dos animais produz sons objetivando a comunicação, sendo esta intra ou interespecífica, tais como os insetos (NUNES et al., 2009), os peixes (WYSOCKI; LADICH 2001), os anfíbios (TAIGEN; WELLS, 1985), os répteis (VERGNE et al., 2009), as aves (MELLO, 2002), mamíferos terrestres (SCHRADER; TODT, 1998); morcegos (MA et al., 2006) e mamíferos marinhos (ENDERSON et al., 2012). Batista e Gaunt (1997) afirmam que o estudo da bioacústica dos animais em ambiente natural pode vir a ser uma ferramenta importante para conservação de diversas espécies (BEZERRA, B. M. et al. 2010B).

Dentre todos os seres vivos, existem sons vocais e não vocais. Podemos caracterizar o som vocal como sendo o aquele que é produzido na laringe, a partir do ar que sai dos pulmões e passam pelas cordas vocais, emitindo assim uma vocalização (GRANGEIRO, 1999), e os não vocais são aqueles produzidos pelos animais a partir da fricção de asas, pernas ou ossos, expulsão de ar pelo espiráculo ou batidas de partes do corpo sobre o substrato (BENNET-CLARK, 1998; NELSON, 1979) ou pela siringe, no caso das aves (BOTTINO et al., 2006).

Nos primatas humanos e não-humanos, a anatomia e a mecânica básica de produção da voz são muito semelhantes (GHAZANFAR; RENDALL, 2008).

A Ordem Primata, em geral, possui um complexo sistema de comunicação, permitindo a transmissão de uma vasta gama de informações (NAPIER; NAPIER, 1996; SEMPLER; HIGHAM, 2013). Em geral, os primatas se comunicam através da transmissão de quatro tipos de sinais: o visual (i.e. expressões faciais, cor, posturas, movimentos, exibir genitália piloereção (GHAZANFAR; LOGOTHETIS, 2003; GOMES et al., 2002; FREITAG; PESSOA, 2012; MARCO; VISALBERGHI, 2008; STEVENSON; POOLE, 1976), o tátil (i.e. catação, abraços, toques e contato corpóreo – HENZI; BARRETT, 1999; TIDDI et al., 2011); o auditivo e vocal (i.e. sinais produzidos pelo aparato vocal – (BEZERRA; SOUTO, 2008; GHAZANFAR et al., 2002; GHAZANFAR; RENDALL, 2008); e o canal químico (i.e. secreções glandulares, urinárias e fezes – (CASAGRANDE et al., 2013; COSTA et al., 2007; HEYMANN, 2006). O som é um sistema de comunicação extremamente importante, pois ele tem o potencial de percorrer longas distâncias no meio, ultrapassando barreiras físicas com mais facilidade (MARQUEZ et al. 2011; NAPIER; NAPIER, 1996; YAMAMOTO, 1991),

diferentemente dos sinais táteis, visuais e olfativos, por exemplo. Os sinais auditivos são de grande importância para a comunicação dos primatas arborícolas, visto que a folhagem interfere consideravelmente na transmissão de sinais visuais (NAPIER; NAPIER, 1996).

Um dos melhores meios para se compreender a evolução do comportamento vocal de primatas não-humanos baseia-se na investigação das pressões seletivas que dão forma à estrutura acústica das vocalizações (RANGE; FISCHER, 2004). Primariamente, os sinais acústicos podem ser estudados fisicamente utilizando-se parâmetros como a frequência, amplitude, duração e intensidade, através de espectrogramas (MAURUS ET AL., 1986; PEREIRA 2011; YANG et al., 1998). Quando se analisa a comunicação acústica de primatas não-humanos, os observadores iniciam selecionando as chamadas por um contexto específico (GROS-LOUIS et al., 2008). Normalmente estes contextos estão relacionados à visualização do animal vocalizador, associados aos padrões comportamentais do indivíduo no momento. As formas como os primatas se comunicam podem depender das restrições impostas pelos hábitos e habitats do grupo ou do indivíduo, da estrutura social em si, incluindo tamanho do grupo e hierarquia (BEZERRA et al., 2009).

Os parâmetros físicos das vocalizações dos animais podem carregar informações sobre o animal emissor do sinal, como por exemplo, o sexo, a faixa etária e contexto comportamental em que o animal se encontra (BEZERRA et al., 2010a; CEUGNIET; IZUMI, 2004). Em algumas espécies, inclusive, é possível reconhecer indivíduos através das vocalizações e, portanto, verifica-se o potencial da Bioacústica como uma ferramenta não-invasiva para fazer monitoramentos de indivíduos e populações animais em ambiente natural (BEZERRA et al., 2010a; BURGER; LAWRENCE, 2001; GILBERT et al., 1993; LUTHER, 2009; RATCLIFFE et al., 1998).

Existe conhecimento sobre diversos fatores que influenciam no repertório vocal dos primatas, sendo eles: proximidade, interação social, conduta alimentar, comportamento sexual, encontro entre grupos e diferentes classes de idade e sexo (HAMMERSCHMIDT; FISCHER 1998; GROS-LOUIS et al., 2008; LELIVELD et al., 2011; PALOMBIT 1992; RANGE; FISCHER 2004; WINTER et al., 1966). O uso da vocalização dentro de contextos comportamentais específicos tem sido registrado para diferentes espécies do gênero *Cebus* e *Sapajus* (BOINSKI, 1993; BOINSKI; CAMPBELL, 1996; DI BITETTI, 2003; DI BITETTI; JANSON, 2001; GROS-LOUIS, 2006). Os integrantes desses gêneros são popularmente conhecidos como ‘macacos-prego’.

1.2 Espécie em estudo

1.2.1 *Taxonomia*

Em 2011 foi proposta uma mudança de nomenclatura taxonômica dos primatas do gênero *Cebus* (ALFARO et al., 2012). De acordo com os autores ambos são encontrados na Bacia Amazônica, porém além desses locais os *Sapajus* se estendem para áreas de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica do Brasil, sul do Paraguai e norte da Argentina, enquanto que os *Cebus* habitam os Andes, o oeste do Equador, o norte da Colômbia, noroeste da Venezuela e América Central. Nesta dissertação, estaremos utilizando a nomenclatura *Sapajus flavius* quando nos referirmos ao macaco-prego galego (Figura 1).

Figura 1 - Macaco-prego galego, *Sapajus flavius*, mostrando a coloração corporal amarelada brilhante.



FONTE: Monique Bastos (2012).

Os integrantes do gênero *Cebus* e *Sapajus* são animais diurnos, arbóreos, possuem uma cauda semi-preênsil, um corpo robusto, porte médio e um período de gestação de aproximadamente 180 dias, nascendo apenas um filho por gestação (AURICHIO, 1995; HERSHKOVITZ, 1977; FREESE; OPPENHEIMER, 1981). São espécies onívoras, tendo uma dieta a base de frutas, outras partes da planta, insetos e pequenos vertebrados (FREESE;

OPPENHEIMER, 1981). Apresentam dimorfismo sexual relacionado ao tamanho, sendo os machos adultos maiores do que as fêmeas (BICCA-MARQUES et al., 2006).

A espécie *Sapajus flavius* foi, provavelmente, uma das primeiras espécies de primatas neotropicais a ser levada para a Europa em 1500, após a descoberta do Brasil (MASSETI; VERACINI, 2010). O primeiro a descrever o macaco-prego galego foi George McGrave em 1648, que o denominou de ‘caitaia’, descrevendo a espécie como um macaco com cabelos longos, amarelo brilhante, cabeça arredondada e cuja testa não seria proeminente ("praticamente nula"), seu nariz seria pequeno e achatado, com uma cauda arqueada (OLIVEIRA; LANGGUTH, 2006). Em 1774 este mesmo primata foi mencionado por Johann Schreber, que descreveu e mostrou através de pinturas estes animais, passando a denominá-lo de *Simia flavia*. Entretanto, por não existirem exemplares desta espécie em coleções, a sua identificação não foi dada como concluída. Devido aos registros escassos a espécie foi decretada extinta. Estes primatas vieram a ser redescobertos apenas em 2006 por Oliveira e Langguth passando, então, a denominar a espécie de *Cebus flavius*. Paralelamente, Mendes Pontes et al. (2006), referem-se ao macaco galego como sendo uma espécie nova denominando a mesma de *Cebus queirozi*. De acordo com Masseti e Veracini (2010), uma característica descritiva marcante do macaco galego viria a ser sua brilhante coloração dourada com a pelagem da testa amarelo-esbranquiçado. Atualmente, devido à reclassificação do gênero, a espécie é denominada de *Sapajus flavius* (ALFARO et al., 2012).

1.2.2 Distribuição

A espécie *S. flavius* pode ser encontrada no Brasil em fragmentos de Mata Atlântica dos estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (MASSETI; VERACINI, 2010; OLIVEIRA; LANGGUTH, 2006) (Figura 2). Atualmente, a espécie encontra-se classificado como ‘criticamente em risco de extinção’ (IUCN, 2013). A grande capacidade de forrageio dos macacos-prego, além de sua dieta variada, permite que eles possam sobreviver em habitats pequenos e fragmentados, sendo a mata envolta por plantações (FRAGASZY et al., 2004; LUDWING et al., 2006; SCHRAUF et al., 2008).

Figura 2 - Mapa mostrando os estados brasileiros com ocorrência confirmada do macaco-prego galego segundo o CPB – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros.



FONTE: <http://www.mapasparacolorir.com.br/mapa-brasil.php>).

1.2.3 Estudo de campo e cativeiro

Ao longo dos anos, trabalhos em campo e cativeiro relacionados a comportamento e vocalização dos gêneros *Cebus* e *Sapajus* vêm sendo realizados (BOINSKI et al., 1999; FALÓTICO, 2011; GARBER et al., 2008; JANSON; DI BITETTI, 1997; MARCO et al., 2008; MATHESON et al., 2005; POLLICK et al., 2005; ROSE et al., 2003; VERBEEK; WAGA et al., 2006; WALL, 1997; WESTERGAARD et al., 1997; WESTERGAARD et al., 1998). Contudo, estudos específicos sobre a espécie *Sapajus flavius* também obtiveram um crescimento nos últimos anos (BASTOS, 2010; BIONE, 2011; MASSETI; VERACINI, 2010; MENDES PONTES ET AL., 2006; MONTENEGRO, 2011; OLIVEIRA; LANGGUTH, 2006; SILVA, 2010; SOUTO et al., 2011). Muito das informações sobre o comportamento e biologia geral de *S. flavius*, é inferido a partir de estudos com outras espécies dos gêneros *Sapajus* e *Cebus*. Dessa forma, a presente revisão bibliográfica trás uma abordagem geral sobre alguns dos trabalhos com esses gêneros de primatas.

Pinto (2006), ao trabalhar com o padrão comportamental de macacos-prego (*Sapajus cay*) em campo, no Mato Grosso do Sul, observou que em 39,86% do seu tempo os animais mantinham-se deslocando, em 36,37% forrageando, 17,1% alimentando-se, 3,3% envolvidos em interações sociais e 1,55% descansando. Os animais consumiram uma maior quantidade de frutos (63,82%) comparando-se com os demais itens que compuseram a dieta: botão floral (0,4%), material vegetal (7,31%), material animal (18,08%) e néctar (6,91%). O padrão geral de atividades variou significativamente entre os períodos secos e chuvosos estudados. Não

houve diferença entre o consumo de frutos, material animal e vegetal entre os períodos secos e chuvosos. Porém, no período seco, néctar, mel e botão floral foram incorporados a dieta. Existem evidências de que os macacos-prego possuem uma grande habilidade motora e cognitiva (SOUTO et al., 2011), sendo capazes de utilizar objetos como ferramentas tanto em suas brincadeiras (RESENDE; OTTONI, 2002) como para acessar alimentos ou outros recursos subterrâneos que estejam encapsulados ou presos em algum substrato lenhoso (FRAGASZY et al., 2004; GUNST et al., 2007; OTTONI; IZAR, 2008; PHILLIPS, 1998; SCHRAUF et al., 2008; WAGA et al., 2006).

No que diz respeito à trabalhos relatando a comunicação vocal dos primatas dos gêneros *Cebus* e *Sapajus*, a maioria traz informações mais qualitativas, com poucos estudos voltados para a estrutura física dos sons produzidos pelos animais. Em 2008, Marco e Visalberghi verificaram que, durante a vocalização, os macacos-prego realizam diversas mudanças faciais. Os mesmos apresentariam modificações em termos de abertura da mandíbula, direção do olhar, posição da orelha, retração no couro cabeludo e postura corporal. Ceugniet e Izumi (2004), afirmam que os primatas, objetivando reconhecimento de outros animais do grupo, podem fazer uso de sinais visuais, vocais e olfativos ou químicos. Em três estudos de campo com *C. capucinus*, pesquisadores observaram que um tipo específico de chamado, *trill*, é utilizado por adultos na coordenação do movimento do bando (BOINSKI, 1993; BOINSKI; CAMPBELL 1995 e 1996). De acordo com os autores nas vocalizações associadas com o alarme, a aflição ou os contextos agonísticos, teve-se a identificação de dois tipos de chamada distintas: *trill* e *huh*. Os *trill* são emitidos, geralmente, por adultos e a vocalização *huh* é mais usada quando um indivíduo está numa densa área de frutas, alimentando-se (BOINSKI, 1993; BOINSKI; CAMPBELL, 1996). Os resultados enfatizam que as vocalizações servem na coordenação e trajetória de um grupo em movimento, principalmente nessas espécies arbóreas que têm o contato visual impedido de algum modo (BOINSKI, 1993; BOINSKI; CAMPBELL, 1995).

Em algumas espécies de primatas, as vocalizações mais frequentemente encontradas pode ser os *grunts*, *coos* e *trills*, sendo estas classificadas como chamadas de contato (CHENEY; SEYFARTH, 1982; GROS-LOUIS, 2002; RENDALL et al., 1996; RENDALL et al., 1999). Gros-Louis et al. (2008), na descrição do repertório vocal do *Cebus capucinus*, mencionam a chamada *grunt* como sendo mais comumente associada ao comportamento sociossexual. A mesma é usada durante as chamadas ‘danças’ (consiste em o animal ter uma expressão com bico de pato, passos, giros e freqüentes gritos agudos e curtos), precedendo o

acasalamento ou durante a comunicação vocal entre os pais, sendo essas tipicamente ritmadas. Ainda tendo como referencia Gros-Louis et al., (2008), temos a afirmação que a vocalização tipo *coo* é comumente utilizada por infantes que se encontram com menos de dois anos de idade, emitida quando eles são separados da mãe. A chamada tipo *trill* dá-se no momento em que ocorre uma aproximação com outro indivíduo, visando uma interação afiliativa. Pode também ocorrer em momentos agressivos e altos *trills* são pronunciados durante a locomoção (GROS-LOUIS, 2002; GROS-LOUIS et al., 2008).

Ainda em estudos com vocalizações de *Cebus capucinus*, Gros-Louis participou em cinco trabalhos, sendo o primeiro em 2002, tratando do contexto e correlação do comportamento dos *C. capucinus* abordando a vocalização tipo *Trill* (GROS-LOUIS, 2002). A coleta de dados durou dois anos, de 1991 a 1993, na Costa Rica, com um grupo constando de cinco fêmeas adultas, quatro machos adultos, três fêmeas jovens, quatro machos jovens e cinco infantes com até dois anos de idade. Para identificar os infantes, foi realizada uma marcação com tinta em seu pêlo, devido às semelhanças físicas. Como resultado de 2 anos de estudos obtiveram 1.164,5 horas de dados focais, 2.453 de vocalizações *Trills* foram observadas, na proporção relativa de: infantes 62,2%, juvenis 26,4%, fêmeas adultas 7%, machos adultos 0,4%. O segundo estudo foi em 2003, Gros-Louis objetivou associar o chamado ao encontro do alimento. Este estudo durou 23 meses e os resultados comprovaram que isso ocorria quando a quantidade de alimento encontrada era elevada ou o indivíduo estivesse sozinho. Em 2005, Fichtel et al. publicaram um trabalho tratando de análises acústicas das chamadas de alarme. Neste, obtiveram como resultado dois tipos de chamadas de alarme, tendo a coleta de dados sido realizada entre os anos de 1991 até 2003, não consecutivos. Durante a realização do trabalho, conduziram uma análise acústica detalhada das chamadas de alarme e do uso das mesmas para examinar se as informações específicas estavam codificadas dentro destas duas categorias gerais de chamadas de alarme, subdividida por eles. A primeira categoria está direcionada a predadores aéreos, a seres humanos e outros macacos-prego e a segunda a predadores terrestres e cobras. O conjunto de chamadas de alerta não está apenas ligado à alimentação, mas também ao contexto social, ao ambiente, a idade, ao sexo e a interações sociais (GROS-LOUIS et al., 2008; POLLICK et al., 2005). Chamadas de alarme têm alguns benefícios na vida em grupo de *Cebus*, como evitar a predação dos mesmos. Por outro lado, pode ocorrer o comprometimento do chamador, pois ao emitir a chamada de alarme, ele estará se expondo ao potencial predador (WHEELER, 2008). Gros-Louis publicou, em 2006, mais um trabalho dando continuidade em seus estudos citados

acima, falando sobre vocalização do *C. capucinus*, estudando mais particularmente a análise acústica e a descrição contextual das chamadas associadas à alimentação, durando em torno de 8 anos do início da pesquisa à publicação do artigo (GROS-LOUIS, 2006). O quinto e mais recente trabalho foi em 2008, no qual Gros-Louis et al. relataram o repertório vocal de *C. capucinus*, envolvendo a coleta de dados desde o ano de 1991 até 2003. Os autores exclamam que ainda necessitam de mais estudos, pois os repertórios vocais desses animais vêm a ser muito complexo.

2. REPERTÓRIO VOCAL DO *Sapajus flavius*

Este artigo será submetido ao International Journal of Primatology. Ver anexo I para regras das revistas. Vale salientar que as figuras e tabelas do referido trabalho foram deixados no meio do texto deste capítulo para facilitar a leitura e visualização pela banca examinadora. Entretanto, para submissão do artigo, as tabelas e as figuras serão passados para o final do texto, seguindo as normas da revista. As referências bibliográficas deste artigo estão listadas ao final desta dissertação para evitar repetição. Entretanto, as mesmas serão tratadas separadamente para submissão do artigo. Este trabalho é parte de um projeto de pesquisa e conservação da espécie que inclui colaboradores de outras instituições de pesquisa. Dessa forma, além do meu orientador Prof. Dr. Antonio Souto, esse trabalho conta com o apoio e colaboração dos Prof^a. Dra. Bruna Bezerra (Universidade de Pernambuco), Prof^a Dra. Nicola Schiel (Universidade Federal Rural de Pernambuco), Prof. Dr. Gareth Jones (University of Bristol), Profa. Dra. Perri Eason (University of Louisville), MSc. Camila Bione (Consultora Ambiental). Os referidos pesquisadores também serão listados como autores no artigo.

2.1 Introdução

Os sinais acústicos produzidos por primatas podem ser vocais e não vocais (Gardner; GARDNER, 1969; PREMACK, 1971; SAVAGE-RUMBAUGH et al., 1986). Podemos caracterizar um sinal vocal como sendo a emissão de sons provocados pelas cordas vocais (GRANGEIRO, 1999). Sinais acústicos não-vocais são aqueles gerados, por exemplo, ao balançar e quebrar galhos e ao bater em troncos (BELIN et al., 2002; BEZERRA et al., 2010b; GAUTIER; GAUTIER, 1977). A estrutura física de sinais acústicos específicos pode carregar informações importantes sobre o animal emissor do sinal, como por exemplo, a espécie, o sexo, a faixa etária e o contexto comportamental em que o indivíduo ou grupo se encontra (ARNOLD; ZUBERBUHLER, 2006; BERGEY; PATEL, 2008; BEZERRA et al., 2010b; CLAY; ZUBERBUHLER, 2009; GROS-LOUIS et al., 2008; MAURUS et al., 1986; ; MCCOMB; SEMPLER, 2005; READER; LALAND, 2001; RUKSTALIS et al., 2003). Segundo Ceugniet e Izumi (2004), os primatas, a fim de reconhecer individualmente outros animais do grupo, podem utilizar sinais visuais, de vocalizações e ainda de pistas olfativas ou químicas. Em algumas espécies, pesquisadores já conseguem identificar indivíduos diferentes através das características físicas dos sinais vocais (BEZERRA et al., 2010b; BEZERRA; SOUTO, 2008; CHENEY; SEYFARTH, 1980; LUTHER, 2009; SNOWDON; CLEVELE, 1980; SNOWDON et al., 1983; SYMMES et al., 1979; RATCLIFFE et al., 1998; TERRY et al., 2005). O conhecimento sobre o repertório vocal das espécies em geral pode ainda auxiliar em programas de enriquecimento ambiental em cativeiro, visto que possibilita uma forma rápida de acessar o nível de estresse e de bem estar através de vocalizações ligadas a comportamentos de estresse e da presença de um repertório vocal o mais próximo possível do apresentado em ambiente natural) (CUOMO et al., 1992; CASTELLOTE; FOSSA, 2006; GRANDIN, 1998; MANTEUFFEL et al., 2004; MCCOWAN; ROMMECK, 2006; MORGAN; TROMBORG, 2007; OLSSON; WESTLUND, 2007; RUKSTALIS; FRENCH, 2005; SCHRADER; TODT, 1998; WATTS; STOOKEY, 2000). Dessa forma, o estudo das vocalizações dos animais pode revelar informações sobre diversos aspectos da ecologia comportamental das espécies e ainda ter uma utilidade no monitoramento de primatas considerados em planos e estratégias não-invasivas de conservação.

Primatas dos gêneros *Cebus* e *Sapajus* até pouco tempo eram considerados pertencentes de um único gênero, o *Cebus* – ver Alfaro et al., (2012). Os integrantes desses gêneros são popularmente conhecidos como ‘macaco-prego’. Eles são considerados os primatas mais inteligentes dos neotrópicos (FRAGASZY et al., 2004), havendo vários

registros do uso de ferramentas para animais em cativeiro (FRAGASZY; VISALBERGHI, 1989; VISALBERGHI, 1987; VISALBERGHI, 1990; URBANI, 1999; WESTERGAARD E SUOMI, 1993) e vida livre (CANALE et al., 2009; FRAGASZY et al., 2004; MANNU; OTTONI, 2009; MOURA; LEE, 2010; RESENDE et al., 2008; SOUTO et al., 2011; VISALBERGHI et al., 2007; WAGA et al., 2006). Os macacos-prego são animais diurnos, arbóreos, onívoros e com dimorfismo sexual relacionado ao tamanho corporal, sendo os machos adultos maiores do que as fêmeas (AURICHIO, 1995; BICCA-MARQUES ET AL., 2006; FREESE E OPPENHEIMER, 1981). Pouca informação existe sobre o repertório vocal das espécies desses gêneros, com apenas uma espécie (i.e. *Cebus capucinos*) possuindo o repertório vocal descrito detalhadamente para animais de vida livre (GROS-LOUIS et al., 2008). Para o *C. capucinos*, diversos fatores influenciam no seu repertório vocal, sendo eles: proximidade, interação social, conduta alimentar, comportamento sexual, encontro entre grupos e diferentes classes de idade e sexo (GROS-LOUIS et al., 2008).

O presente estudo teve por objetivos investigar o repertório vocal, o contexto e a frequência de uso das vocalizações do *Sapajus flavius*, macaco-prego galego. O *S. flavius* encontra-se classificado como ‘criticamente em risco de extinção’ de acordo com a lista vermelha da International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2013). Considerando o sistema social complexo e o hábito arbóreo dos *S. flavius* (SOUTO et al., 2011), acreditamos que o *S. flavius* apresentaria um repertório de comunicação acústica rico, com vocalizações ocorrendo em contextos específicos. Além disso, considerando a proximidade taxonômica e filogenética com primatas do gênero *Cebus* (ALFARO et al., 2012; OLIVEIRA; LANGGUTH, 2006), seria esperado que o repertório vocal dos *S. flavius* se assemelhasse com o do *C. Capucinus*, em termo de quantidade de sinais presente no repertório e contexto comportamental de certas vocalizações (MCCOMB; SEMPLÉ, 2005). Até o presente momento não existem informações sobre vocalizações para nenhum primata do gênero *Sapajus*.

2.2 Metodologia

2.2.1 *Animais e locais de estudo*

O trabalho foi conduzido em dois fragmentos de Mata Atlântica no Nordeste brasileiro. Um deles, conhecido por ‘Mata dos Macacos’ (07°47.162’S – 035°00.788’W), se encontra nas propriedades da Usina São José S/A que se localiza no município de Igarassú, no estado de Pernambuco. Esta compreende uma área com cerca de 400 ha de mata primária e

secundária. O segundo fragmento é localizado na área da mineradora Cristal, localizada no município de Mataraca no estado da Paraíba (06°29.902'S – 034°29.704'W). A mineradora ocupa uma área total de 1186 ha, caracterizada por uma grande extensão de Mata natural e reflorestada.

A fim de verificar a viabilidade do projeto, nós realizamos um estudo piloto entre os meses de setembro/2010 até fevereiro/2011. Esse estudo foi realizado em 69 dias, totalizando 577 horas de permanência em trabalho de campo. Essa etapa focou no reconhecimento das áreas de trabalho pelos pesquisadores e na confirmação da presença de dois grupos de macacos-prego galegos, um na Mata dos Macacos e outro na área de mata da Mineradora. Nesta etapa, para obtenção das informações necessárias ao trabalho, utilizou-se de armadilhas fotográficas e a busca ativa dos animais nas áreas para acréscimo de informações.

As observações e registros vocais foram executadas mensalmente entre ago/2012 e jul/2013. A permanência em campo foi de aproximadamente cinco dias por mês em cada área, totalizando 1028 horas. O tempo de permanência em cada área dependia da autorização dos donos das propriedades. A contagem máxima da quantidade de indivíduos nos grupos foi de 54 na área de Pernambuco e 77 na área da Paraíba. Nos dois grupos encontrados foi notificada a presença de animais de todas as faixas etárias (i.e. adultos, sub-adultos, juvenis e infantes) e utilizando todos os extratos da mata. Optamos por não habituar os animais viventes na Mata dos Macacos, por motivo de preservação dos indivíduos, visto que no decorrer do trabalho foram encontradas algumas armadilhas de caça para mamíferos. Então, na grande maioria dos encontros, os animais desta área fugiam ao notificarem nossa presença. Os macacos-prego galegos da Mineradora eram semi-habitados, permitindo a presença do pesquisador relativamente próximo dos indivíduos do grupo (>5m). A identificação individual através de marcas naturais foi alcançada em apenas 8 animais da Mineradora Cristal.

2.2.2 Observações comportamentais e gravação das vocalizações

Para construir o etograma da espécie em campo, com a finalidade de se associar o contexto comportamental às vocalizações, foi utilizado o método de observação *ad libitum* (ALTMAN, 1974). Um total de 242 horas foi dedicado a essa etapa. Posteriormente, foram gravadas 174 sessões de cinco minutos de duração, através do método grupo focal, para obter vocalizações dos animais. Para formulação do gráfico com o padrão vocal do *Sapajus flavius* na natureza, utilizou-se apenas as vocalizações gravadas na mineradora Cristal, visto que na Mata dos Macacos as gravações foram realizadas em um ponto de ceva, pois os animais não permitiram aproximação - ver resultados abaixo. As observações dos animais da Mata dos

Macacos, em Igarassu, foram feitas de dentro de uma cabana camuflada, de maneira que os animais não perceberiam a presença dos observadores no local. Optou-se por não habituar esses animais, em função dos possíveis riscos para a conservação dos mesmos.

Para a gravação das vocalizações foi utilizado o gravador digital Marantz PMD670 (Marantz®), que grava no formato sem compressão WAV para evitar perdas das características físicas do som (TU, et al., 2011), conectado a um microfone direcional Sennheiser ME67 (Sennheiser®), com resposta frequência entre 20 Hz e 20 kHz ($\pm 0,5$ dB), com um adaptador K6 e um fone de ouvido Clone 11200, este com frequência de 20Hz-20KHz e sensibilidade de 15dB. As gravações em campo foram realizadas a ≤ 15 m, sendo registrada a idade (i.e. adulto, sub-adulto, jovem ou infante) e sexo dos animais sempre que possível. Estas foram classificadas e agrupadas de acordo com o contexto em que elas ocorreram.

Utilizamos como parâmetro comparativo na classificação das vocalizações, as descrições de chamadas feitas por Freese e Oppenheimer (1981) e Gros-Louis et al. (2008) para outras espécies de macacos-prego. Utilizou-se dos parâmetros físicos das vocalizações para descrevê-las e compará-las. Para a análise estatística utilizamos o programa SPSS versão 20.0 (IBM Corporation) e o Excel (Microsoft Corporation). Para a descrição das vocalizações, foram consideradas treze categorias físicas: Número de Sílabas (NS), Frequência de Máxima Energia (FME, determinada a partir do espectro de potência), a Frequência mais alta (Freq. Máx.), a Frequência mais baixa (Freq. Mín.), amplitude (Δ), a Frequência inicial (Freq. Inicial), a Frequência final (Freq. Final), duração do início da vocalização até a Frequência mais alta ($D_{\text{inicial-FM}}$), duração do início da Frequência mais alta até o final da vocalização ($DFM_{\text{-final}}$), o tempo de duração da vocalização (Dur.), número de harmônicas (NH), intervalo entre as harmônicas (IBH) e Número de Pulsos (NP) das vocalizações. As vocalizações de campo foram utilizadas para descrever o repertório vocal da espécie em ambiente natural. Não foi possível realizar gravações de sinais acústicos dos indivíduos identificados na Mata da Paraíba, pois os oito indivíduos, em todas as vezes que se aproximaram dos observadores, permaneceram em silêncio.

2.2.3 *Análise estatística*

Para descrever os parâmetros físicos das vocalizações, foram calculados a média e o erro padrão dos mesmos para todas as vocalizações subjetivamente categorizadas. Aplicou-se a partir daí uma análise de discriminância com as vocalizações que apresentaram no mínimo 30 exemplares gravados e com condições de análise através de espectrogramas. Esta análise

determina se a categorização subjetiva das vocalizações seria objetiva (BEZERRA et al., 2010a; CEUGNIET; IZUMI, 2004; ROBINSON, 1984). Este teste examina a porcentagem de vocalizações que foram corretamente por nós categorizadas. Os resultados da análise de discriminância são apresentados com e sem validação cruzada. A fim de se reduzir as chances de Erro Tipo I (um resultado apontando para uma categorização objetiva quando na verdade ela não o teria sido), utilizamos apenas quatro variáveis (Freq. Máx., Amplitude, Duração e FME), ou seja, cerca de 1/3 das características físicas disponíveis (e.g. BERGER-TAL et al., 2008; KAZIAL et al., 2001). Essas variáveis são comumente usadas em trabalhos envolvendo a distinção de sinais acústicos de primatas (BEZERRA et al., 2010a; BEZERRA; SOUTO 2008; GROS-LOUIS et al., 2008; NORCROSS; NEWMAN 1993; ROBINSON, 1984). Não foram incluídas nas análises estatísticas as vocalizações com uma quantidade abaixo de 30 amostras, nem as chamadas emitidas por jovens ou infantes, que foram incluídas na descrição qualitativa do repertório vocal da espécie.

Para analisar se haveria uma diferença na frequência de uso de cada tipo de vocalização da espécie alvo, foi utilizado um teste Qui-Quadrado. Para todas as análises adotou-se como estatisticamente significativo um valor de $p \leq 0.05$ (bilateral).

2.3 Resultados

2.3.1 Repertório vocal e contexto comportamental

Foram identificados 25 sinais acústicos pertencentes ao repertório vocal dos macacos-prego galegos em vida livre. Todos os sinais foram diferenciados a partir da análise dos seus espectrogramas (Tabela I; Figuras 3-11) e/ou estatisticamente. As vocalizações foram agrupadas em nove categorias de acordo com o contexto em que ocorrem, e estão descritas a seguir.

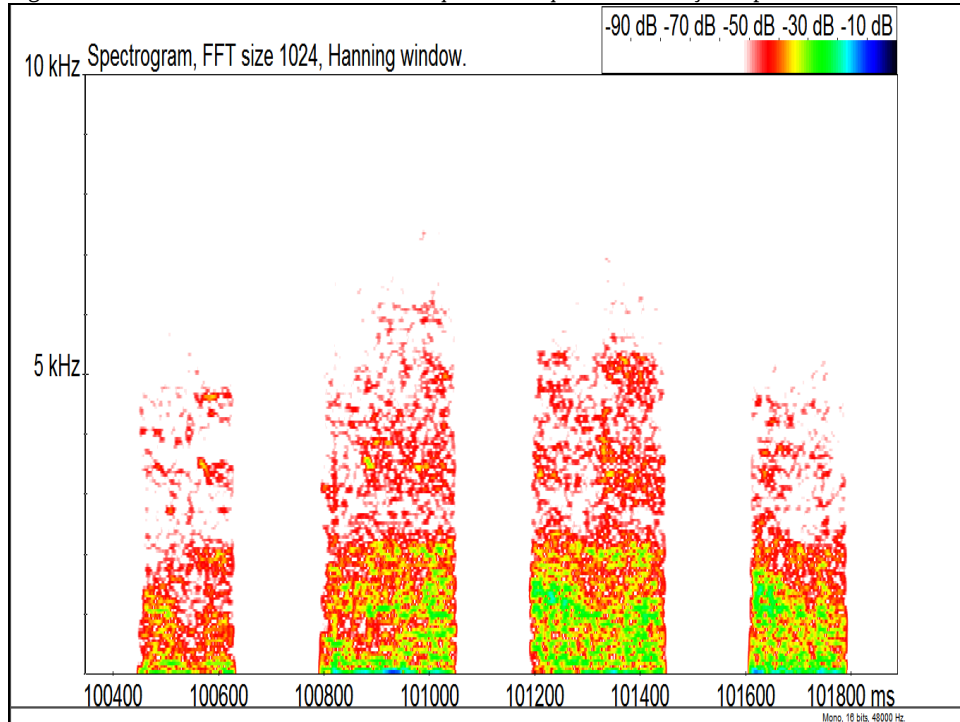
- *CHAMADA AGONÍSTICA* (Figura 3)

Heh (terminologia adaptada de BOINSKI, 1993; GROS-LOUIS et al., 2008)

A vocalização do tipo *heh* é emitida durante um momento agressivo de baixa intensidade, ou seja, quando existe apenas a ameaça (exclui-se aqui o contato físico entre os indivíduos). A vocalização caracteriza-se por soar como um ruído curto. Tal vocalização apresentou uma duração média de 226,43ms, possui baixa frequência e é formada por uma única sílaba. O alto

ruído de fundo da floresta (e.g. vento, insetos, aves, etc) muitas vezes se sobrepõe ao som desta vocalização, tornando-a difícil de ser gravada.

Figura 3 - CHAMADA AGOSNÍSTICA. Sequência de quatro vocalizações tipo *heh*.

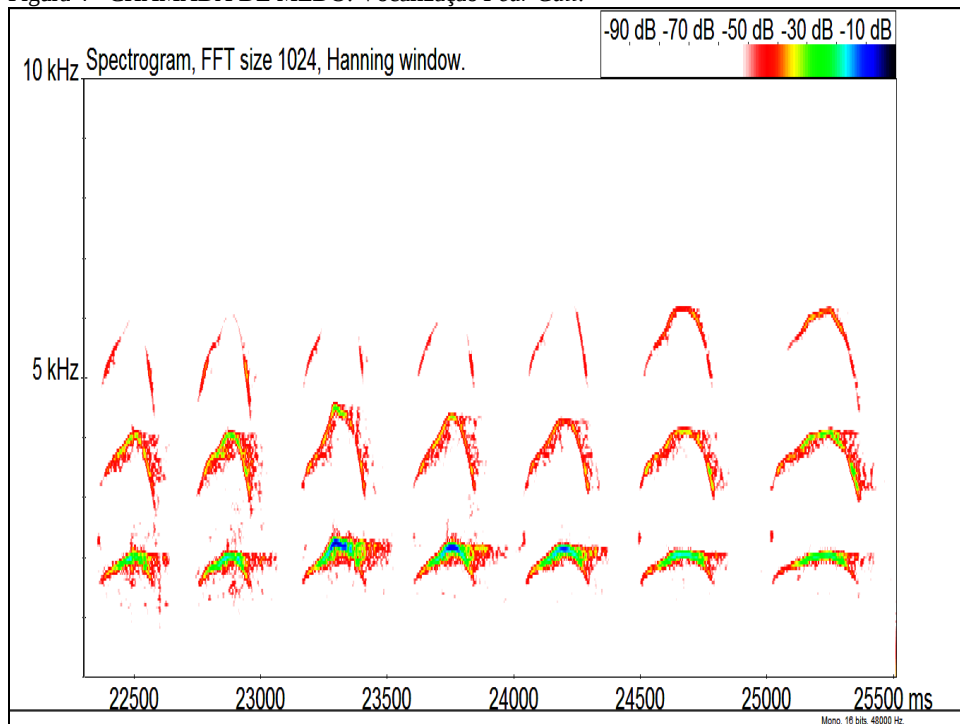


- CHAMADA DE MEDO (Figura 4)

Fear call

O som emitido trata-se de um ‘miado’ fino, vocalizado em sequências de sílabas semelhantes, possuindo essas sílabas uma frequência máxima variando entre 1,92 – 2,73kHz e apresentou uma média de duas harmônicas por sílaba. Vocalização emitida exclusivamente por infantes. Observada quando um animal mais jovens carregava um infante. O infante, no momento em que vocalizou, apresentava sinais visuais indicativos de medo, como, por exemplo, o levantar das sobrancelhas, com olhos bem abertos, o olhar fixo para o observador e a boca aberta vocalizando (DARWIN, 1872; ARAGÃO, 2006).

Figura 4 - CHAMADA DE MEDO. Vocalização *Fear Call*.



- *CHAMADA DE CONTATO* (Figura 5)

Trill (terminologia adaptada de BOINSK, 1993; FREESE E OPPENNHEIMER, 1981; GROS-LOUIS et al., 2008; ROBINSON, 1984)

O *trill* é uma vocalização formada por uma série de pulsos ascendentes (variando de 2 – 23 pulsos), com média da frequência máxima 3,20kHz). Vocalizada por animais de todas as idades, tendo sido a maioria das vocalizações emitidas por jovens.

Figura 5 - CHAMADA DE CONTATO. Vocalização *Trill*.



- *CHAMADAS DE DESLOCAMENTOS* (Figura 6A-D)

Existem quatro chamadas diferentes emitidas exclusivamente quando os animais estão se locomovendo vertical ou horizontalmente. Gros-Louis et al. (2008) denominam a vocalização relacionada ao deslocamento de “*bursts*”.

A) *Flick*

O *flick* caracteriza-se por ser uma vocalização de baixa frequência, tendo a média da frequência máxima de 2,64kHz, e por ser uma chamada curta com a duração média de 44,52ms. Foram gravadas sendo emitidas por todas as classes de idade, exceto os infantes.

B) *Snap*

Snap também se apresenta com uma baixa frequência e média da frequência máxima de 2,02kHz. Tal vocalização apresentou uma duração média de 126,54ms. A vocalização é emitida apenas por sub-adultos e adultos.

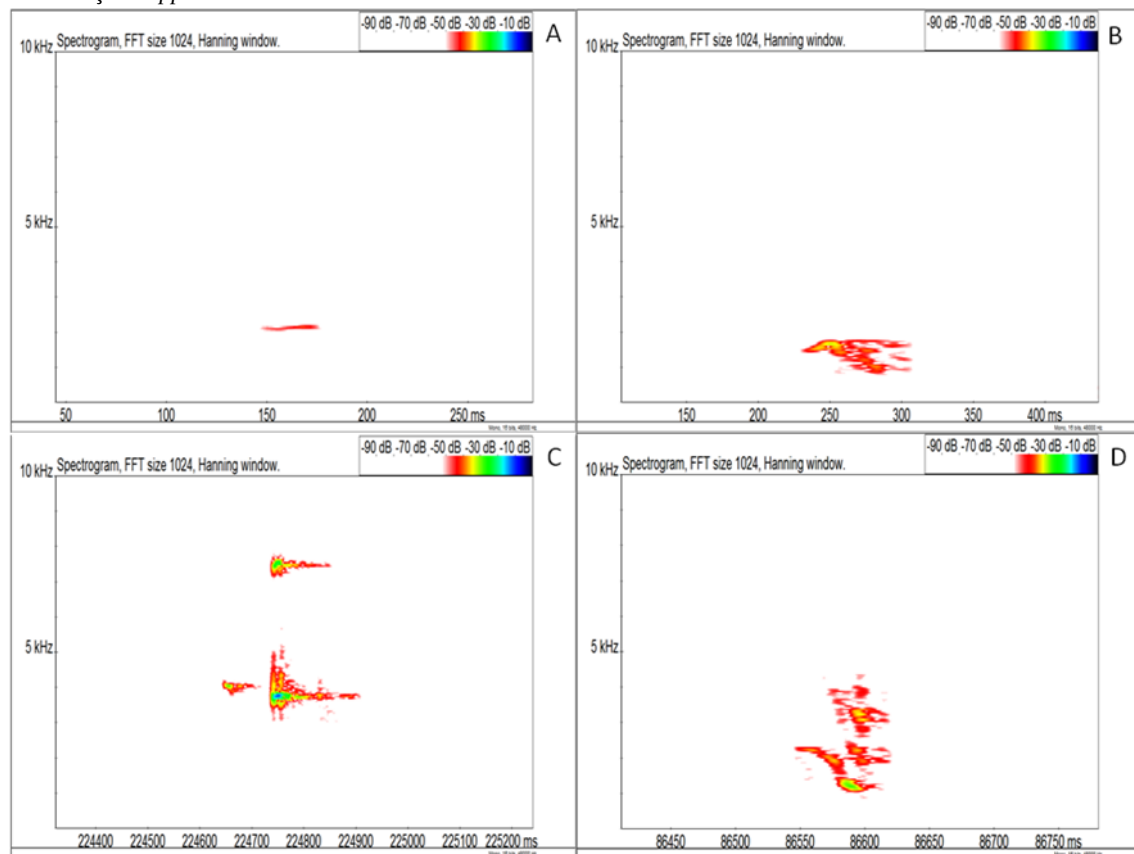
C) *Clack*

Vocalização de alta frequência e alta amplitude, o *clack* é uma chamada característica de animais juvenis, mas ocorre raramente também em sub-adultos. A frequência mais alta dessa chamada teve a média de 10,11kHz, com uma frequência média de amplitude 8,83kHz. A duração média da chamada é de 234,37 ms.

D) *Popped*

O *popped* é comumente vocalizado apenas por adultos. Essa chamada caracterizou-se por obter duração média 91,47ms e apresentou uma frequência média de amplitude de 3,58kHz.

Figura 6 - CHAMADAS DE DESLOCAMENTOS. A) Vocalização *Flick*; B) Vocalização *Snap*; C) Vocalização *Clack*; D) Vocalização *Popped*.



- *GRITOS* (Figura 7A-E)

Foram gravados cinco tipos de gritos diferentes, sendo estes emitidos no momento em que o grupo de animais estava reunido no centro da mata. Não foi possível a observação do contexto específico em função dos animais ao emitirem encontrarem-se escondidos por trás da densidade da vegetação, impossibilitando a visualização do contexto específico. Dessa forma, estudos futuros para esclarecimento do contexto desses sinais ainda são requeridos para esta espécie. Apenas os gritos *Bellow* e *Shout* foram analisados como um chamado inteiro sequenciado, os outros três foram analisados suas características físicas por sílaba.

A) *Hoot*

O *hoot* trata-se de um grito agudo e estridente com a média da frequência mais alta de 4,59kHz, possuindo a média da Frequência de Máxima Energia de 3,92kHz. Caracteriza-se por ser um grito formado por um conjunto de sílabas que sua duração varia entre 239-412ms. O número total de sílabas pode chegar até 32.

B) *Bellow*

Esse grito caracteriza-se por ser emitido em sequência de sons semelhantes a pulsos, sendo uma vocalização de alta frequência, onde a máxima variou entre 8,63-11,9kHz e de alta amplitude, sendo a média de 9,83kHz.

C) *Howl*

Essa chamada tem como caráter principal ser um grito de baixa frequência e baixa amplitude, sendo suas médias 1,14kHz e 0,51kHz, respectivamente. Emitido em sílabas, o *howl* tem uma duração variando entre 236-479ms.

D) *Yell*

Yell possui em média 1,4 harmônicas por sílaba. É uma vocalização aguda e de média frequência, caracterizada com uma média de 4,79kHz. A força de máxima energia dessa vocalização está em torno de 4,52kHz.

E) *Shout*

Essa chamada forma-se por uma sequência de sílabas de alta frequência, com frequência máxima chegando a 19,5kHz. Sendo este o grito mais longo emitido sequenciado com uma duração de 22,72 seg e até 47 sílabas.

- *GRITOS ANTES DA DORMIDA* (Figura 8A-B)

As chamadas referentes à categoria *Gritos da dormida* foram gravadas por volta das 18h quando o grupo de macacos-prego galego se organizava para dormir. Como o ambiente na parte interna da mata estava completamente escuro (e não usamos lanternas para não perturbar os animais), não nos foi possível identificar o indivíduo vocalizador. Dessa forma, não sabemos a classe de idade dos indivíduos que emitiram essas vocalizações, também não nos foi possível afirmar o contexto exato em que essas vocalizações ocorreram. A vocalização *Hoot* (Fig. 5A), também pertencente a esta categoria, apresentou as mesmas limitações de registro.

A) *Cheep*

Cheep caracteriza-se por ser um grito fino de baixa amplitude, sendo essa 1,05kHz, formada por sílabas simples sequenciadas, possuindo uma duração média de 357ms.

B) *Whoop*

Grito formado por sequência de sílabas semelhante a pulsos, este se caracteriza por ser uma chamada de alta frequência sendo a máxima 11kHz e possuir, mas a frequência de máxima energia fica em torno de 1,88kHz.

- *CHAMADAS COM E SEM DESLOCAMENTO* (Figura 9A-D)

Três chamadas associadas ao deslocamento foram agrupadas nessa categoria por apresentarem especificidades nos seus contextos. Essas vocalizações além de serem emitidas durante o deslocamento, também foram vocalizadas antecipando a locomoção e enquanto os animais encontravam-se parados, podendo o indivíduo iniciar uma locomoção após a emissão ou permanecer no mesmo lugar por mais algum tempo (menos de um minuto). Quando as chamadas *Sleck*, *Ghiu* e *Clok* são emitidas, os animais que estão em volta do indivíduo vocalizador direcionam o olhar para este. Os *S. flavius* ao emití-las não demonstram uma expressão facial característica, o som aparenta ser feito com a língua pressionando o céu da boca. Os sons produzidos dessa forma lembram estalos.

A) *Sleck*

Essa chamada foi notificada sendo emitida por todas as classes de idade, exceto os infantes. O *Sleck* caracteriza-se por ser uma vocalização com média frequência máxima, 6,09kHz e a média da amplitude 5,51kHz.

B) *Ghiu*

O *Ghiu* é uma vocalização de alta frequência. A frequência máxima chegou a atingir 11,77kHz, enquanto que a média ficou em torno de 6,42kHz. Apenas adultos e sub-adultos apresentaram tal vocalização.

C) *Clok*

Clok é uma vocalização de alta frequência (média de 8,8 kHz), alta amplitude (média de 8,39kHz) e baixa frequência de máxima energia (média de 1,64kHz). Essa chamada não foi vista sendo emitida por jovens e infantes. Trata-se de uma sílaba simples de duração longa (média de 244ms), quando comparadas a *Sleck* e *Ghiu*.

D) *Lost Call* (terminologia adaptada de FREESE E OPPENNHEIMER, 1981; GROS-LOUIS et al., 2008)

Essa é uma chamada longa e ao emití-las os animais fazem um bico com a boca aparentando um beijo. Caracterizada por ser de baixa frequência, sendo a média da frequência máxima de 1,49kHz e a amplitude entre 0,26-0,59kHz. Freese e Oppennheimer (1981) denominam essa vocalização de “*Arrawh*”.

- *CHAMADAS ASSOCIADAS À ALIMENTAÇÃO* (Figura 10A-F)

Seis chamadas foram encontradas para essa categoria. Duas chamadas foram registradas quando os animais encontravam-se forrageando, pelo chão ou por cima das árvores, e outras quatro vocalizações são exclusivamente relacionadas à alimentação, ou seja, quando os animais visualizavam o alimento ou durante o ato de se alimentar (i.e. mastigando, com o alimento em sua boca).

Figura 7 - GRITOS. A) Vocalização *Hoot*; B) Vocalização *Bellow*; C) Vocalização *Howl*; D) Vocalização *Yell*; E) Vocalização *Shout*.

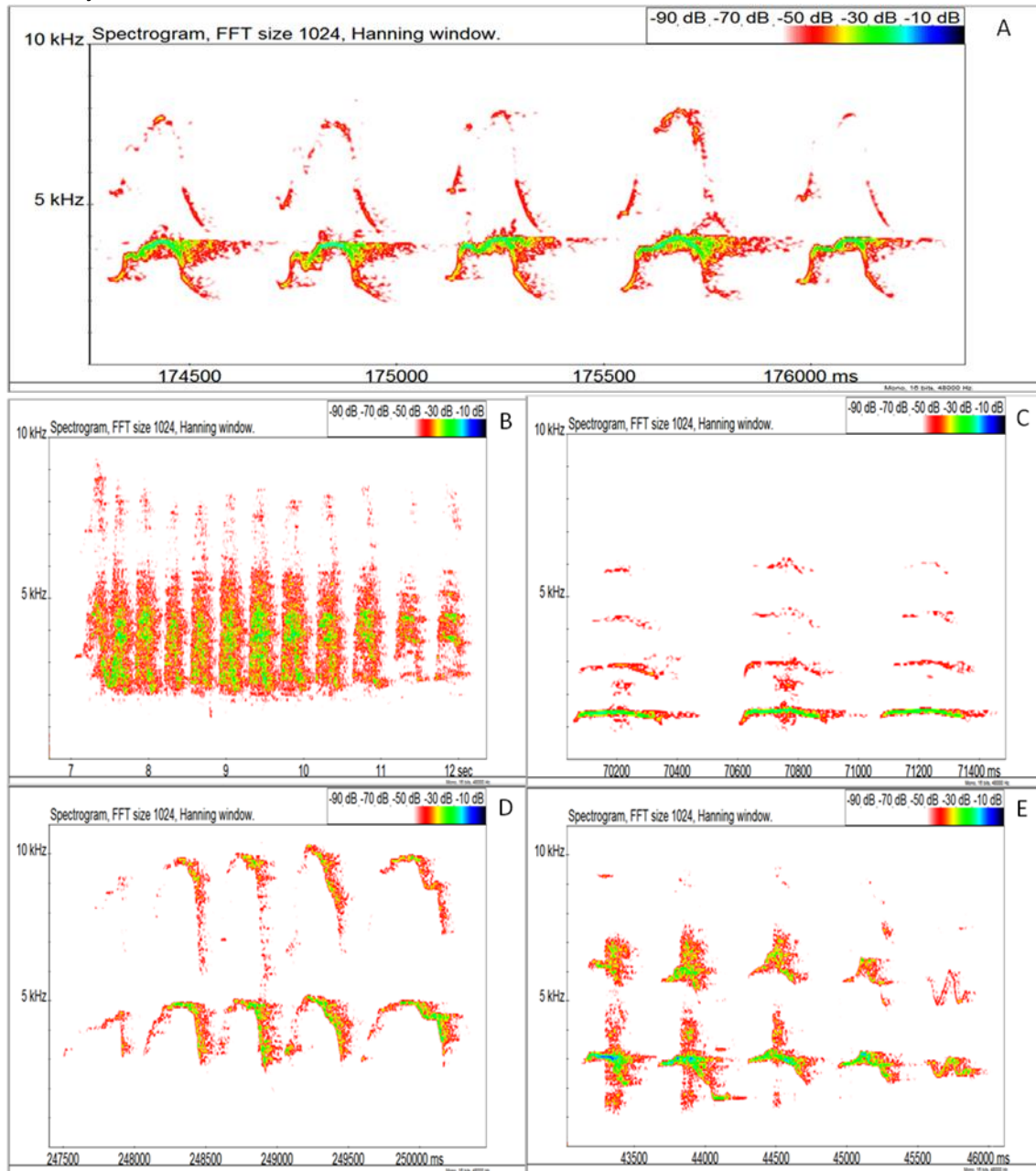


Figura 8 - GRITOS DA DORMIDA. A) Vocalização *Cheep*; B) Vocalização *Whoop*.

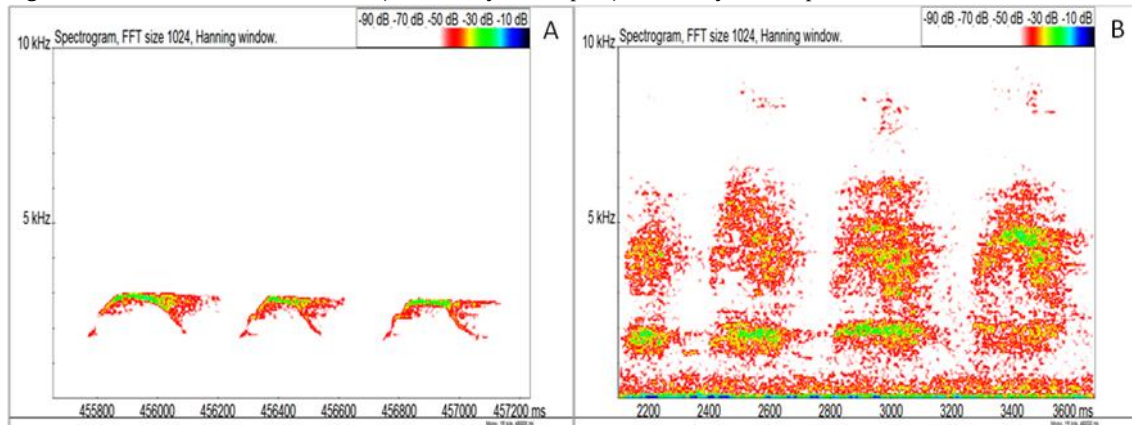
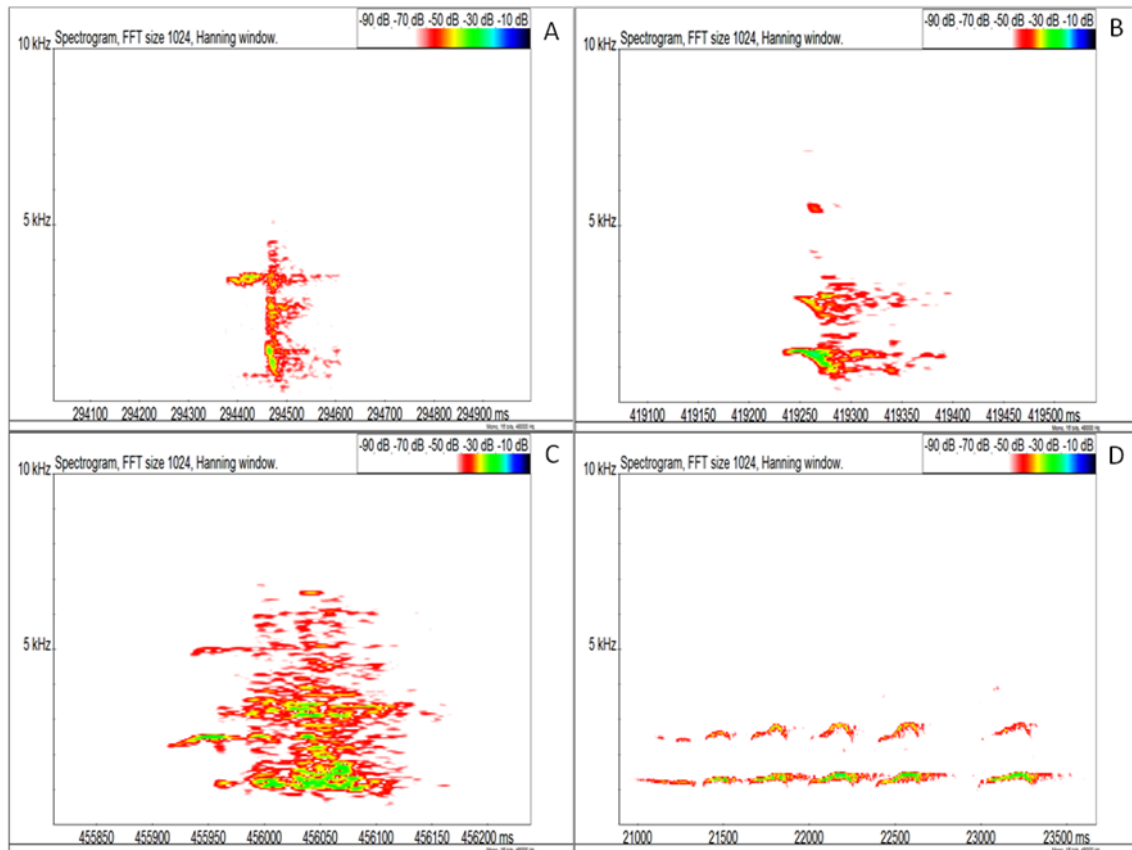


Figura 9 - CHAMADAS COM E/OU SEM DESLOCAMENTO. A) Vocalização *Sleck*; B) Vocalização *Ghiu*; C) Vocalização *Clok*; D) Vocalização *Lost call*.



A) *Huh* (terminologia adaptada de GROS-LOUIS et al., 2008)

A vocalização do tipo *Huh*, foi emitida exclusivamente quando os animais estavam forrageando. Essa se caracteriza por ser um chamado de baixa frequência, sendo a máxima em torno de 1,28kHz. É uma vocalização relativamente curta e rápida com duração média de 35,03ms, a quantidade de harmonias variou de 0-7.

B) *Nosh*

Caracteriza-se por apresentar uma baixa amplitude, sendo a média de 0,99kHz e a média da frequência máxima de 1,93kHz. A duração também é baixa sendo a média 87,83ms. Embora tenha sido emitida por todas as idades, ela foi mais rara nos infantes. Essa chamada surgia quando os animais estavam forrageando, mas, diferentemente do contexto da vocalização *Huh*, não foi emitida quando os animais estavam comendo ou visualizando o alimento, (ou seja, apenas emitida durante a busca por comida).

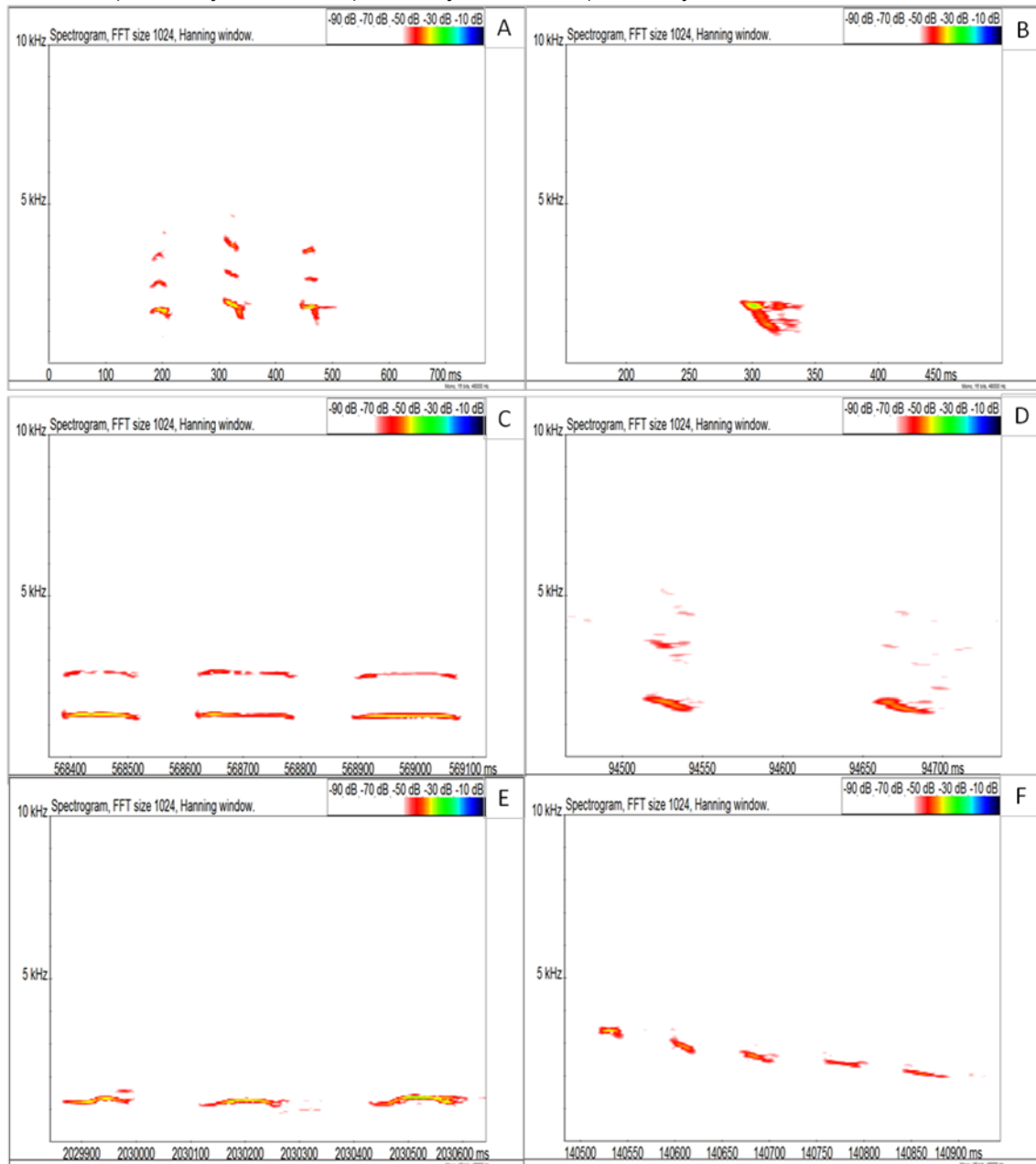
C) *Huh-1var* (terminologia adaptada de GROS-LOUIS et al., 2008)

A vocalização caracteriza-se por ser de baixa frequência, possuindo a média da frequência máxima de 1,33kHz e a média da duração de suas sílabas 94,5ms.

D) *Huh-2var*

Essa chamada é uma variante da vocalização *huh*. Possui frequência máxima com média de 2kHz e é caracterizada por ser uma vocalização curta, com duração média de 47,13ms.

Figura 10 - CHAMADAS ASSOCIADAS À ALIMENTAÇÃO. A) Vocalização *Huh*; B) Vocalização *Nosh*; C) Vocalização *Huh-1var*; D) Vocalização *Huh-2var*; E) Vocalização *Huh-3var*; F) Vocalização *Huh-4var*.



E) *Huh-3var*

Essa terceira variante de *Huh* caracteriza-se por ser uma chamada mais longa, tendo a média da duração das suas sílabas 218,77ms. Possui em média duas harmônicas por sílaba e a média da frequência máxima de 1,51kHz.

F) *Huh-4var*

A característica principal dessa variante é que ela sempre é emitida antes ou depois da vocalização *Huh-1var*. Ela se diferencia por apresentar suas sílabas sendo emitida em sequências crescentes ou decrescentes. Suas sílabas possuem uma curta duração, sendo a média de 48,77ms para cada. A vocalização é emitida por todas as classes de idade, exceto os infantes.

- **CATAÇÃO** (Figura 9)

Peep (terminologia adaptada de GROS-LOUIS et al., 2008)

Sapajus flavius emitiu essa vocalização quando os animais adultos solicitam catação a algum outro indivíduo. Os indivíduos não abrem a boca para emiti-la. Tal vocalização não apresenta harmônicas, apresenta uma duração média de 196,78ms e a frequência máxima é em média de 6,62 kHz.

Figura 11. CATAÇÃO. Vocalização *Peep*.

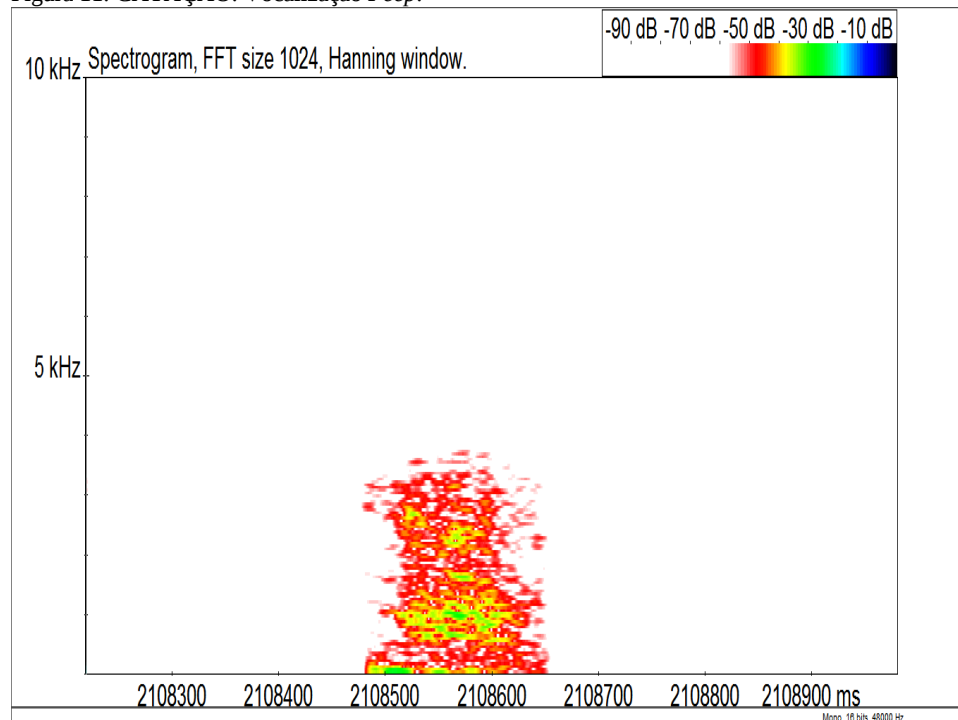


Tabela 1 - Características físicas das vocalizações emitidas pelos *Sapajus flavius* em vida livre.

Chamadas	Características físicas (Média ± erro padrão)													
	N1	NS	FME	↑	↓	Δ	←	→	Dur _{inicial} ↑	Dur _{final} ↑	Dur	NH	IBH	NP
<i>Heh</i>	14	-	0,38±0,16	4,5±0,39	0	4,5±0,39	0	0	0	226,42 ±16,20	226,43 ±16,20	0	-	-
<i>Crying</i>	30	-	2,07±0,03	2,15±0,03	1,63±0,02	0,53±0,02	1,7±0,03	1,91±0,02	120,5±7,09	153,9±6,46	274,4 ±9,74	2,07±0,05	0,93±0,05	-
<i>Trill</i>	30	-	11,21±8,10	3,20±0,11	2,89±0,11	0,31±0,03	3,02±0,10	3,01±0,10	2,73±1,06	35,33±3,18	38,07±3,03	0,87±0,09	2,1±0,21	11,2±0,9
<i>Flick</i>	30	-	2,28±0,12	2,37±0,12	2,07±0,11	0,3±0,02	2,21±0,11	2,18±0,12	6,7±1,7	37,82±2,61	44,52±2,53	0,73±0,17	0,84±0,17	-
<i>Snap</i>	28	-	1,64±0,07	2,02±0,15	0,66±0,05	1,36±0,16	1,62±0,07	1,62±0,08	18,04 ±2,68	108,5 ±6,38	126,54 ±7,14	0,36±0,09	0,24±0,06	-
<i>Clack</i>	30	-	4,6±0,28	10,11±0,38	1,28±0,06	8,83±0,41	4,07±0,08	5,16±0,3	101,85±2,16	132,52±13,77	234,37±14,57	-	-	-
<i>Popped</i>	30	-	1,54±0,08	4,15±0,11	0,57±0,04	3,58±0,11	1,89±0,08	3,2±0,1	33,9±4,21	57,57±3,81	91,47±5,86	-	-	-
<i>Hoot</i>	30	-	3,92±0,12	4,59±0,22	1,94±0,03	2,66±0,21	2,47±0,07	3,56±0,13	88,53±5,83	236,5±7,47	325,03±8,99	2,43±0,3	0,97±0,15	-
<i>Bellow</i>	4	24	2,21±0,49	10,68 ±0,77	0,53±0,42	9,83±1,13	1,51±0,55	2,35±0,32	981± 1023,2	5285± 2989,8	7825±2862,3	0	-	-
<i>Howl</i>	30	-	1,51±0,028	1,66±0,027	1,14±0,024	0,51±0,025	1,25±0,028	1,3±0,029	96,03±8,681	253±13,757	349,03±12,611	1,4±0,132	0,92±0,04	-
<i>Yell</i>	22	-	4,52±0,17	4,79±0,15	2,75±0,07	2,04±0,14	3,50±0,16	3,81±0,17	190,68 ±17,65	258,58 ±23,41	449,27 ±30,50	1,41±0,13	1,66±0,23	-
<i>Shout</i>	1	47	2,40±0,09	-	-	-	-	-	-	-	375,85 ±22,90	-	-	-
<i>Cheep</i>	30	-	2,88±0,03	3,05±0,03	2±0,04	1,05±0,05	2,31±0,06	2,69±0,04	104,53 ±4,53	252,43 ±7,16	356,97 ±8,04	0,93±0,15	0,96±0,14	-

Tabela 1 – (Continuação)

Whoop	1	8	2,48±0,45	-	-	-	-	-	-	-	333,63 ±34,17	-	-	-
Sleck	30	-	3,17±0,19	6,09±0,3	0,58±0,1	5,51±0,32	3,48±0,11	3,35±0,15	91,07±5,63	104,27±8,72	195,33±10,86	-	-	-
Ghiu	30	-	1,99±0,17	6,78±0,33	0,4±0,03	6,39±0,32	1,81±0,15	2,11±0,17	60,53±5,932	125,13±8,04	185,67±9,87	-	-	-
Clok	12	-	1,64±0,24	8,84±0,57	0,45±0,04	8,39±0,56	1,76±0,19	2,40±0,27	70,33 ±10,94	173,42 ±17,84	243,75±25,09	0	-	-
Lost Call	17	-	1,41±0,02	1,49±0,02	1,11±0,02	0,38±0,02	1,14±0,02	1,33±0,02	152±10,17	236,41 ±23,13	388,4±27,5	1,29±0,21	0,80±0,07	-
Huh-1var	30	-	1,28±0,03	1,33±0,03	1,07±0,03	0,26±0,02	1,18±0,03	1,10±0,03	10±2,26	84,50±6,94	94,5±7,2	1,53±0,15	0,85±0,07	-
Huh-2var	30	-	1,68±0,07	2±0,06	1,46±0,06	0,54±0,03	1,67±0,06	1,52±0,06	0,2±0,20	46,93±2,59	47,13±2,61	1,40±0,1	1,09±0,08	-
Huh-3var	30	-	1,38±0,04	1,51±0,04	1,09±0,03	0,42±0,02	1,21±0,03	1,28±0,04	65,43±9,56	153,33±9,23	218,77±9,98	1,97±0,16	0,61±0,05	-
Huh-4var	30	-	2,14±0,11	2,32±0,12	1,93±0,11	0,39±0,04	2,11±0,11	2,02±0,11	1,10±0,77	47,67 ±4,35	48,77±4,34	0,53±0,18	0,34±0,10	-
Nosh	30	-	1,74±0,03	1,93±0,03	0,94±0,02	0,99±0,03	1,86±0,03	1,64±0,04	1,49±0,39	86,34±7,19	87,83±7,2	0,47±0,09	0,28±0,06	-
Huh	30	-	0,94±0,03	1,01±0,04	0,71±0,04	0,3±0,02	0,86±0,04	0,81±0,04	1,3±0,75	33,73±1,19	35,03±0,94	3,77±0,2	0,54±0,04	-
Peep	9	-	0,77±0,16	6,62 ±1,06	0	6,62 ±1,06	0	0	0	196,78 ±18,17	196,8±18,17	0	-	-

N = número de chamadas analisadas. Número de Sílabas (NS), Frequência de Máxima Energia (FME, determinada a partir do espectro de potência), a frequência mais alta ($\uparrow$), a frequência mais baixa ($\downarrow$), amplitude (Δ), a frequência inicial ($\leftarrow$), a frequência final ($\rightarrow$), duração do início da vocalização até a frequência mais alta ($\text{Dur}_{\text{inicial}} \uparrow$), duração do início da frequência mais alta até o final da vocalização ($\text{Dur}_{\text{final}} \uparrow$), o tempo de duração da vocalização (Dur), número de harmônicas (NH), intervalo entre as harmônicas (IBH) e o número de pulsos (NP). As frequências foram medidas em kHz e o tempo em ms.

Nós classificamos corretamente 76,4% das vocalizações subjetivamente categorizadas (n=390, 30 exemplares de cada uma das 13 vocalizações; Tabela 1, 2), atingindo 73,8% com validação cruzada “deixando um fora” (*leave-one-out*) (Figura 12). Esse processo aperfeiçoa a validação cruzada, aproveitando ao máximo os dados. Todas as vocalizações atingiram $\geq 60\%$ de classificação correta, com exceção das vocalizações *Flick* (50%), *Sleck* (53,3%) e *Ghiu* (56,7%) (Tabela 2). A análise de discriminância diferenciou significativamente entre os diferentes tipos de vocalização usando os parâmetros físicos: frequência máxima (Wilk's $\lambda = 0,129$, $p < 0.005$), amplitude (Wilk's $\lambda = 0,114$, $p < 0.005$) e duração (Wilk's $\lambda = 0,158$, $p < 0.005$). O parâmetro FME não contribuiu para a discriminação das vocalizações (Wilk's $\lambda = 0,955$, $p > 0.05$). As três funções (raízes) geradas a partir da análise de discriminância se mostraram significantes ($P < 0.05$) quanto ao poder discriminante. A primeira função foi responsável por 47,4% da discriminação entre as vocalizações consideradas nas análises, a segunda por 31% e a terceira por 21% da discriminação (Tabela 3).

Figura12 - Gráfico contrastando as funções discriminantes das vocalizações de *S. flavius*, geradas a partir das características físicas frequência máxima, amplitude, duração e Frequência de Máxima Energia medidas através de análises dos espectrogramas.

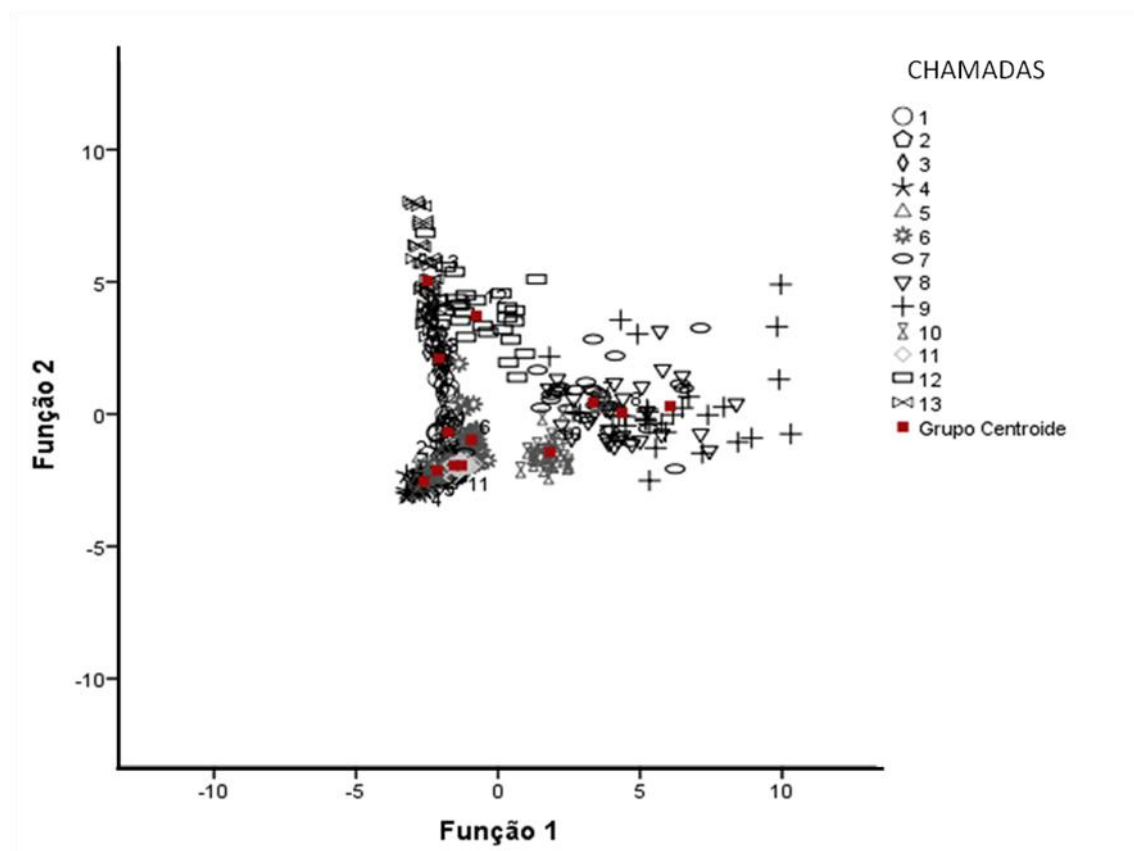


Tabela 2 - Categorização de vocalizações com validação cruzada deixando um fora (leave-one-out).

Chamadas	Vocalização prevista (% de classificação)													
	Huh-1var	Huh-2var	Huh-3var	Trill	Flick	Nosh	Sleck	Ghiu	Clack	Popped	Huh	Hoot	Howl	TOTAL (%)
Huh-1var	60,0	10,0	13,3	,0	,0	6,7	,0	,0	,0	,0	10,0	,0	,0	100,0
Huh-2var	,0	90,0	,0	3,3	6,7	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
Huh-3var	13,3	,0	73,3	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	13,3	100,0
Trill	,0	3,3	,0	66,7	26,7	,0	,0	,0	3,3	,0	,0	,0	,0	100,0
Flick	,0	30,0	,0	20,0	50,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
Nosh	16,7	,0	3,3	,0	,0	63,3	,0	,0	,0	,0	16,7	,0	,0	100,0
Sleck	,0	,0	,0	3,3	,0	,0	53,3	26,7	6,7	10,0	,0	,0	,0	100,0
Ghiu	,0	,0	,0	,0	,0	,0	26,7	56,7	10,0	6,7	,0	,0	,0	100,0
Clack	,0	,0	,0	,0	,0	,0	6,7	3,3	86,7	,0	,0	3,3	,0	100,0
Popped	,0	,0	,0	,0	,0	,0	6,7	,0	,0	93,3	,0	,0	,0	100,0
Huh	,0	10,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	90,0	,0	,0	100,0
Hoot	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	96,7	3,3	100,0
Howl	,0	,0	20,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	80,0	100,0

Tabela 3 - Teste de discriminância através da correlação canônica.

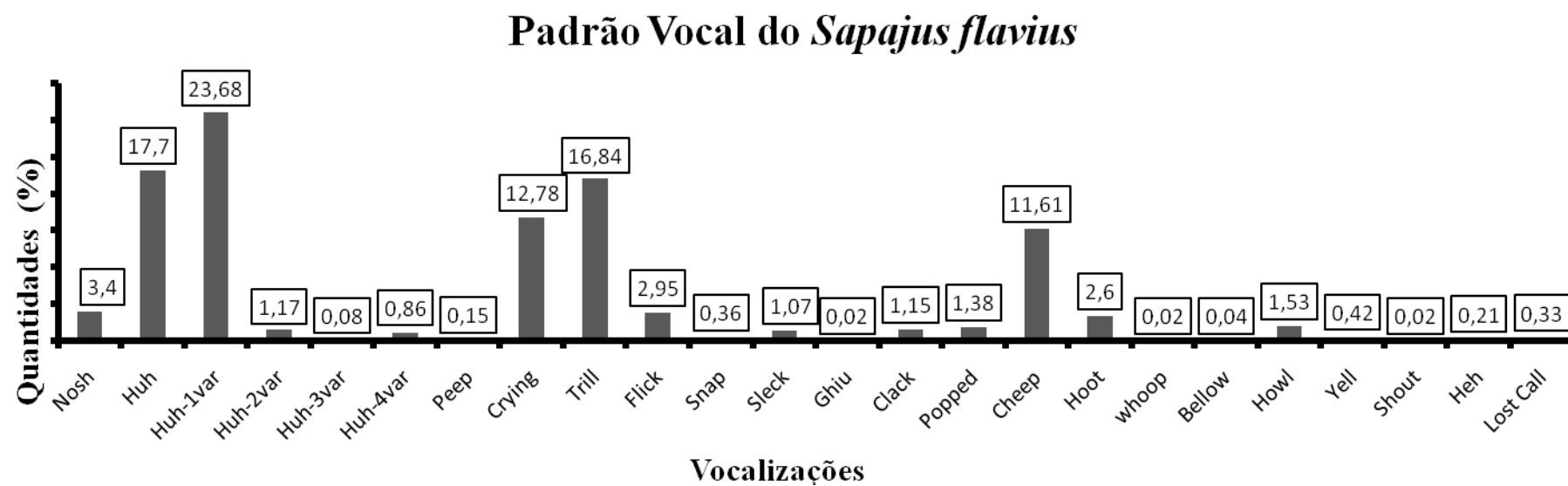
Função	Valores	% da variância	Variância acumulada %	Correlação canônica
1	8,030 ^a	47,4	47,4	0,943
2	5,246 ^a	31,0	78,3	0,916
3	3,657 ^a	21,6	99,9	0,886
4	0,013 ^a	0,1	100,0	0,112

^a = Primeira função discriminante canônica usada na análise.

2.3.2 Frequência de uso das vocalizações

O resultado padrão vocal da espécie *S. flavius* mostrou que houve uma variação significativa no uso das diferentes vocalizações emitidas pelos indivíduos ($N1 = 24$; $N2 = 5247$; $X^2 = 13397,18$; $GL = 23$; $p < 0.005$). Os macacos-prego galegos em estudo passam a maior parte do tempo emitindo as vocalizações *huh* e *huh-1* var, constando em $\cong 42\%$ das chamadas analisadas (Figura 13).

Figura 13 - Padrão vocal da espécie *S. flavius*.



2.4 Discussão

Como esperado, o repertório vocal do *Sapajus flavius* apresentou-se bastante rico e complexo, chegando a 25 vocalizações usados em diferentes contextos individuais e sociais. Ao compararmos com a outra espécie de macacos-prego que tem o repertório descrito, *Cebus capucinus*, vimos que a quantidade foi bem próxima, tendo este 27 vocalizações (GROS-LOUIS et al., 2008). Apesar da prevista semelhança na quantidade de chamadas, os repertórios dessas duas espécies apresentaram apenas cinco chamadas parecidas, os chamados *heh*, *trill*, *lost call*, *huh* e *huh-1var*. Outra espécie de macaco-prego que tem alguns sinais acústicos descritos em vida livre é o *C. olivaceus* (ROBINSON, 1984). O autor em seu trabalho descreveu 11 chamadas, porém sua metodologia estava voltada a apresentar apenas chamadas que se inter-relacionavam e a explicar como discriminá-las estatisticamente a partir dos seus parâmetros físicos e não na construção de um repertório vocal. Sendo assim, não podemos comparar quantitativamente as vocalizações. Apenas a vocalização *trill* descrita para o *C. olivaceus* é semelhante a do *S. flavius*.

Alguns trabalhos de vocalização com os gêneros *Cebus* e *Sapajus* relatam apenas chamadas específicas e não o repertório completo das espécies (BOINSKI, 1993, BOINSKI; CAMPBELL, 1995 e 1996; FICHTEL, et al., 2005; FREESE; OPPENNHEIMER, 1981; GROS-LOUIS, 2002; GROS-LOUIS, 2003; GROS-LOUIS, 2006). Freese e Oppennheimer (1981) relatam vocalizações pertencentes a quatro espécies de macacos-prego (*C. capucinus* – 17 chamadas; *C. albifrons* – 5 chamadas; *C. olivaceus* – 14 chamadas; e *S. apella* – 14 chamadas), porém eles fazem apenas uma descrição básica das vocalizações, não incluindo os seus parâmetros físicos, nem gerando os respectivos espectrogramas. O chamado tipo *heh*, foi encontrado em nosso estudo em um mesmo contexto descrito por Boinski (1993) e Gros-Louis et al. (2008) para o *C. capucinus*, durante um momento agonístico, ou seja, um momento agressivo sem contato físico. Segundo Boinski (1993) e Gros-Louis et al. (2008), esta chamada pode ser emitida por animais de todas as idades, sendo mais rara em infantes.

O *trill* é uma das vocalizações mais comuns dentre as chamadas conhecidas emitidas pelos macacos-prego (BOINSKI, 1993, BOINSKI; CAMPBELL, 1995 e 1996; FREESE; OPPENNHEIMER, 1981; GROS-LOUIS, 2002; GROS-LOUIS et al., 2008; ROBINSON, 1984), sendo para o *Sapajus flavius* a segunda vocalização mais comumente vocalizada (Figura 5). É classificada como uma vocalização de contato, ou seja, é vocalizada no momento de interação entre os animais (i.e. ao se aproximar de outro indivíduo). De acordo com Gros-Louis et al. (2008) ela pode ser emitida quando um animal vira-se de costas e

solicita subir em cima de outro macaco, até mesmo o próprio animal que oferece as costas para que o outro suba emite está chamada. Ainda os mesmos autores ressaltam que ela é igualmente emitida durante a catação, ou quando um indivíduo se aproxima de outro demonstrando interesse no alimento que o último está comendo. De acordo com Gros-Louis et al. (2008) ela é uma chamada rara para machos adultos e que essa é uma das primeiras vocalizações que os infantes produzem, assim como foi notificado por nós para o *S. flavius*, em que a maior parte das chamadas *Trill* gravadas foram emitidas por jovens.

A vocalização *lost call*, também denominada “*Arrawh*” por Freese e Oppenheimer (1981), foi considerada por Gros-Louis et al. (2008) como uma das mais altas em volume do repertório vocal do *Cebus capucinus*, podendo ser ouvida a $\leq 0,5$ km de distância do emissor em terreno arborizado. Os mesmos autores a descrevem como sendo a chamada emitida quando o animal está fora do contato visual do grupo ou quando o animal está respondendo à outra chamada perdida (i.e. *lost call*). Em *Sapajus flavius*, uma vocalização semelhante foi observada também com alto volume e semelhança no contexto da chamada, fazendo com que nós classificássemos com o mesmo nome, embora possuindo estruturas físicas diferentes (como visto no espectrograma da figura 9D).

As chamadas relacionadas com a alimentação foram as mais comuns encontradas no repertório vocal da espécie *Sapajus flavius*, como em *Cebus capucinus* (FREESE; OPPENNHEIMER, 1981; GROS-LOUIS et al., 2008). Tais vocalizações foram emitidas quando os indivíduos estavam se alimentando e/ou forrageando (Boinsk; CAMPBELL, 1996; FREESE; OPPENNHEIMER, 1981; GROS-LOUIS, 2006; GROS-LOUIS et al., 2008) e receberam o nome de *huh*, incluindo as suas variantes. Porém classificamos a chamada mais comum para alimentação para *S. flavius* de *Huh-1var*. Esta foi emitida sempre que o animal visualizou algum tipo de alimento e *Huh* denominamos a chamada associada ao forrageio com ou sem sucesso. Para *S. flavius*, *Huh-1var* foi a vocalização em maior quantidade gravada no decorrer do trabalho, cerca de 24% de todas as vocalizações gravadas no repertório e aproximadamente 94% das vocalizações referentes a categoria ‘*Chamadas associadas à alimentação*’. De acordo com Gros-Louis (2006) quando indivíduos adultos emitem *huh-1var*, o observador pode ouvi-la a uma distância de 100 a 150m. Essa chamada pode ser emitida por animais de todas as idades.

A chamada do tipo *Peep*, descrita por Gros-Louis et al. (2008), refere-se ao som emitido quando os animais solicitam catação à algum outro indivíduo, emitindo após se aproximar do outro ou deitado ao lado de algum integrante do grupo. Esta é uma chamada de

baixo volume e de difícil gravação, pois muitas vezes os ruídos de fundo impedem a gravação do som emitido pelos macacos, mesmo quando se utiliza um microfone unidirecional. De acordo com Gros-Louis et al. (2008) essa chamada é emitida por todas as classes de idade, porém, nós não conseguimos gravar os infantes vocalizando-a. Embora essa vocalização seja emitida no mesmo contexto descrito pelos autores acima, para *Sapajus flavius* o espectrograma de tal vocalização foi diferente. Gros-Louis et al. (2008) descreveram uma vocalização de deslocamento denominada de *Bursts*, informando que esta chamada é emitida quase que exclusivamente por adultos e que aparentemente funciona para iniciar o deslocamento e coordenar o grupo. Para *S. flavius* foram encontrados quatro tipos de chamadas diferentes relacionadas ao comportamento de deslocamento, porém, nenhuma dessas quatro assemelha-se quanto as características físicas e espectrograma a chamada *Bursts*. Mas esse fato não deve surpreender, em se tratando de espécies distintas.

O padrão vocal dos *Sapajus flavius* caracterizou-se pela maior quantidade de vocalizações relacionadas ao forrageio e alimentação, seguindo o comportamento vocal de muitas outras espécies de primatas diferentes, tais como *Cebus olivaceus* (ROBINSON, 1984); *C. capucinus* (GROS-LOUIS et al., 2008), *Cacajao melanocephalus* (BEZERRA et al., 2010a), *Callithrix jacchus* (BEZERRA; SOUTO, 2008) e *Saimiri sciureus* (WINTER; LATTA, 1966). Isso seria esperado para os animais estudados, visto que em 46,19% do padrão comportamental dos animais foi voltada para atividades relacionadas ao forrageio e à alimentação (*dados não publicados*).

Em geral nossos resultados mostraram que a partir das vocalizações dos *Sapajus flavius* podemos obter informações relevantes sobre esta espécie criticamente ameaçada, como o contexto comportamental, táxon e/ou idade dos animais. Visto que as vocalizações desses animais podem carregar essas informações, verifica-se o potencial do uso da bioacústica para monitoramento da espécie em ambiente natural e também em cativeiro. Dessa forma, os pesquisadores e responsáveis por centros de triagens de animais, zoológicos e áreas de conservação, podem utilizar essas informações para aferir uma série de informações que podem ser úteis para o bem-estar e a conservação dos *S. flavius*, sem a necessidade de processos invasivos.

2.5 Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todo o suporte oferecido pela Mineradora Cristal e pela Usina São José S/A. Em particular agradecemos aos Srs. Geraldo Moraes, Virgílio Gadelha Pinto, Marcos Silva, Rodrigo Costa e Roberto Siqueira. Agradecemos também ao Otoniel, João Maria e Sr. Lenilson pela ajuda fundamental como guia de campo nos fragmentos de Mata Atlântica das áreas de desenvolvimento do projeto. O presente projeto de pesquisa está de acordo com as leis brasileiras e possui licença SISBIO de número 25727-1. Financiadores desse projeto incluem a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), com uma bolsa de mestrado, número do processo: IBPG - 0119-2.04/11, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; Processo: 479483/2009-4), Margot Marsh Biodiversity Foundation, Rufford Small Grant, Mohamed bin Zayed Species conservation Grant, University of Louisville, University of Bristol, Universidade Federal de Pernambuco e Universidade Federal Rural de Pernambuco.

3. ESTRUTURA DA VOCALIZAÇÃO E INFORMAÇÃO INDIVIDUAL DO *Sapajus flavius*

Este artigo será submetido ao International Journal of Primatology. Ver anexo I para regras das revistas. Vale salientar que as figuras e tabelas do referido trabalho foram deixados no meio do texto desta dissertação de mestrado para facilitar a leitura e visualização pela banca examinadora. Entretanto, para submissão do artigo, as tabelas e as figuras serão passados para o final do texto, seguindo as normas da revista. As referências bibliográficas estão listadas ao final desta dissertação para evitar repetição. Entretanto, as mesmas serão tratadas separadamente para submissão do artigo. Este trabalho é parte de um projeto de pesquisa e conservação da espécie que inclui colaboradores de outras instituições de pesquisa. Dessa forma, além do meu orientador Prof. Dr. Antônio Souto, esse trabalho conta com o apoio e colaboração dos Prof^a. Dra. Bruna Bezerra (Universidade de Pernambuco), Prof^a, Nicola Schiel (Universidade Federal Rural de Pernambuco), Prof. Dr. Gareth Jones (University of Bristol), Profa. Dra. Perri Eason (University of Louisville), MSc. Camila Bione (Consultora Ambiental). Os referidos pesquisadores também serão listados com autores no artigo.

3.1 Introdução

O estudo das vocalizações dos animais pode revelar importantes aspectos sobre a biologia geral, comportamento e ecologia dos mesmos. Por exemplo, a estrutura física de sinais acústicos produzido pelos animais pode carregar informações sobre o táxon, o sexo, o tamanho corporal, a faixa etária e até mesmo o contexto comportamental em que os animais se encontram (e.g. BEZERRA et al., 2010a; CEUGNIET; IZUMI, 2004; POLLICK et al., 2005; GROS-LOUIS et al., 2008). Em algumas espécies de primatas, como os macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*), sagui-pigmeu (*Cebuella pygmaea*), lemur-de-cauda-anelada (*Lemur catta*), sagui-cabeça-de-algodão (*Saguinus oedipus*), macaco-verde (*Cercopithecus aethiops*), macaco-de-gibraltar (*Macaca sylvanus*), uacari-de-costas-douradas (*Cacajao melanocephalus*), indivíduos diferentes podem ser identificados através das características físicas dos sinais vocais (BEZERRA et al., 2010b; CHENEY; SEYFARTH, 1980; HAMMERSCHMIDT; TODT, 1995; MACEDÔNIA, 1986; SNOWDON; CLEVELAND, 1980; SNOWDON et al., 1983; SYMMES et al., 1979).

A bioacústica vem sendo utilizada como ferramenta para conservação, e existe o potencial da mesma como ferramenta para monitoramento de primatas em ambiente natural e em cativeiro. Por exemplo, indivíduos de uma determinada população podem ser monitorados ao longo dos anos de maneira não-invasiva, através da gravação de sinais acústicos (BRANDES, 2008; SILVA, 2008; TERRY; MCGREGOR, 2002). Em cativeiro, pode-se proporcionar enriquecimento ambiental a diversos animais, de diferentes espécies, através da apresentação de estímulos acústicos (OGDEN et al., 1994), assim como estímulos que possam desenvolver o aparecimento de um repertório vocal o mais próximo possível das condições naturais (DAHLHEIM, 1982).

Os primatas da espécie *S. flavius* está Criticamente Ameaçado de acordo com a IUCN (2013) e é uma das cinco espécies alvo do Plano Brasileiro de Ação para Conservação de Primatas Ameaçados no Nordeste (PAN-2012). A espécie está distribuída pelos estados de Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte (MASSETI; VERACINI, 2010; OLIVEIRA; LANGGUTH, 2006), mas era considerada extinta até 2006, quando foi redescoberta (OLIVEIRA; LANGGUTH, 2006). Informações sobre a biologia geral desses animais são muitas vezes inferidas a partir de estudos com outras espécies dos gêneros *Sapajus* e *Cebus* (espécies que até recentemente eram consideradas como membros do mesmo gênero, *Cebus* - ver ALFARO et al., 2012), não havendo nenhuma informação sobre a bioacústica desses animais. Dessa forma, o presente estudo possibilitará um aumento do

conhecimento sobre a comunicação vocal da espécie, assim como proporcionará o fornecimento de uma ferramenta que pode ser utilizada em estratégias voltadas para o seu bem-estar e conservação. E tem como principal objetivo investigar se vocalizações do *Sapajus flavius*, macaco prego galego, carregam informações sobre o animal emissor do sinal.

3.2 Metodologia

3.2.1 *Áreas de estudo*

O presente trabalho foi conduzido em duas áreas. A primeira em cativeiro, localizado no Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) que tem sua sede na Mata do Amém, em Cabedelo-PB (SOUZA, 2000). Esses Centros são empreendimentos autorizados pelo IBAMA e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que possuem autonomia para darem um destino correto a animais silvestres procedentes das ações das fiscalizações, resgates ou entregas voluntárias. O CETAS pode atuar na recepção, identificação, marcação, triagens, avaliação, recuperação, reabilitação e destino dos animais recolhidos (IBAMA, 2013). Ao CETAS foram realizadas cinco idas, duas em maio/2009, uma em outubro/2009 e duas em maio/2010, totalizando 38 horas no local de trabalho. Os animais foram devidamente adaptados à presença do observador e identificados.

O segundo local selecionado foi a Associação dos Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN) (S06°33'32.1" WO35°07'56.5"), localizado em Mamanguape-PB. A ASPLAN é um instituto representativo da classe dos plantadores de cana, fundado em 27/05/1957, que defende os interesses dos seus associados nos domínios públicos e privados. Cultiva uma área de aproximadamente 40.000 ha de cana, gerando cerca de 50.000 empregos diretos e indiretos em toda zona litorânea e brejo do estado da Paraíba. Além da atividade canavieira, são produtores de abacaxi, inhame, mamão, mandioca, agroflorestais, bovinocultura de corte e leite, piscicultura, aquicultura, suinocultura, avicultura e outros (ASPLAN, 2007). O fragmento em estudo possui aproximadamente 300 ha de Mata Atlântica circundado por um monocultivo de cana-de-açúcar. Na Mata da ASPLAN, a coleta estendeu-se de junho a novembro de 2009. Ao todo foram realizadas 72 idas a campo. A permanência diária no local do estudo foi de aproximadamente 12 horas, totalizando 864 horas. Para auxílio nas observações dos animais, foi crucial o uso de binóculo, máquina fotográfica e filmadora. Para contribuir na aproximação do grupo de *S. flavius*, foi escolhido um ponto para colocação diária de alimentos, como: milho, maçãs, bananas e cenouras. A escolha da área de ceva foi influenciada por encontros do grupo no local, frequentes visualizações de marcas das suas

mãos e pés deixadas na areia e restos de cana-de-açúcar abandonados pelos mesmos no chão ou nos galhos de árvores próximas à plantação.

3.2.2 Animais

Os macacos-prego galegos cativos foram devidamente adaptados à presença do observador e identificados por suas marcas naturais e colares de identificação. Para evitar influência da faixa etária, foram gravadas e analisadas apenas vocalizações de adultos. Em todas as idas ao CETAS, foram realizadas gravações, sendo estas efetuadas próximo à grade dos recintos (>2m de distância, diminuindo assim, influência da dispersão do som nas análises), com os microfones apontados para o indivíduo a ser gravada a vocalização (Tabela 4).

Tabela 4 - Indivíduos utilizados nas gravações das vocalizações.

ANIMAL	SEXO/IDADE	DATA
Barba Ruiva	Macho/sub-adulto	05/2009; 10/2009
Mendigo	Macho/adulto	05/2009; 10/2009
Dono	Macho/adulto	05/2009; 10/2009; 05/2010
Mica	Macho/adulto	05/2009; 10/2009; 05/2010
Ceará	Macho/sub-adulto	05/2010
Coitada	Fêmea/sub-adulto	05/2010
Mamona	Fêmea/adulto	05/2010
Dupé	Macho/adulto	05/2010
Vizinho	Macho/adulto	05/2010
Vizinho II	Macho/adulto	05/2010

No desenvolver do trabalho em campo, foi encontrado um grupo com seis indivíduos da espécie *S. flavius* no fragmento de Mata localizado na ASPLAN (Tabela 5), com os quais, após um intenso mês de habituação, foram realizadas as gravações no ponto de ceva. A habituação dos animais contribuiu muito para a identificação dos mesmos e permitiu uma maior proximidade aos indivíduos. A fim de se evitar stress aos animais com ato de uma captura, os mesmos foram identificados de acordo com suas marcas naturais, como tamanho, cicatrizes, coloração da pelagem e outras características individuais (Schiel et al., 2008). Assim, foi provocada uma menor interferência possível em seu comportamento natural, facilitando o desenvolvimento do projeto.

Tabela 5 - Descrição dos seis indivíduos da espécie *Sapajus flavius*.

INDIVÍDUOS	DESCRIÇÃO
Negresco	Macho alfa; possui pelugem do corpo castanho-claro; corpo robusto; barbela pronunciada; pelugem da cabeça amarelo-claro; adulto.
Caramelo	Cicatrizes na face; pelugem do corpo amarelo-escuro; pelugem da cabeça bastante amarela; adulto.
Guaraná	Duas manchas brancas na face; pelugem uniforme bem amarelada; grande porte; adulto.
Toddy	Cauda com anéis transversais de cor mais escura; corpo amarelo-escuro uniforme; cabeça com a pelugem amarelo-claro; adulto.
Cocada	Pequeno porte; pelugem do corpo uniforme amarelo-escuro; jovem.
Pipoca	Coloração da pelugem uniforme e amarelo-claro; pequeno porte; jovem.

3.2.3 Gravação do som

Para as gravações das vocalizações, utilizou-se o gravador digital portátil Zoom H4 (ZOOM Corporation[®]). O H4 foi ajustado para gravar a uma taxa de amostragem de até 48 kHz. Os microfones utilizados em cativeiro foram os que acompanham o próprio aparelho, tornando mais fácil o manuseio durante as gravações por dispensar o uso de microfone externo e cabo. Os microfones do H4 apresentam uma frequência de resposta linear entre 150 Hz e 18 kHz (± 3 dB) (GRAMMERSTORFF, 2007). O trabalho em campo exigiu o uso de um microfone externo, que permitisse ao observador gravar a uma maior distância dos animais e diminuir o ruído de fundo. Adotou-se, portanto, o microfone direcional Sennheiser (Sennheiser[®]) com a cápsula K6 e o módulo ME66, além de uma espuma de proteção contra o vento. O microfone é indicado por possuir portabilidade, funcionar com bateria e apresentar adequada rejeição dos sons laterais e posterior. Os sons foram monitorados através de um fone de ouvido com frequência linear de 20Hz a 20kHz. Todas as vocalizações, depois de transferidas para o computador, foram analisadas e os respectivos espectrogramas construídos por meio do programa BatSound 3.31 (Pettersson Elektronik, Uppsala, Suécia).

Objetivando verificar se as vocalizações dos animais carregariam informações características do indivíduo emissor da vocalização, foi selecionada apenas uma chamada

específica para análises dos parâmetros físicos, observadas em ambos ambientes, sendo esta referida ao contexto de alimentação (i.e. *huh-1var*). De acordo com os repertórios descritos para macacos-prego, esta é a vocalização mais comumente encontrada (GROS-LOUIS et al., 2008; ROBINSON, 1984; ver capítulo 1 desta dissertação para uso das vocalizações do *Sapajus flavius*).

3.2.4 Análise estatística

Para a análise estatística utilizamos o programa SPSS versão 20.0 e Excel (Microsoft Corporation). Foram analisadas onze categorias: Frequência de Máxima Energia (FME), a Frequência mais alta (F.MÁX.), a Frequência mais baixa (F.MÍN.), amplitude (Δ), a Frequência inicial (F.I), a Frequência final (F.F), duração do início da vocalização até a frequência mais alta ($D_{\text{inicial-FM}}$), duração do início da frequência mais alta até o final da vocalização ($DFM_{\text{-final}}$), o tempo de duração da vocalização (Dur.), número de harmônicas (NH) e o intervalo entre as harmônicas (IBH), utilizando o programa BatSound 3.31. Foram calculados a média e o desvio padrão das características físicas da vocalização *huh-1var* do repertório vocal dos *Sapajus flavius* adultos (Tabela 6; Tabela 9). Uma análise de discriminância foi realizada para constatar se a estrutura física das vocalizações carregaria informação sobre a identidade dos indivíduos em ambiente natural e de cativeiro. Este teste examina a porcentagem de vocalizações que foram corretamente categorizadas (CEUGNIET; IZUMI, 2004; ROBINSON, 1984). Os resultados da análise de discriminância são apresentados com e sem validação cruzada.

O teste estatístico foi realizado com quatro indivíduos adultos diferentes em campo e quatro indivíduos adultos em cativeiro, tendo cada um contribuído com dez vocalizações para a amostra final. Em todas as análises utilizou-se como estatisticamente significativo o $p \leq 0.05$. A fim de se reduzir as chances de Erro Tipo I e, portanto, categorização objetiva errada das vocalizações, utilizamos apenas quatro variáveis (a FME, Amplitude, Duração e o Número de harmônicas), ou seja, aproximadamente 1/3 das características físicas disponíveis (e.g. BERGER-TAL et al., 2008; KAZIAL et al., 2001;). Essas variáveis são comumente usadas para distinguir diferentes sinais acústicos de primatas (BEZERRA; SOUTO 2008; GROS-LOUIS et al., 2008; NORCROSS; NEWMAN 1993).

3.3 Resultados

3.3.1 Análise de discriminância

A vocalização *Huh-1*var contribuiu significativamente para identificação dos indivíduos das duas áreas de trabalho, comprovando que a chamada carrega informações peculiares e características do emissor.

- Animais de vida livre

Classificamos corretamente 85% das vocalizações subjetivamente categorizadas (n=40, 10 exemplares de quatro indivíduos; Tabela), atingindo 70% com validação cruzada “deixando um fora” (Figura 14). Todas as vocalizações dos indivíduos atingiram $\geq 60\%$ de classificação correta, com exceção de Toddy (50%) (Tabela 7). A análise de discriminância diferenciou significativamente entre os diferentes tipos de vocalização usando os parâmetros físicos: frequência máxima (Wilk's $\lambda=0,446$, $p<0.005$), amplitude (Wilk's $\lambda=0,357$, $p<0.005$) e duração (Wilk's $\lambda=0,515$, $p<0.005$). O parâmetro NH não contribuiu para a discriminação das vocalizações (Wilk's $\lambda=0,896$, $p>0.05$). A função 1 de discriminância contribuiu com 95,2% da variância entre as vocalizações (Tabela 8).

Figura 14 - Análise de discriminância canônica, baseado na função 1 e na função 2, entre quatro indivíduos de acordo com a estrutura física da vocalização *Huh-1*var (1 = Negresco; 2 = Caramelo; 3 = Guaraná; 4 = Toddy).

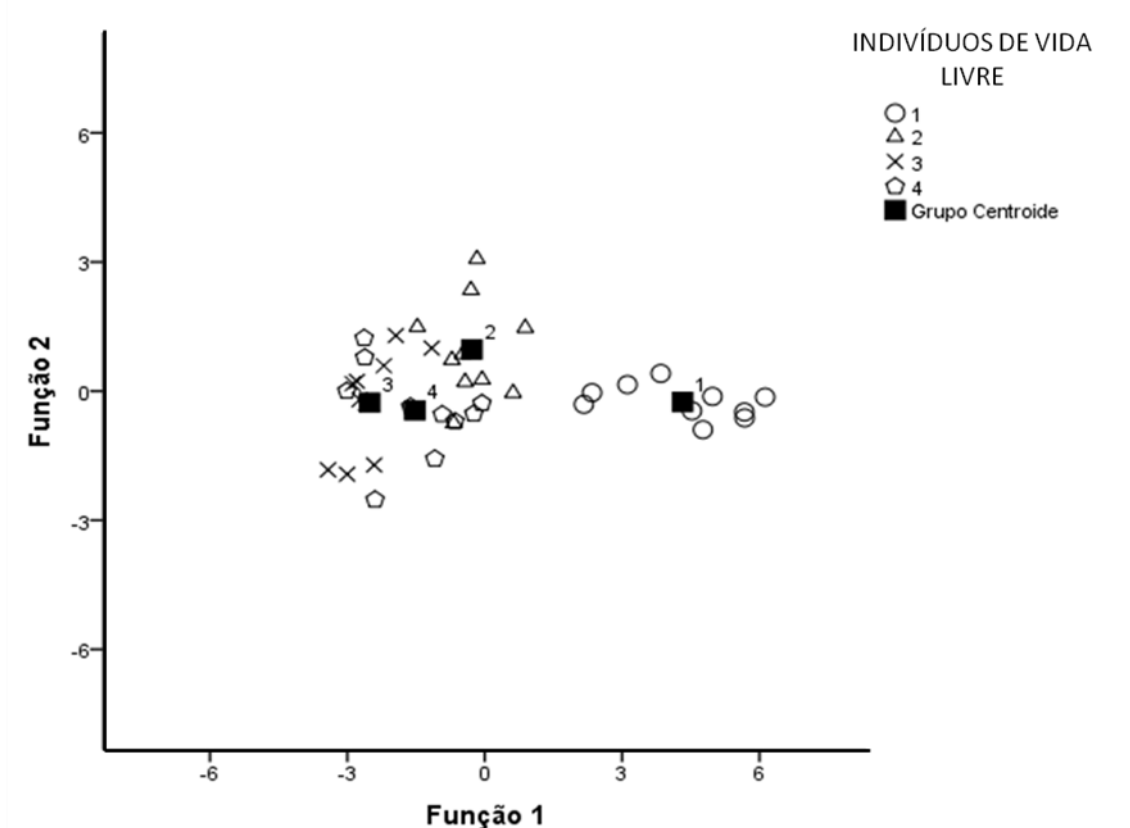


Tabela 6 - Características físicas da vocalização *huh*-1var emitidas pelos *Sapajus flavius* em vida livre.

Características físicas (Média ± erro padrão) dos animais de vida livre												
Chamadas	N1	FME	↑	↓	Δ	←	→	Dur _{inicial} ↑	Dur _{final} ↑	Dur	NH	IBH
<i>Negresco</i>	10	0,19±0,01	1,39±0,04	0,81±0,03	0,58±0,08	1,04±0,03	1,02±0,02	2,9±1,91	46,3±3,36	49,2±3,05	1±0	1,79±0,04
<i>Caramelo</i>	10	1,35±0,02	1,41±0,02	1,15±0,03	0,26±0,02	1,23±0,02	1,18±0,03	1,9±1,9	191,7±24,6	193,6±24,55	1,6±0,31	1,95±0,17
<i>Guaraná</i>	10	1,39±0,02	1,43±0,02	1,25±0,01	0,18±0,02	1,33±0,02	1,29±0,02	20,8±14,9	165,3±21,55	186,1±20,19	1,3±0,15	2,02±0,22
<i>Toddy</i>	10	1,35±0,03	1,4±0,03	1,21±0,02	0,19±0,02	1,24±0,02	1,23±0,03	19,6±6,31	124,3±21,88	143,9±23,21	1,20±0,25	0,93±0,16

N1 = número de chamadas analisadas. Frequência de Máxima Energia (FME), a Frequência mais alta (↑), a Frequência mais baixa (↓), amplitude (Δ), a Frequência inicial (←), a Frequência final (→), duração do início da vocalização até a frequência mais alta (Dur_{inicial} ↑), duração do início da frequência mais alta até o final da vocalização (Dur_{final} ↑), o tempo de duração da vocalização (Dur), número de harmônicas (NH), intervalo entre as harmônicas (IBH). As frequências foram medidas em kHz e o tempo em ms.

Tabela 7 - Categorização de quatro indivíduos de vida livre (com validação cruzada) de acordo com características físicas da vocalização *huh*-1var.

Indivíduo	Indivíduo previsto (% de classificação)				
	<i>Negresco</i>	<i>Caramelo</i>	<i>Guaraná</i>	<i>Toddy</i>	Total (%)
<i>Negresco</i>	80,0	20,0	0	0	100,0
<i>Caramelo</i>	0	90,0	0	10,0	100,0
<i>Guaraná</i>	0	20,0	60,0	20,0	100,0
<i>Toddy</i>	0	10,0	40,0	50,0	100,0

Tabela 8 - Teste de discriminância através da correlação canônica de animais em vida livre.

Função	Valores	% da variância	Variância acumulada %	Correlação canônica
1	7,609 ^a	95,2	95,2	0,940
2	0,352 ^a	4,4	99,6	0,510
3	0,35 ^a	4	100,0	0,184

^a = Primeira função discriminante canônica usada na análise.

- Animais cativos

Classificamos corretamente 82,5% das vocalizações subjetivamente categorizadas (n=40, 10 exemplares de quatro indivíduos; Tabela 10), atingindo 77,5% com validação cruzada “deixando um fora” (Figura 15). Todas as vocalizações dos indivíduos atingiram $\geq 60\%$ de classificação correta (Tabela 10). A análise de discriminância diferenciou significativamente entre os diferentes tipos de vocalização usando os parâmetros físicos: frequência máxima (Wilk's $\lambda = 0,241$ $p < 0.005$), amplitude (Wilk's $\lambda = 0,375$, $p < 0.005$) e Número de harmônicas (Wilk's $\lambda = 0,154$, $p < 0.005$). O parâmetro Duração não contribuiu para a discriminação das vocalizações (Wilk's $\lambda = 0,893$, $p > 0.005$). A função 1 de discriminância contribuiu com 83% da variância entre as vocalizações (Tabela 11).

Tabela 9 - Características físicas da vocalização *huh*-1var emitidas pelos *Sapajus flavius* em cativeiro.

Características físicas (Média ± erro padrão) dos animais de vida livre												
Chamadas	N1	FME	FMÁX	FMÍN	Δ	FI	FF	Dur _{inicial} ↑	Dur _{final} ↑	Dur	NH	IBH
<i>Barba Ruiva</i>	10	1,07±0,06	1,13±0,06	0,9±0,05	0,23±0,02	0,95±0,06	1,01±0,05	69,1±24,34	201±18,28	270,1±28,02	3,3±0,15	0,73±0,07
<i>Dono</i>	10	1,43±0,04	1,51±0,05	1,23±0,03	0,28±0,02	1,25±0,04	1,35±0,05	71,9±16,68	147,6±15,98	219,5±28,49	0,5±0,22	0,43±0,18
<i>Mendigo</i>	10	1,51±0,03	1,58±0,03	1,3±0,03	0,28±0,02	1,34±0,03	1,44±0,04	111,3±22,94	215,7±39,77	327±58,22	1±0,15	0,98±0,11
<i>Mica</i>	10	1,75±0,04	1,85±0,05	1,34±0,01	0,51±0,04	1,55±0,04	1,42±0,04	81,4±22,58	157,7±26,95	239,1±33,54	1±0	1,15±0,09

N1 = número de chamadas analisadas. Frequência de Máxima Energia (FME), a Frequência mais alta (FMÁX), a Frequência mais baixa (FMÍN), amplitude (Δ), a Frequência inicial (FI), a Frequência final (FF), duração do início da vocalização até a frequência mais alta (Dur_{inicial} ↑), duração do início da frequência mais alta até o final da vocalização (Dur_{final} ↑), o tempo de duração da vocalização (Dur), Número de harmônicas (NH), Intervalo entre as harmônicas (IBH). As frequências foram medidas em kHz e o tempo em ms.

Tabela 10 - Categorização de quatro indivíduos de cativeiro (com validação cruzada) de acordo com características físicas da vocalização *huh*-1var.

Indivíduo	Indivíduo previsto (% de classificação)				
	<i>Barba Ruiva</i>	<i>Dono</i>	<i>Mendigo</i>	<i>Mica</i>	Total (%)
<i>Barba Ruiva</i>	100,0	0	0	0	100,0
<i>Dono</i>	10,0	60,0	30,0	0	100,0
<i>Mendigo</i>	0	40,0	60,0	0	100,0
<i>Mica</i>	0	0	10,0	90,0	100,0

Figura 15 - Análise de discriminância canônica, baseado na função 1 e na função 2, entre quatro indivíduos de acordo com a estrutura física da vocalização *huh-1var* (1 = Barba Ruiva; 2 = Dono; 3 = Mendigo; 4 = Mica).

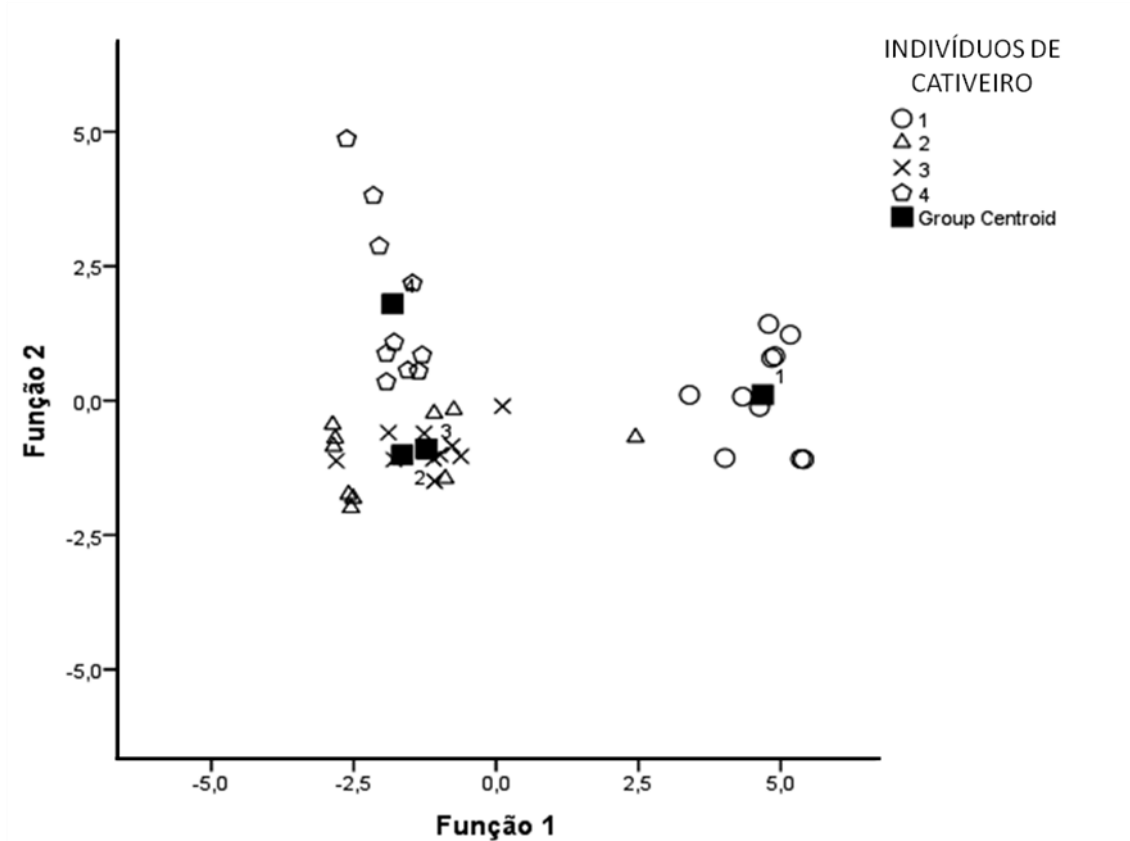


Tabela 11 - Teste de discriminância através da correlação canônica de animais em cativeiro.

Função	Valores	% da variância	Variância acumulada %	Correlação canônica
1	8,171 ^a	83,0	83,0	0,944
2	1,410 ^a	14,3	97,3	0,765
3	0,263 ^a	2,7	100,0	0,456

^a = Primeira função discriminante canônica usada na análise.

3.4 Discussão

Muitos estudos demonstram que primatas podem variar as chamadas direcionadas a alimentação de acordo com a quantidade ou a qualidade de alimento (CAINE et al., 1995; CALL, 2004; CLARK; WRANGHAM, 1993; HAUSER; MARLER, 1993; GROS-LOUIS, 2006; GROS-LOUIS, 2003; ROUSH; SNOWDON, 1999;). Ao utilizarmos a vocalização referente ao contexto de alimentação *huh-1*var dos animais de vida livre e cativos, nos foi possível verificar que a chamada carrega informação sobre a identidade dos indivíduos. Segundo Ceugniet e Izumi (2004), os primatas, a fim de reconhecerem-se individualmente, utilizam a visão, a vocalização ou pistas olfativas. O reconhecimento individual pela vocalização exige diferenças acústicas individuais. Alguns trabalhos têm demonstrado diferentes características da voz em indivíduos de várias classes de vertebrados, como anfíbios (BEE et al., 2001), aves (HUTCHISON et al., 1968; ROBISSON et al., 1993) e mamíferos, incluindo os primatas não-humanos (BEZERRA et al., 2010b ; GOLDMAN et al., 1995). Muitos estudos analisaram as características acústicas de chamadas em primatas não-humanos, demonstrando diferenças individuais, assim como nós evidenciamos para o *S. flavius* neste trabalho.

Symmes et al. (1979), estudando a vocalização do *Saimiri sciureus*, afirmam que, a partir da análise dos parâmetros físicos e comportamentais dos chamados *Peeps*, os indivíduos podem ser identificados. Eles também sugerem que, provavelmente, as mães aprendem a reconhecer a voz dos filhos a partir do momento em que estes descem de suas costas por alguns momentos e começam a vocalizar. Os autores acreditam que o contato visual que as mães têm dos filhotes vocalizando tornaria possível tal aprendizagem. Seguindo essa linha de pesquisa Cheney e Seyfarth (1980) mostraram, em um estudo com a espécie *Cercopithecus aethiops*, que as fêmeas podem distinguir os gritos das suas proles dos gritos dos outros imaturos, assim como estes reconhecem a voz das duas mães. Hammerschmidt e Todt (1995) também relataram um reconhecimento individual em *Macaca sylvanus*, uma vez que as mães ou outros membros do grupo aprendem e reconhecem as características de sinais vocais específicos de cada um dos jovens. Estudos mais aprofundados sobre a vocalização de jovens e as respostas dos adultos para aqueles ainda não existem para o *S. flavius* e esperamos que possam ser realizados no futuro.

Snowdon e Cleveland (1980), estudando as chamadas de contato do sagui-pigmeu (*Cebuella pygmaea*), afirmaram que existe um reconhecimento individual a partir das características acústicas de cada uma das duas chamadas de contato emitidas, ou seja,

asseguram que os indivíduos são capazes de se reconhecerem mutuamente pela voz. Os autores ressaltam que esse tipo de estudo é um feito importante na comunicação entre espécies sociais. As variantes de *long calls* são percebidas como diferentes pelos primatas e estes obtêm respostas funcionalmente diferentes (SNOWDON et al., 1983). Snowdon et al. (1983), realizando um estudo com *long calls* do *Saguinus oedipus* (sagui-cabeça-de-algodão), demonstraram que nestes indivíduos ocorre uma diferença na estrutura e nos contextos dos *long calls* emitidos e afirmam que tal chamada transmite características individuais dos emissores. Além disso, esses mesmos autores ainda sugerem que os saguis-cabeça-de-algodão não apenas detectam, respondem e discriminam chamadas entre seu grupo, como também detectam e discriminam as de outros grupos. Macedônia (1986) realizou a primeira análise da individualidade vocal em primatas prossímios (lemur-de-cauda-anelada, *Lemur catta*) e, através de uma comparação entre os parâmetros físicos das vocalizações de contato da espécie, foi possível se concluir que existe uma discriminação individual na vocalização de cada um deles.

Gros-Louis (2006) descreve em seu trabalho realizado em campo, com o *Cebus capucinus*, a vocalização *Huh*. Esta pesquisadora relata em seu estudo que esta é uma vocalização muito frequente e que depois deste chamado os indivíduos são atraídos para uma fonte de alimento, inclusive animais cujo alimento encontra-se fora do seu campo visual. Ela concluiu que os tipos de chamadas utilizadas pelo *C. capucinus* contêm informações respectivas ao tipo de alimento, quantidade e disponibilidade, atraindo um número maior de indivíduos (GROS-LOUIS, 2003; GROS-LOUIS, 2006). Nesses trabalhos a autora não cita reconhecimento do indivíduo vocalizador, apenas ressalta o reconhecimento da informação do chamado. Em primatas as diferentes categorias de vocalização não são apenas codificadas pelas diferenças das estruturas dos sinais auditivos, mas também pelas características individuais, sexuais, de identificação grupal e do estado de motivação do emissor (GHAZANFAR; HAUSER, 2001). Pode-se, então, perceber a importância da comunicação vocal para o reconhecimento grupal e individual, já que este tem considerável implicação para a evolução do comportamento social (TRIVERS, 1971). Além disso, o conhecimento sobre a vocalização dos primatas, em particular, pode também contribuir para estudos da taxonomia dos mesmos (SNOWDON, 1993).

Através da vocalização *huh*-1var de *S. favius* adultos foi possível identificar o indivíduo vocalizador, evidenciando assim, o potencial das vocalizações do *S. flavius* como ferramenta para o monitoramento de indivíduos a longo prazo em ambiente natural e cativeiro. Parece-

nos de suma importância que seja realizado um aprofundamento no estudo sobre a identidade do emissor em outras vocalizações da espécie, incluindo vocalizações de longa distância. Dessa forma, poder-se-ia criar uma ferramenta efetiva de monitoramento dos animais, quando estes não estivessem ao alcance visual do pesquisador. Seria importante serem realizados novos estudos sobre o tema, acrescentando-se o *playback* de vocalizações para a confirmação desta hipótese de reconhecimento individual entre os membros do grupo, inclusive fazendo-se uso de outras vocalizações. Chamados que atingem longas distâncias (e.g. *lost call*), por exemplo, seriam bons candidatos para esses estudos, pois podem ter grande importância na coordenação e estruturação dos grupos sociais, como é o caso do *C. capucinus* (GROS-LOUIS et al., 2008). Embora estudos mais aprofundados precisem ser realizados, acredita-se que o *S. flavius* apresente um sistema social complexo, conhecido como fissão-fusão, em que o grupo de macacos se divide em subgrupos durante o dia, permitindo a exploração de recursos em uma área maior (AMICI et al., 2008; BASTOS *observação pessoal*; NAKAI, 2007; SYMINGTON, 1990). Dessa forma, os estudos sobre as informações contidas em vocalizações de longo alcance seriam importantes para o fornecimento de dados sobre a ecologia e comportamento social do *S. flavius*.

3.5 Agradecimentos

Agradecemos a todo o suporte oferecido pela ASPLAN e pelo CETAS ter permitido nosso acesso durante a coleta de dados para o trabalho. Em particular agradecemos Mônica Montenegro e Paulo Guilherme Wagner. Agradecemos aos financiadores dos projetos: a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela bolsa de mestrado (Processo: IBPG–1730–2.05/08), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; Processo: 479483/2009-4), a duas bolsas de PIBIC-CNPq (Processo: 118382/2008-0; e Processo: 123976/2009-0) e as Universidade Federal de Pernambuco e Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio físico análise dos dados.

REFERÊNCIAS

- ALFARO, J. W. L. et al. Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography*. 39: 277-288. 2012.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*. 49: 227-267. 1974.
- AMICI, F. et al. Variation in withholding of information in three monkey species. *Proceedings of the Royal Society*. 276: 3311-3318. 2009.
- ASPLAN. 2013. Associação de Plantadores de Cana da Paraíba. Disponível em: <<http://www.asplanpb.com.br/>>. Acesso em: 20 maio 2013.
- ARAGÃO, M. J. Civilização animal: a etologia numa perspectiva evolutiva e antropológica. Editora da União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade-USEB, Pelotas. 205p. 2006.
- AURICHIO, P. Primatas do Brasil. Editora Terra Brasilis. São Paulo. 168p. 1995.
- BASTOS, M. Levantamento de sinais acústicos em *Cebus flavius* (Primates, Cebidae) em cativeiro. Monografia (UFRPE) Departamento de Biologia-UFRPE. Recife. 47p. 2010.
- BAPTISTA, L. F.; GAUNT, S. L. L. Bioacoustics as a tool in conservation studies. In: Clemmons, J. R. e Buchholz, R. (editores). *Behavioral approaches to conservation in the wild*. Cambridge: Cambridge University Press. 1997.
- BEE, M. A. et al. Individual variation in advertisement calls of territorial male green frogs, *Rana clamitans*: Implications for individual discrimination. *Ethology*. 107: 65-84. 2001.
- BELIN, P. et al. Human temporal-lobe response to vocal sounds. *Cognitive Brain Research*. 13:17-26. 2002.
- BENNET-CLARK, H. C. Size and scale effects as constraints in insect sound communication. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 353: 407-419. 1998.
- BERGEY, C.; PATEL, E. R. A preliminary vocal repertoire of the greater bamboo lemur (*Prolemur simus*): classification and contexts. *Nexus*. 1: 69-84. 2008.
- BERGEL-TAL, O. et al. Echolocation calls produced by Kuhl's pipistrelles in different flight situations. *Journal of Zoology*. 274: 59-64. 2008.
- BEZERRA, B. M.; SOUTO, A. The structure and usage of the vocal repertoire of common marmosets. *International Journal of Primatology*. 29: 671-701. 2008.
- BEZERRA, B. M. et al. Vocalizations of wild common marmosets are influenced by diurnal and ontogenetic factors. *Primates*. 50: 231-237. 2009.

- BEZERRA, B. M. et al. Vocal repertoire of wild golden-backed uakaris (*Caracajao melanocephalus*): call structure and usage. *International Journal of Primatology*. v.31. 5: 759-778. 2010a.
- BEZERRA, B. M. et al. Responses of golden-backed uakaris, *Cacajao melanocephalus*, to call playback: implications for surveys in the flooded Igapó Forest. *Primates*. 51:327-336. 2010b.
- BICCA-MARQUES, J. C. Ordem Primates. In: *Mamíferos do Brasil*. N. R. Reis; A. L. Peracchi; W. A. Pedro; I. P. Lima (editores). Curitiba: Gráfica Oficial do Estado do Paraná e Sociedade Brasileira de Zoologia. 101-148 p. 2006.
- BIONE, C. B. C. Comportamento de forrageio e utilização de ferramentas pelo *Cebus flavius* (primates: cebidae) na natureza. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 66p. 2011.
- BOINSKI, S. Vocal coordination of troop movement among white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*. *American Journal of Primatology*. v. 30. 2: 85-100. 1993.
- BOINSKI, S.; CAMPBELL, A. F. Use of trill vocalizations to coordinate troop movement among white-faced capuchins - a 2nd field-test. *Behaviour*. 132: 875-901. 1995.
- BOINSKI, S.; CAMPBELL, A. F. The *Huh* vocalization of white-faced capuchins: a spacing call disguised as a food call? *Ethology*. 102: 826-840. 1996.
- BOINSKI, S. et al. Terrestrial predator alarm vocalizations are a valid monitor of stress in captive brown capuchins (*Cebus apella*). *Zoo Biology*. 18, 295-312. 1999.
- BOTTINO, F. et al. Influência do dimorfismo sexual sobre a morfologia da siringe de galinha d'angola (*Numida meleagris*). *Ciência Rural*. v. 36. n. 5. p. 1424-1428. 2006.
- BRANDES, T. S. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International*. 18:163-173. 2008.
- BURGER, A. E.; LAWRENCE, A. D. Census of wedge-tailed shearwaters, *Puffinus pacificus*, and Audubon's shearwaters, *P. lherminieri*, on Cousin Island, Seychelles using call-playback. *Marine Ornithology*. 29: 57-64. 2001.
- CAINE, N.G. et al. Factors affecting the rates of food calls given by red-bellied tamarins. *Animal Behaviour*. 50: 53-60. 1995.
- CALL, J. Inferences about the location of food in the great apes (*Pan paniscus*, *Pan troglodytes*, *Gorilla gorilla*, and *Pongo pygmaeus*). *Journal of Comparative Psychology*. 118: 232-241. 2004.

- CANALE, G. R. et al. First record of tool use by wild populations of the yellow-breasted capuchin monkey (*Cebus xanthosternos*) and new records for the bearded capuchin (*Cebus libidinosus*). *American Journal of Primatology*. 71: 366-372. 2009.
- CASAGRANDE, R. A. et al. Toxoplasmose em primatas neotropicais: estudo retrospectivo de sete casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. v. 33. n. 1. p: 94-98. 2013.
- CASTELLOTE, M.; FOSSA, F. Measuring acoustic activity as a method to evaluate welfare in captive beluga whales (*Delphinapterus leucas*). *Aquatic Mammals*. 32: 325-333. 2006.
- CEUGNIET, M; IZUMI, A. Individual vocal differences of the coo call in Japanese monkeys. *Ethology*. 327: 149-157. 2004.
- CHENEY, D. L.; SEYFARTH, R. M. Vocal Recognition in free-ranging vervet monkeys. *Animal Behaviour*. 28: 362-367. 1980.
- CHENEY, D. L.; SEYFARTH, R. M. How vervet monkeys perceive their grunts: field playback experiments. *Animal Behaviour*. 30: 739-751. 1982.
- CLARK, A. P.; WRANGHAM, R. W. Acoustic analysis of wild chimpanzee pant hoots: Do Kibale Forest chimpanzees have an acoustically distinct food arrival pant hoot? *American Journal of Primatology*. v. 31. 2: 99-109. 1993.
- CLAY, Z. e Zuberbuhler, K. Food-associated calling sequences in bonobos. *Animal Behaviour*. XXX. 1-10. 2009.
- COSTA et al. Análise morfológica comparativa das glândulas cutâneas de cheiro do sagüi de tufo-branco (*Callithrix jacchus*) e do sagüi de tufo-preto (*Callithrix kuhlii*) (*Callithrichidae*, *Primates*). *Biotemas*. v.20. 2: 65-72. 2007.
- CUOMO, R. et al., Ultrasonic vocalization as an indicator of emotional state during active avoidance learning in rats. *Life Sciences*. v. 50. pp. 1049-1055. 1992.
- DAHLHEIM, M. E. A classification and comparison of vocalizations of captive killer whales (*Orcinus orca*). *Journal Acoustical Society of America*. v. 72. 3: 661-670. 1982.
- DARWIN, C. The expression of the emoticons in man and animals. Tradução GARCIA, L. S. L. A expressão das emoções nos homens e nos animais. Prefácio Lorenz, K. São Paulo. Companhia das Letras. 343p. 2009. 1872.
- DI BITETTI, M. S. Food-associated calls of tufted capuchin monkey (*Cebus apella nigritus*) are functionally referential signals. *Behaviour*. 140: 565-592. 2003.
- DI BITETTI, M. S.; JANSON, C. H. Social foraging and the finder's share in capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Animal Behaviour*. 32: 470-477. 2001.

- FALÓTICO, T. Uso de ferramentas por macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) no Parque Nacional Serra da Capivara – PI. Tese (Tese em Psicologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 172p. 2011.
- FICHTEL, C. et al. Alarm calls of white-faced capuchin monkeys: an acoustic analysis. *The Association for the Study of Animal Behaviour*. 70: 165-176. 2005.
- FRAGASZY, M. D. et al. The complete capuchin: the biology of the genus *Cebus*. Cambridge University Press, Cambridge. 339p. 2004.
- FRAGASZY, M. D.; VISALBERGHI, E. Social influences on the acquisition of tool-using behaviors in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*. 103: 159-170. 1989.
- FREESE, C.; OPPENHEIMER, J. R. The capuchin monkeys, genus *Cebus*. In: Coimbra-Filho, A. F. e Mittermeier, R. A. (editores.). *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*, vol. 1. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 331-390p. 1981.
- FREITAG, F. B.; PESSOA, D. A. M. Effect of luminosity on color discrimination of dichromatic marmosets (*Callithrix jacchus*). *Journal of the Optical Society of America A*. v. 29. n. 2. p. A216-A222. 2012.
- GAMMERSTORFF, G. Wer gibt den Ton an? Video Aktiv Digital, 3: 94-98. 2007.
- GARBER, P. A. et al. Experimental field study of hand preference in wild black-horned (*Cebus nigritus*) and white-faced capuchins (*Cebus capucinus*): evidence for individual and species differences. *Animal Cognition*. 11: 401-411. 2008.
- GARDNER, R. A.; GARDNER, B. T. Teaching sign language to a chimpanzee. *Science*. v. 165. 3894: 664-672. 1969.
- GAUTIER, J. P.; GAUTIER, A. Communication in old world monkeys. In T. Sebeok (Editor), *How animals communicate* (pp. 890-964). Bloomington: Indiana University Press. 1977.
- GHAZANFAR, A. A. et al. Auditory looming perception in rhesus monkeys. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 99:15755-15757. 2002.
- GHAZANFAR, A. A.; LOGOTHETIS, N. K. Facial expressions linked to monkey calls. *Nature*, 423, 937-938. 2003.
- GHAZANFAR, A. A.; RENDALL, D. Evolution of human vocal production. *Current Biology*. 18: 457-460. 2008.
- GILBERT G. et al. Vocal individuality as a census tool: practical considerations illustrated by a study of two rare species. *Journal of Field Ornithology*. 65: 335-349. 1993.

- GOLDMAN, J. A. et al. An acoustic basis for maternal recognition in timber wolves (*Canis lupus*)? *Journal of the Acoustical Society of America*. 97: 1970-1973. 1995.
- GOMES, U. R. et al. Color vision perception in the capuchin monkey (*Cebus apella*): a re-evaluation of procedures using Munsell papers. *Behavioural Brain Research*. 129: 153-157. 2002.
- GRANDIN, T. Handling methods and facilities to reduce stress on cattle. *The veterinary clinics of North America. Food animal practice*. 14: 325-41. 1998.
- GRANDEIRO, M. R. Classificação vocal: aspectos anatômicos e fisiológicos. Monografia (Especialista em voz) – CEFAC – Curso de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. 19p. 1999.
- GROS-LOUIS, J. Contexts and behavioral correlates of trill vocalizations in wild white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *American Journal of Primatology*. 57: 189-202. 2002.
- GROS-LOUIS, J. The function of food-associated calls in white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*, from the perspective of the signaler. *The Association for the Study of Animal Behaviour*. 67: 431-440. 2003.
- GROS-LOUIS, J. Acoustic analysis and contextual description of food-associated calls in white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *International Journal of Primatology*. 27: 273-294. 2006.
- GROS-LOUIS, J. et al., Vocal repertoire of *Cebus capucinus*: acoustic structure, context, and usage. *International Journal of Primatology*. 29: 64-670. 2008.
- GUNST, N. et al. Acquisition of foraging competence in wild brown capuchins (*Cebus apella*), with special reference to conspecifics' foraging artefacts as an indirect social influence. *Behaviour*. 145: 195-229. 2007.
- HAMMERSCHMIDT, K. e TODT, D. Individual differences in vocalizations of young Barbary macaques (*Macaca sylvanus*): a multi-parametric analysis to identify critical cues in acoustic signaling. *Behaviour*. 132: 381-399. 1995.
- HAMMERSCHMIDT, K.; FISCHER, J. The vocal repertoire of barbary macaques: A quantitative analysis of a graded signal system. *Ethology*. 104: 203-216. 1998.
- HAUSER, M. D.; MARLER, P. Food-associated calls in rhesus macaques (*Macaca mulatta*): I. Socioecological factors. *Behavioral Ecology*. 4: 194-205. 1993.
- HENDERSON, E. E. et al. The behavioral context of common dolphins (*Delphinus* sp.) vocalizations. *Marine Mammal Science*. 28: 439-460. 2012.

- HENZI, S. P.; BARRETT, L. The Value of Grooming to Female Primates. *Primates*. 40 : 47-59. 1999.
- HERSHKOVITZ, P. Living new world monkeys (Platyrrhini): with an introduction to primates. vol 1. Chicago: The University of Chicago Press. 1132p. 1977.
- HEYMANN, E. W. The neglected sense-olfaction in primate behavior, ecology, and evolution. *American Journal of Primatology*, 68, 519-524. 2006.
- HUTCHISON, R. E. et al. The basis for individual recognition by voice in the sandwich tern (*Sterna sandvicensis*). *Behaviour*. 32: 150-157. 1968.
- IBAMA. 2013. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em: 07 maio 2013.
- IUCN. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 07 maio 2013.
- JANSON, C. H.; DI BITETTI, M. S. Experimental analysis of Food detection in capuchin monkeys: effects of distance, travel speed, and resource size. *Behavior Ecology Sociobiology*. 41: 17-24. 1997.
- KAZIAL, K. A. et al. Individual and group variation in echolocation calls of big brown bats, *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Mammalogy*. 82: 339-351. 2001.
- LELIVELD, L. M. C. et al. Acoustic correlates of individuality in the vocal repertoire of a nocturnal primate (*Microcebus murinus*). *Journal of the Acoustical Society of America*. 129: 2278–2288. 2011.
- LUDWING, G. et al. Comportamento de obtenção de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), mandioca, por *Cebus nigritus* (Goldfuss) (Primates, Cebidae) como uma adaptação alimentar em períodos de escassez. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23: 888-890. 2006.
- LUTHER, D. The influence of the acoustic community on songs of birds in a Neotropical Rain Forest. *Behavioral Ecology*. 20:864-871. 2009.
- MA, J. et al. Vocal communication in adult greater horseshoe bats, *Rhinolophus ferrumequinum*. *Journal of Comparative Physiology A*. 192: 535-550. 2006.
- MACEDÔNIA, J. M. Individuality in a contact call of the ringtailed lemur (*Lemur catta*). *American Journal of Primatology*. 11: 163-179. 1986.
- MANTEUFFEL et al. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. 88: 163-182. 2004.

- MANNU, M.; OTTONI, E. B. The enhanced tool-kit of two groups of wild bearded capuchin monkeys in the caatinga: tool making, associative use, and secondary tools. *American Journal of Primatology*. 71: 242-251. 2009.
- MARCO, A. P.; VISALBERGHI, E. The repertoire and social function of facial displays in *Cebus capucinus*. *International Journal of Primatology*. 29: 469-486. 2008.
- MÁRQUEZ, R. et al. Los sonidos de los animales: una forma de su identidad. The sounds of animals: an identity. *Quercus*. 399: 34-44. 2011.
- MASSETI, M.; VERACINI, C. The first record of Marcgrave's capuchin in Europe: South American monkeys in Italy during the early sixteenth century. *Archives of Natural History*. 37: 91-101. 2010.
- MATHESON, M. D., et al. Response to novel housing in two groups of captive tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Primates*. 46: 235-240. 2005.
- MAURUS, M. et al. Interrelations between structure and function in the vocal repertoire of *Saimiri*. Asking the monkeys themselves where to split and where to lump. *European Archives of Psychiatry and Neurological Sciences*. 236: 35-39. 1986.
- MCCOMB, K.; SEMPLE, S. Coevolution of vocal communication and sociality in primates. *Biology Letters*. 1: 381-385. 2005.
- MCCOWAN, B.; ROMMECK, I. Bioacoustic monitoring of aggression in group-housed rhesus macaques. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 9: 261-268. 2006.
- MELLO, C. V. Mapping vocal communication pathways in birds with inducible gene expression. *Journal of Comparative Physiology A*. 188: 943-959. 2002.
- MENDES-PONTES, A. R. M. et al. A new species of capuchin monkey, genus *Cebus* Erxleben (Cebidae, Primates): found at the very brink of extinction in the Pernambuco Endemism Centre. *Zootaxa*. 1200: 1-12. 2006.
- MONTENEGRO, M. M. V. Ecologia de *Cebus flavius* (Schreber, 1774) em remanescentes de Mata Atlântica no estado da Paraíba. Universidade de São Paulo. Escola superior de agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de energia nuclear na agricultura. These de doutorado. 133p. 2011.
- MORGAN, K. N.; TROMBORG, C. T. Sources of stress in captivity. *Applied Animal Behaviour Science*. 102: 262-302. 2007.
- MOURA, A. C. A.; LEE, P. C. Wild capuchins show male-biased feeding Tool Use. *International Journal of Primatology*. 31: 457-470. 2010.

- NAKAI, E. S. Fissão-fusão em *Cebus nigritus*: flexibilidade social como estratégia de ocupação de ambientes limitantes. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. SP. 116p. 2007.
- NAPIER, J. R; NAPIER, P. H. The natural history of the Primates. Cambridge: The MIT Press. 200p. 1996.
- NELSON, M. C. Sound production in the cockroach, *Gromphadorhina portentosa*: The sound-producing apparatus. *Journal of Comparative Physiology*. 132: 27-38. 1979.
- NORCROSS, J. L.; NEWMAN, J. D. Context and gender-specific differences in the acoustic structure of common marmoset (*Callithrix jacchus*) phee calls. *American Journal of Primatology*. 30: 37-54. 1993.
- NUNES, A. B. et al. Comportamento de estridulação em *Heilipus odoratus* Vanin e Gaiger (Coleoptera, Curculionidae, Molytinae). *Revista Brasileira de Entomologia*. v. 53. (3): 334-336. 2009.
- OGDEN, J. J. et al. A preliminary study of the effects of ecologically relevant sounds on the behaviour of captive lowland gorillas. *Applied Animal Behaviour Science*. 39: 163-176. 1994.
- OLIVEIRA, M. M.; LANGGUTH, A. Rediscovery of McGrave's capuchin monkey and designation of a neotype for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). *Boletim do Museu Nacional*, 523. 2006.
- OLSSON, I. A. S.; WESTLUND, K. More than numbers matter: The effect of social factors on behaviour and welfare of laboratory rodents and non-human primates. *Applied Animal Behaviour Science*. 103: 229-254. 2007.
- OTTONI, E. B.; IZZA, P. Capuchin monkey tool use: overview and implications. *Evolutionary Anthropology*. 17: 171-178. 2008.
- PALOMBIT, R. A. A preliminary study of vocal communication in wild long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). I. Vocal repertoire and call emission. *International Journal of Primatolog.*, v.13. 2: 143-182.
- PAN. 2012. Plano de Ação Nacional para a Conservação de Primatas do Nordeste. Disponível em <www.icmbio.gov.br>. Acessado em: 05 maio 2013.
- PEREIRA, S. M. F. A influência da bioacústica na evolução da ciência em Portugal. Interface da bioacústica e monitorização da biodiversidade. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 78p. 2011.
- PHILLIPS, K. A. Tool use in wild capuchin monkeys (*Cebus albifrons trinitatis*). *American Journal of Primatology*. 46: 259-261. 1998.

- PINTO, M. C. M. Padrão comportamental de um grupo de macacos-prego (*Cebus appella cay Illiger*, 1815) no Parque Estadual Matas do Segredo, Campo Grande (MS). *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Departamento de Ecologia. 53p. 2006.
- POLLICK, A. S. et al. Audience effects on food calls in captive brown capuchin monkeys, *Cebus apella*. 70: 1273-1281. 2005.
- PREMACK, D. Language in chimpanzee? *Science*. 172: 808-822. 1971.
- RANGE, F.; FISCHER, J. Vocal repertoire of sooty mangabeys (*Cercocebus torquatus atys*) in the Taï National Park. *Ethology*. 110: 301-32. 2004.
- RATCLIFFE, N. et al., Development of playback census methods for storm petrels, *Hydrobates pelagicus*. *Bird Study*. 45: 302-312. 1998.
- READER, S. M.; LALAND, K. N. Primate innovation: Sex, age and social rank differences. *International Journal of Primatology*. 22:787-805. 2001.
- RENDALL, D. et al. Vocal recognition of individuals and kin in free-ranging rhesus monkeys. *Animal Behaviour*. 51:1007-1015. 1996.
- RENDALL, D. et al. The meaning and function of grunt variants in baboons. *Animal Behaviour*. 57:583-592. 1999.
- RESENDE, B. D.; OTTONI, E. B. Brincadeira e aprendizagem do uso de ferramentas em macacos-prego (*Cebus apella*). *Estudos de Psicologia*. 7: 173-180. 2002.
- RESENDE et al. Ontogeny of manipulative behavior and nut-cracking in young tufted capuchin monkeys (*Cebus paella*): a Perception–action perspective. *Developmental Science*. 11: 828-840. 2008.
- ROBINSON, J. G. Syntactic structures in the vocalizations of wedge-capped capuchin monkeys, *Cebus olivaceus*. *Behaviour*. 90: 46-79. 1984.
- ROBINSON, P. et al. Individuality in the voice of the emperor penguin *Aptenodytes forsteri*: adaptation to a noisy environment. *Ethology*. 94: 279-290. 1993.
- ROSE, L. M. et al. Interspecific interactions between *Cebus capucinus* and other species: Data from three Costa Rican sites. *International Journal of Primatology*. 24: 759-796. 2003.
- ROUSH, R.; SNOWDON, C. T. The effects of social status on food-associated calling behavior in captive cotton-top tamarins. *Animal Behaviour*. 58: 1299-1305. 1999.
- RUKSTALIS, M. et al. Social change affects vocal structure in a Callitrichid Primate (*Callithrix kuhlii*). *Ethology*. 109: 327-340. 2003.

- RUKSTALIS, M; FRENCH, J. A. Vocal buffering of the stress response: exposure to conspecific vocalizations moderates urinary cortisol excretion in isolated marmosets. *Hormones and Behavior*. 47: 1–7. 2005.
- SAVAGE-RUMBAUGH, S. Spontaneous symbol acquisition and communicative use by pygmy chimpanzees (*Pan paniscus*). *Journal of Experimental Psychology*. General. 115: 3:211-235. 1986.
- SCHIEL, N. et al. A stress-free method of identifying common marmosets (*Callithrix jacchus*) in the wild pp.147-153. In: A Primatologia no Brasil - 9 (S.F. Ferrari e J. Rímoli, Eds.) Aracaju, Sociedade Brasileira de Primatologia, Biologia Geral e Experimental – UFS. 2008.
- SCHRADER, L; TODT, D. Vocal quality is correlated with levels of stress hormones in domestic pigs. *Ethology*. 104: 859-876. 1998.
- SCHRAUF, C. et al. Do capuchin monkeys use weight to select hammer tools? *Animal Cognition*. 11: 4413-422. 2008.
- SEMPLE, S; HIGHAM, J. Primate signals: current issues and perspectives. *American Journal of Primatology*. 75: 613-620. 2013.
- SILVA, W. T. Desenvolvimento de um sistema para estimativa de bem-estar a partir de dados de vocalização de suínos. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 108p. 2008.
- SILVA, T. C. F. Estudo da variação na pelagem e da distribuição geográfica em *Cebus flavius* (Schreber, 1774) e *Cebus libidinosus* (Spix, 1823) do Nordeste do Brasil. *Dissertação de Mestrado*. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia – UFPB. João Pessoa. 69p. 2010.
- SNOWDON, C. T.; CLEVELAND, J. Individual recognition of contact calls by pygmy marmosets. *Animal Behaviour*. 28: 717-727. 1980.
- SNOWDON, C. T. et al. Responses to context- and individual-specific cues in cotton-top tamarin long calls. *Animal Behaviour*. 31: 92-101. 1983.
- SOUTO, A. et al. Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task. *Biology Letters*. 7: 532-535. 2011.
- SOUZA, E. A. Mata da Amém, Cabedelo-PB: Possibilidades de co-gestão. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 161 p. 2000.
- STEVENSON, M. F.; POOLE, T. B. An ethogram of the common marmoset (*Calithrix jacchus jacchus*): general behavioural repertoire. *Animal Behaviour*. 24: 428-451. 1976.

- SYMINGTON, M. M. Fission-fusion social organization in *Ateles* and *Pan*. *International Journal of Primatology*. v. 11. 1: 47-61. 1990.
- SYMMES, D. et al. Individuality and stability of isolation *Peeps* in squirrel monkeys. *Animal Behaviour*. 27: 1142-1152. 1979.
- TAIGEN, T. L. e Wells, K. D. Energetics of vocalization by an anuran amphibian (*Hyla versicolor*). *Journal Comparative Physiology B*. 155: 163-170. 1985.
- TERRY, A. M. R. et al. The role of vocal individuality in conservation. *Frontiers in Zoology*. 2: 10-16. 2005.
- TERRY, A. M. R. e McGregor, P. K. Census and monitoring based on individually identifiable vocalizations: the role of neural networks. *Animal Conservation*. 5: 103-111. 2002.
- TIDDI, B. et al. Social relationships between adult females and the alpha male in wild tufted capuchin monkeys. *American Journal of Primatology*. 73: 812-820. 2011.
- TU, H. et al. Learned vocalizations in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*): The relationship between contact calls and warble song. *Journal Acoustical Society of America*. 129: 2289-2297. 2011.
- UBANI, B. Spontaneous use of tools by wedge-capped capuchin monkeys (*Cebus olivaceus*). *Folia Primatologica*. 70: 172-174. 1999.
- VERBEEK, P. e Waal, F. B. M. Postconflict behavior of captive brown capuchins in the presence and absence of attractive food. *International Journal of Primatology*. 18: 703-725. 1997.
- VERGNE, A. L. et al. Acoustic communication in crocodilians: from behaviour to brain. *Biological Reviews*. 84: 391-411. 2009.
- VISALBERGHI E. Acquisition of nut-cracking behavior by two capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Folia Primatologica*. 49:168-181. 1987.
- VISALBERGHI, E. Tool Use in *Cebus*. *Folia Primatologica*. 54: 146-154. 1990.
- VISALBERGHI et al. Characteristics of hammer stones and anvils used by wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) to crack open palm nuts. *American Journal of Physical Anthropology*. 132: 426-444. 2007.
- WAGA, I. C. et al. Spontaneous tool use by wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the cerrado. *Folia Primatologica*. 77: 337-344. 2006.
- WATTS, J. M.; STOOKEY, J. M. Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. 67: 15-33. 2000.

- WESTERGAARD, G. C.; SUOMI, S. J. Use of a tool-set by capuchin monkeys (*Cebus apeila*). *Primates*. v. 34. 4: 459-462. 1993.
- WHEELER, B. C. Selfish or altruistic? An analysis of alarm call function in wild capuchin monkeys, *Cebus apella nigritus*. *Animal Behaviour*. v. 76. 5: 1465-1475. 2008.
- WESTERGAARD, G. C. et al. Ant-gathering with tools by Captive Tufted Capuchins (*Cebus apella*). *International Journal of Primatology*. v. 18. 1: 95-103. 1997.
- WESTERGAARD, G. C. et al. Manipulative of captive *Cebus albifrons*. *International Journal of Primatology*. v. 20. 5: 751-759. 1998.
- WINTER, P. et al. Vocal repertoire of the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*), its analysis and significance. *Experimental Brain Research*. 1: 359-384. 1966.
- WYSOCKI, L. E.; LADICH, F. The ontogenetic development of auditory sensitivity, vocalization and acoustic communication in the labyrinth fish *Trichopsis vittata*. *Journal Comparative Physiology A*. 187: 177-187. 2001.
- YAMAMOTO, M. E. Comportamento social do gênero *Callithrix* em cativeiro. In: RYLANDS, B. A.; BERNARDES, T. A. (editores). *A Primatologia no Brasil*. v. 3. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 1991.
- YANG, T. et al. Breaking chaotic secure communication using a spectrogram. *Physics Letters A*. v. 247. 1-2: 105-111. 1998.
- ZUBERBUHLER, K. Language Evolution: The origin of meaning in primates. *Current Biology*. v. 16. 4: 123-125. 2006.

ANEXOS A - Normas da Revista International Journal of Primatology