

OLGA CAMILA DA SILVA

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PROPAGAÇÃO DO *PHEE-  
CALL* DO SAGUI-COMUM EM CAATINGA E MATA ATLÂNTICA NO  
NORDESTE DO BRASIL**

**Recife**

**2013**

OLGA CAMILA DA SILVA

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PROPAGAÇÃO DO *PHEE-  
CALL* DO SAGUI-COMUM EM CAATINGA E MATA ATLÂNTICA NO  
NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como partes dos requisitos para obtenção do título de mestre.

**Orientador:**

Prof. Dr. Antonio da Silva Souto

**Co-orientadoras:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Bruna Martins Bezerra

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nicola Schiel

**Recife**

**2013**

OLGA CAMILA DA SILVA

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PROPAGAÇÃO DO *PHEE-CALL* DO SAGUI-COMUM EM CAATINGA E MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Dr. Antonio da Silva Souto (Orientador/Presidente)  
Departamento de Biologia – UFPE

---

Prof. Dr. Carlos Daniel Pérez (Examinador Externo)  
Zoólogo/CAV - UFPE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Adélia Borstelmann de Oliveira (Examinadora Externa)  
Primatóloga/UFRPE

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rachel Maria de Lyra-Neves (Examinadora Interna)  
Ecóloga/Departamento de Biologia - UFRPE

---

Prof. Dr. Wallace Rodrigues Telino Junior (Suplente)  
Ecólogo/Departamento de Biologia - UFRPE

Recife, 29 de julho de 2013.

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a Deus, a minha vó Maria (*in memoriam*) e a todas as pessoas que contribuem para o crescimento da ciência e da conservação da natureza.

## EPÍGRAFE

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

## AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar presente em minha vida e por oportunizar todas as experiências que contribuíram para o meu crescimento acadêmico e espiritual, pela criação de toda a fauna, flora e fatores abióticos que assim fez meu campo e minha morada. A minha vó Maria (in *memorian*) por todo exemplo de simplicidade, prestatividade, amor e sabedoria. A minha mãe Jacinta por todos os ensinamentos e pela garra na criação minha e dos meus irmãos. Aos meus irmãos Érico, Cíntia, Roberta e Fernando por toda a cooperação e amor em toda a minha caminhada. Aos meus sobrinhos Jônatas, Matheus, Mariana (in *memorian*), Camila e Joãozinho e a minha afilhada Nanda por me mostrarem em seus sorrisos que a vida é muito mais bonita e simples do que os nossos olhos possam enxergar. Ao meu tio Nequinho (que é como um pai para mim) por toda a sua paciência, conselhos sobre a vida, seu acolhimento e por todas as piadas que fizeram os dias mais alegres. Enfim, agradeço a toda a minha família que procuraram compreender a minha ausência constante e me ofereceram suporte para que eu pudesse continuar em minhas atividades, aos que ainda virão a ser da minha família e a todos os agregados.

Aos meus três queridos orientadores, Tonho, Bibi e Niki, que compreenderam as minhas limitações, me motivaram para cada etapa vencida, e tiveram paciência durante a minha caminhada. Cada um deles tiveram papéis distintos, mas que no final me sustentaram como um verdadeiro tripé. Agradeço por toda a amizade, companheirismo e ensinamentos. E espero que possamos compartilhar novos projetos e desafios.

A minha grande equipe de campo, formada por Robson e a minha pessoa. Tenho a certeza que foi uma convivência bastante prazerosa e única. Às vezes nós guerreávamos como crianças, porém por ausência de alternativa tínhamos que restabelecer o contato o mais breve possível. Foi com ele que tive os momentos mais engraçados e divertidos na Chapada do Araripe. E toda a sua ajuda e companheirismo foram imprescindíveis para conclusão do trabalho.

Aos chefes da APA- Araripe e da FLONA- Araripe por todo o suporte e consentimento da pesquisa executada, e ao todo o suporte imprescindível oferecido pelo ICMBIO na FLONA. Ao grande Doutor Gilmar pelos conhecimentos em campo, por toda a simplicidade e prestatividade de um bom sertanejo. Agradeço aos seguranças, em especial ao Baixinho e ao Capitão por toda a amizade e pelos maravilhosos almoços compartilhados, a Thiago pelas caronas com fretes (a única que não foi fretada, o carro bateu) e a seu Luiz por todas as conversas boas e histórias antigas da FLONA. Agradeço a todos os brigadistas da turma de 2012 por cuidarem muito bem da floresta contra as queimadas, em especial ao do posto da Casa Santa Rita Galego, Ticiano, Genilson e Cói por toda a amizade, caronas e por oportunizar a experiência de apagar o fogo da FLONA, que foi muito dignificante e ímpar para a minha vida.

Aos moradores do Riacho da Cachoeira, distrito de Jardim-CE. Em especial a Dona Jó com suas histórias divertidas, ao senhor Joaquim que ainda me apresentou boa parte da Caatinga, a Érika e Dona Selma com toda a gentileza e corações lindos, enfim, essa família que me acolheu em sua casa, me oferecendo além da moradia e uma excelente alimentação, além da amizade que levarei para sempre em meu coração.

A Rúbia Alana por toda a ajuda no campo e por toda a amizade, aos meninos do Caldas, em especial a Israel por todo o suporte nas coletas dos dados. Aos meus queridos amigos do mestrado, em especial a Robson Soares, Carina, Neto Dornelas, Sofia (a muñeca), Karina, Jullio e Pedro por todo o companheirismo e muitas vezes pelas madrugadas cedidas para me auxiliar em meu trabalho. Aos meus amigos de graduação, em especial a Aurélia Helena, Robson Soares, Mirella Peixoto, Laís pipoca, Helga Caetano, Juliana Arandas e Edvaldo Júnior por todo o auxílio e dúvidas tiradas e as orações para a concretização do meu mestrado, e a toda a Família Canalhidae por todo carinho apoio nessa minha jornada. Aos amigos também da graduação Rafael Côrrea por todas as orações, pensamentos positivos, ajuda no inglês e nas minhas dúvidas rotineiras e Eliseu Pessoa por toda ajuda em cima da hora e pela realização do mapa. Aos meus amigos do ensino médio e do pré-vestibular Juliana Araújo, Eslaine Félix, Camila Lira, Jackeane Magalhães, Leonardo Lima, Laís França, Laís Celeste, Rosa Helena, Aninha, Tathiane, Élenn, Delly e Tácia por toda a força que sempre me deram, pela amizade e orações concedidas. Aos meus amigos do ensino fundamental Jennifer Laatst, Léo Nascimento, Pollianny Lopes e Marcelo França por toda a torcida pela minha conclusão.

Toda essa etapa não teria sido igual nem gratificante, se as pessoas que passaram pelo meu caminho não tivessem sido essas citadas acima, e tantas outras que contribuiram, mas que infelizmente não pude citar o nome de todos, seja por razões de espaço ou por escolha de deixá-las apenas em meu coração. Porque como diz Gonzaguinha em Caminhos do Coração: “E aprendi que se depende sempre/ De tanta, muita, diferente gente/ Toda pessoa sempre é as marcas/ Das lições diárias de outras tantas pessoas/ E é tão bonito quando a gente entende/ Que a gente é tanta gente onde quer que a gente vá/ E é tão bonito quando a gente sente/ Que nunca está sozinho por mais que pense estar”.

## SUMÁRIO

<b>LISTAS DE FIGURAS</b>	IX
<b>RESUMO GERAL</b>	X
<b>ABSTRACT</b>	X
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>	11
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	13
2.1 Bioacústicas: breve história	13
2.3 A Bioacústica com enfoque na propagação do som	14
2.4 Comunicações nos animais	16
2.5 Espécies em estudo	17
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	18
<b>ARTIGO: UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PROPAGAÇÃO DO <i>PHEE-CALL</i> DO SAGUI COMUM EM AMBIENTE DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE DO BRASIL</b>	24
<b>Resumo</b>	25
<b>Abstract</b>	25
<b>Introdução</b>	26
<b>Material e Métodos</b>	27
Área de estudo	27
Coleta de dados	28
Análise de dados	30
<b>Resultados</b>	30
Propagação da chamada longa (Phee call) dentro de um mesmo bioma em diferentes períodos.	30
Propagação da chamada longa (Phee call) nos dois diferentes biomas e em diferentes períodos ao longo das distâncias.	31
Estrutura da vegetação	32
<b>Discussão</b>	32
<b>Agradecimentos</b>	35
<b>Bibliografia</b>	36
<b>ANEXO 1: Normas do Periódico)</b>	38
<b>ANEXO 2: Figuras dos Sonogramas)</b>	44
<b>ANEXO 3: Figuras dos Gráficos)</b>	47



## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

### ARTIGO: UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PROPAGAÇÃO DO *PHEE CALL* DO SAGUI COMUM EM CAATINGA E MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE DO BRASIL

Figura 1	Sagui comum ( <i>Callithrix jacchus</i> ) emitindo um <i>phoe call</i> .	13
Figura 2-A	Área da Caatinga que está inserida na APA Araripe (CE).	28
Figura 2-B	Área da Mata Atlântica que está inserida na APA Beberibe (PE).	28
Figura 3	Representações gráficas (sonogramas) das regravações do <i>phoe call</i> na Caatinga e na Mata Atlântica no período seco e chuvoso e de acordo com as distâncias de 10, 20, 40 e 60 metros da fonte sonora.	44
Tabelas 4	Comparação das mudanças nas características físicas referentes à amplitude, amplitude da frequência, frequência de máxima energia e duração do <i>phoe call</i> ao longo das distâncias (10, 20, 40 e 60 metros) da fonte sonora entre a Caatinga e a Mata Atlântica (períodos: seco e chuvoso).	47

## 1. RESUMO GERAL

O interesse pelo estudo da comunicação animal vem crescendo substancialmente nos últimos anos. Sabe-se que a ordem *Primates* possui um rico sistema de comunicação, permitindo-lhes, através deste, a obtenção de uma vasta gama de informações. *Callithrix jacchus*, comumente chamado sagui comum, é um pequeno primata neotropical que ocorre tanto em ambientes úmidos (Mata Atlântica e Mata Úmida) como em ambientes de clima seco (Caatinga e Cerrado). São animais que possuem uma considerável plasticidade de adaptação ao seu meio. Estudos que tratam da propagação de sons de uma mesma espécie, que tenha se adaptado em habitar biomas distintos, como o *C. jacchus*, ainda são ausentes. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo principal realizar um estudo inovador ao avaliar a forma pela qual um dos principais sons produzidos pelo *C. jacchus* (o *phoe*, chamada longa em forma de assobio) se propaga em dois habitat diferentes (Caatinga e Mata Atlântica), durante as estações de seca e chuva. Dentro de cada ambiente, foram selecionados três pontos. Em cada ponto, gravação do *playback* a 10, 20, 40, 60, 80, 120 e 160 metros de distância do ponto emissor do som, contudo, só foram avaliados estatisticamente até os 60 metros de distância. Os sons foram transmitidos com um computador portátil (Lenovo G475), acoplado a uma caixa de som amplificada (Roland Micro-Cube RX). Em cada distância da fonte sonora, os sons foram regravados através de um microfone unidirecional (Sennheiser ME66) acoplado a um gravador digital (Zoom H4). As estruturas físicas dos sons regravados apresentaram uma perda gradual de acordo com as distâncias, atingindo o máximo em perda a 80m, independentemente da vegetação e estação. Foi na Caatinga (período seco) onde ocorreram as menores perdas. A Mata Atlântica (período seco) também apresentou perdas menos acentuadas do que a mesma vegetação e do que a Caatinga, no período de chuvas. A chamada *phoe* pode ser escutada até o limite de distância utilizado 120 metros em um ponto da Caatinga no período seco, o que significa que ele cobre a área de uso do sagui comum. Embora a Caatinga seja um ambiente desafiador para qualquer mamífero, apresentam, no período mais crítico, vantagens do ponto de vista da comunicação dos saguis comuns. Isso pode auxiliar nas atividades desses primatas em tal ambiente. Os resultados indicam também que a chamada *phoe* pode ter sido moldada evolutivamente tanto para a defesa territorial como para as interações entre os membros do grupo.

## 2. ABSTRACT

The interest in the study of animal communication has grown substantially in recent years. It is known that the order *Primates* has a rich communication system, allowing them to obtain a wide range of information. *Callithrix jacchus*, popularly called "common marmoset", is a

small Neotropical primate that occurs both in humid environments (Atlantic and humid forests) and in semi-arid environments (Caatinga and Cerrado). Studies on the propagation of sound produced by a primate species that inhabit different biomes, such as *C. jacchus*, are still missing. Thus, this paper aims at investigating how one of the main sounds produced by *C. jacchus* (the phee call) propagates in two different habitats (Caatinga and Atlantic Forest) during the dry and rainy seasons. To accomplish this task we used playback experiments to evaluate how amplitude, duration and frequency of maximum energy (FME) of the phee call degraded in both habitats during the dry and wet season. The calls were played using a laptop computer (Lenovo G475) connected to a speaker (Roland Micro-Cube RX) and then re-recorded at 10, 20, 40, 60, 80, 120 and 160m distance from the speaker. We used a unidirectional microphone (Sennheiser ME66) connected to a digital recorder (Zoom H4) to re-record the calls. The calls started degrading completely at 80m distance from the speaker in both Caatinga and Atlantic Forest. As distance increased, up to 60m, amplitude, frequency range and duration of the call usually degraded more in the Atlantic Forest than in the Caatinga in dry season. Caatinga in wet season showed results similar to those found in the Atlantic Forest in dry season. Unlike the duration and the amplitude of the call, the FME did not show a significant loss according to the different re-recording distances in all sites and seasons. It indicates that FME of the call may be important for long distance communication. The phee call could be heard up to a maximum distance of 120 meters (as re-recorded at one point in the Caatinga - during the dry period). The results showed that the phee call covers the home range of the common marmoset. Despite challenging, the Caatinga environment in dry season showed advantages with respect to the propagation of the phee call. Studies suggest that the phee call is usually uttered to help with group organization. Our results show that it also can be used for territorial defense without constraints in the Caatinga. Thus, the coordination of these activities through vocalisations may be benefitted in the Caatinga in the dry season.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os sinais acústicos de comunicação têm grande importância nas interações sociais, reprodução e sobrevivência dos indivíduos, e evoluiu através de um número de pressões seletivas do meio (GHAZANFAR e HAUSER, 1999). A vocalização nos animais não humanos se dá por vibrações nas cordas vocais (AITKIN e PARK, 1993). Segundo Larson (1988), a vocalização é o resultado de movimentos da musculatura do sistema respiratório e da laringe, podendo sofrer modificação em função dos movimentos da língua, mandíbula, lábios e palato.

Muito já se especulam sobre as funções do sinal vocal, porém para uma melhor compreensão dela e de suas variações estruturais são imprescindíveis informações sobre a idade, sexo do animal, tamanho do grupo, tamanho da população, posição social, posição

hierárquica, níveis do som do ambiente, limitações impostas por seus hábitos e habitat, bem como as considerações contextuais da vocalização (SNOWDON e HODUM, 1985; SNOWDON et al. 1986; SNOWDON, 1989, ELOWSON et al 1994; KREBS e DAVIES, 1996; DE LA TORRE e SNOWDON, 2002; RUIZ-MIRANDA e KLEIMAN, 2002; RUKSTALIS et al. 2003; BEZERRA et al. 2009). Para descrever uma vocalização, se faz necessário o uso dos parâmetros de frequência, amplitude e tempo, porém o pesquisador não consegue percebê-los apenas utilizando o seu sentido da audição, fazendo-se necessário a utilização de programas de análises de sons adequados (MAURUS et al. 1986).

Os primatas arborícolas possuem uma grande necessidade de comunicação acústica por conta das limitações impostas pelo seu habitat (AURICCHIO, 1995). A comunicação visual, por exemplo, fica mais restrita devido à grande quantidade de folhagens (AITKIN e PARK, 1993). Todas as espécies de primatas emitem diversos tipos de chamadas, e a grande maioria produzem variados tipos de sons e de chamados de longa distância. Essas vocalizações têm um papel crucial nas trocas de informações e acredita-se que sejam aprimoradas por seleção natural (SCHNEIDER et al. 2008).

Dentre os primatas neotropicais, *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758), sagui comum (Figura 1), vem sendo bastante estudado no que diz respeito a seu repertório vocal (e.g. EPPLE, 1968; POOK, 1977; BEZERRA e SOUTO, 2008; BEZERRA et al. 2009). Eles possuem um chamado de longa distância conhecido como *phoe* que apresenta frequências relativamente altas (aprox. 8 kHz; o *phoe* lembra um assobio agudo) (BEZERRA e SOUTO, 2008). Essas vocalizações são geralmente utilizadas quando os membros do grupo estão dispersos, provavelmente como forma de (i) agregar novamente o grupo; (ii) avisar da chegada do grupo em uma determinada área; e (iii) indicar o movimento do grupo (AITKIN e PARK, 1993).



Figura 1: Sagui comum (*Callithrix jacchus*) emitindo um *phee call* (Foto de Souto).

Dentro do contexto da comunicação, o presente trabalho teve um enfoque na vocalização de longa distância do sagui comum. *C. jacchus* são animais que possui uma considerável plasticidade de adaptação ao seu meio (AURICHIO, 1995). Em formas diferentes Epple (1968) e Pook (1977) concordam que há uma grande variedade no repertório vocal da espécie em cativeiro. Estudos mais recentes mostraram que essa riqueza pode ser ainda maior em animais de vida livre e em ambiente natural (BEZERRA e SOUTO, 2008). Apesar dos avanços nos estudos do repertório vocal dos saguis nas últimas décadas, ainda não se sabe como os sons produzidos pelos saguis comuns estão adaptados para os ambientes de Caatinga e de Mata Atlântica em que eles vivem. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo realizar um estudo inovador ao avaliar a forma como um dos principais sons produzidos pelo *C. jacchus*, o *Phee call*, se propaga em dois biomas extremamente distintos: Caatinga e Mata Atlântica.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### **Bioacústica: breve história**

Considera-se que dos cinco sentidos que os primatas possuem (visão, audição, tato, olfato e paladar), a capacidade de ouvir sons perde apenas para a visão em termos de uso (e.g. RAICHEL, 2006). O som é uma onda, produzida por vibrações de origem mecânica, e que se move por um meio flexível (ar ou água, por exemplo) (RAICHEL, 2006)

A Bioacústica surgiu como campo científico no final da década de 50 (século XX) como um braço da Zoologia, pois tem como finalidade o estudo da produção de sons por animais (IMMELMANN, 1982). Recentemente, contudo, a Bioacústica encontrou um local mais específico dentro da Zoologia: a Etologia (WALLSCHLÄGER, 1993). Um dos pioneiros desse novo campo foi Günther Tembrock com o seu livro "A voz dos animais: uma introdução à Bioacústica", publicado em 1959 (IMMELMANN, 1982). Um outro estudo, tido como clássico hoje em dia, investigou o papel nas interações sociais na produção de sons pelos pardais (MARLER e TAMURA, 1964).

Já em seu início, ao abordar os sons dos animais, a Bioacústica teve dois pontos de grande importância, além da descrição dos sons: o estudo sobre o desenvolvimento dos padrões vocais (ontogenia), o que pode ajudar na identificação dos padrões herdados e aprendidos no comportamento dos animais, e a compreensão dos sinais percebidos (IMMELMANN, 1982). Naturalmente, a compreensão dos sinais percebidos possui uma relação direta com possíveis transformações que o som sofre em sua dispersão. Por isso, o estudo da propagação dos sons se tornou um dos fundamentos da Bioacústica (WALLSCHLÄGER, 1993). A presente pesquisa tem este fundamento da Bioacústica como sua linha de investigação.

### **A Bioacústica com enfoque na propagação do som**

Sabe-se que nem todos os sons são capazes de serem ouvidos, pois a percepção é dependente da sensibilidade dos órgãos de um receptor, que por sua vez sofre influência das características espécies-específicas ou individuais (como idade, sexo, limitações por doenças ou estado fisiológico), além de fatores físicos locais presentes no momento da produção sonora (e.g. WALLSCHLÄGER, 1993). Quanto a este último aspecto, trabalhos realizados com aves indicam que o sucesso de uma mensagem acústica dependerá do nível de perdas das suas características físicas durante o processo de propagação (e.g. FOTHERINGHAM et al. 1997; PHILLMORE et al. 2003) e têm-se procurado entender que fatores seriam esses e como eles influenciariam na propagação de um determinado sinal acústico. Dessa forma, alguns estudos têm apontado como aspectos importantes para a propagação dos sons dos animais as frequências fundamentais, a altura da fonte sonora, as condições meteorológicas, a hora do dia, o tipo de vegetação e o indivíduo vocalizador (MORTON 1975; MARTEN et al. 1977; WASER e WASER 1977; WASER e BROWN 1986; BROWN e WASER 1988; DE LA TORRE e SNOWDON 2002; SUGIURA et al. 2006 ).

Para uma melhor compreensão de como cada fator pode interferir na propagação do som, é importante entender como é a ação de cada um desses fatores. Quanto à altura da fonte

sonora, tem dois aspectos bastante relevantes, a atenuação devido ao vento e ao solo, quanto mais distante do solo estiver a fonte sonora, maior será o efeito da degradação do som pelo vento, pois este se torna mais forte quanto maior for a altura, em condições atmosféricas habituais, porém, quanto mais próximo à fonte sonora estiver do solo, maior será a absorção do mesmo através da refração das ondas sonoras (INGARD, 1953). No que se refere as condições meteorológicas (p. ex.: neblina, pluviosidade, nevasca, umidade, temperatura e vento), de acordo com INGARD (1953), a neblina, a pluviosidade e a nevasca não têm maior importância na atenuação do som com relação à frequência. Em relação a uma menor umidade, esta provoca uma atenuação precisamente em sons de alta frequência, e quando somados ao efeito do vento de velocidade pequena podem aumentar no favorecimento desse efeito (INGARD, 1953). No que diz respeito à temperatura, a velocidade do som é, pois, diretamente dependente da temperatura. Em elevadas temperaturas o percurso do som é direcionado para cima, havendo formações de sombra, e quanto maior for a temperatura, mais próximo à sombra ficará com relação à fonte sonora; em contrapartida, nas temperaturas mais baixas, as ondas dos sons são refratadas para cima, minimizando assim a atenuação do som (INGARD, 1953). Com relação a rajadas de vento (doravante, apenas "vento"), além dos exemplos já citados, ele atua também alterando a curvatura da onda do som, e quando esta estiver com ângulos entre zero e 90 graus. O vento só mudará a curvatura da onda do som se estiver na direção contrária da mesma. Da mesma forma, as ondas não são alteradas quando estiverem perpendiculares ao vento (INGARD, 1953). O vento também pode eliminar ou somar-se com o efeito da temperatura; ele elimina a temperatura quando o seu percurso estiver na mesma direção que as ondas dos sons, cancelando assim formação de sombras. Porém, quando a onda do som estiver contra a direção do vento, este se somará com o efeito da temperatura, ocasionando zonas de sombras relativamente próximas a fonte sonora (INGARD, 1953). Quanto ao horário do dia, este está intimamente ligado à temperatura. Como já foi discutido que temperaturas mais elevadas favorecem a atenuação do som (INGARD, 1953). Como os horários vespertinos correspondem ao período de maior temperatura, e assim, ao horário de maior atenuação dos sons, isso explicaria, por exemplo, porque a maioria dos passeriformes prefere vocalizar no início da manhã ou no final da tarde. Quanto ao tipo de vegetação, a atenuação do som acontece devido às folhagens que atuam como barreiras físicas, diminuindo a propagação do som (ATTENBOROUGH, K. 2007). Contudo, existem apenas estudos sobre a propagação do som em ambientes de vegetação mais densa, como na Mata Atlântica e Floresta Amazônica (e.g. DE LA TORRE e SNOWDON; 2002; SABATINI e RUIZ-MIRANDA, 2008 e; BEZERRA et al. 2012). Não havendo nenhum estudo em ambiente de vegetação mais esparsa, como a Caatinga e Cerrado, por

exemplo. No que concerne ao indivíduo emissor, alguns fatores são bastante importantes, tais como a idade, sexo, posição hierárquica e social (SNOWDON e HODUM, 1985; SNOWDON et al. 1986; SNOWDON, 1989; KREBS e DAVIES, 1996; DE LA TORRE e SNOWDON, 2002; RUIZ-MIRANDA e KLEIMAN, 2002; RUKSTALIS et al. 2003; BEZERRA et al. 2009), além do estado de saúde do indivíduo.

É comumente aceito que as vocalizações possuem características para superar ou atenuar as limitações impostas pelo meio, em termos de perdas por degradação do sinal acústico (WASER e BROWN 1986; WASER e WASER 1977; WILEY e RICHARDS, 1978, 1982) ou pelo mascaramento, através de outras fontes sonoras que possuem semelhantes características físicas (e.g. BRUMM et al. 2004). De fato, de nada adiantaria o ato de comunicar algo se a mensagem não pudesse ser compreendida pelo receptor.

### **Comunicação nos animais**

A definição de comunicação pode ser entendida como a troca de informações entre os animais e, quando a mensagem atinge o seu objetivo, ela influencia diretamente no comportamento do receptor da mensagem (DEAG, 1981). A comunicação pode envolver diversos sentidos, sendo as mais comuns à comunicação visual, a tátil, a olfativa e a auditiva (DEAG, 1981). Todas as formas de comunicação têm suas peculiaridades, sendo de suma importância para o desenvolvimento cognitivo dos animais sociais (NAGUIB, 2006). É importante salientar que a comunicação está interligada ao desenvolvimento do aprendizado. Além do mais, ela é uma ferramenta bastante importante para obter sucesso no processo de reprodução, forrageio, estratégias de defesa e fuga do inimigo; ou seja, é indispensável para a vida (NAGUIB, 2006).

No geral, os trabalhos relacionados à bioacústica são direcionados ao estudo da evolução da comunicação animal (GERHARDT e HUBER, 2002; TERRY et al. 2005), sendo dado pouca atenção aos estudos voltados para a ecologia (TERRY et al., 2005). Nos últimos anos é que as pesquisas em bioacústica vêm cedendo espaço às questões relacionadas aos problemas ecológicos, como os impactos humanos que podem influenciar diretamente na comunicação dos animais (LAILOLO, 2008; LAIOLO, 2010). Contudo, ainda existe uma grande lacuna de trabalhos que demonstre a propagação de vocalizações em ambientes naturais, em especial no tocante aos primatas neotropicais, existindo poucos trabalhos, que são com *Cebuella pigmaea* (Spix, 1823), sagüi-pigmeu (e.g. DE LA TORRE e SNOWDON, 2002), *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766), mico-leão-dourado (SABATINI e RUIZ-MIRANDA, 2008) e o *Cacajao melanocephalus* (Humboldt, 1812), uacari de costas douradas



(BEZERRA et al. 2012). Além disso, não existe nenhum trabalho que compare a propagação de som de uma determinada espécie de primata em ambientes distintos.

### **Espécie em estudo**

*Callithrix jacchus* (sagui-comum, sagui-de-tufo-branco, soim, sagui-do-nordeste,), é um primata Neotropical que pertence à família Callitrichidae, a qual é representada por várias espécies de saguis e micos (GROVES, 2005). A família ocorre somente na América do Sul, são arborícolas e alguns gêneros dessa família são conhecidos como os menores primatas antropóides do mundo, como os dos gêneros *Callithrix*, *Cebuella*, *Saguinus* e *Leontopithecus* (AURICHIO, 1995). A maioria dos integrantes dessa família utiliza bastante a vocalização como ferramenta da comunicação social (POLA e SNOWDON, 1975).

As espécies do gênero *Callithrix* não apresentam dimorfismo sexual. O adulto tem em média uma massa de 300 a 450 g, e um filhote recém-nascido tem uma massa de 22 a 38g. Os machos atingem a maturidade sexual por volta dos 16 meses e as fêmeas aos 12 meses. A gestação dura em torno de 144 dias, nascendo geralmente gêmeos (STERVERSON e RYLANDS, 1988; TARDIF, 2003).

Os *C. jacchus* formam grupos que podem envolver cerca de quinze animais (STERVERSON e RYLANDS, 1988; FERRARI e LOPES FERRARI, 1989), ocupam áreas entre 0,72 e 1,62 ha, possuem uma dieta generalista, incluindo o consumo de goma e ocupam o estrato mediano das árvores (HUBRECHT, 1985; AURICHIO, 1995). *C. jacchus* é a espécie da família Callitrichidae mais exudatívoras, devido, principalmente, a sua morfologia e fisiologia, podendo até ser classificado como exudatívoros/insetívoros (AUREICCHIO, 1995; RYLANDS; FARIA 1993). Seus incisivos inferiores, diferentemente das outras espécies da família Callitrichidae, são extensos e finos, o que facilita a ação da gomivoria (HERSHKOVITZ, 1977; AURICHIO, 1995).

*C. jacchus* ocupa desde regiões áridas como a Caatinga e o Cerrado até regiões úmidas como a Mata Atlântica e a Mata Úmida. A espécie é nativa da maioria dos estados do Nordeste (AL, RN, PI, PE, PB, MA e CE), tendo sido introduzida na BA e SE (RUIZ-MIRANDA et al. 2011). Vale ainda ser ressaltado que a espécie também foi introduzida em alguns estados do Sul (SC) e do Sudeste (SP, RJ, MG, ES) e na região Norte do Brasil (PA) (RUIZ-MIRANDA et al. 2011).

Os *C. jacchus* são bastante sociais e usam de todos os sentidos nas interações, podendo usar os sinais táteis (e.g. catação social), visuais (e.g. piloereção), olfativos (e.g. marcação de

cheiro) e acústico (vocalizações) (HERSHKOVITZ, 1977; STEVENSON e RYLANDS, 1988; LAZERO-PAREA et al. 1999; BEZERRA e SOUTO, 2008).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITKIN, L.; PARK, V. Audition and the auditory pathway of a vocal new world primate, the Common Marmoset. **Progress in Neurobiology**, 41: 345-367, 1993.

ATTENBOROUGH, K. Sound Propagation in the Atmosphere. In: **Springer handbook of acoustics**, T.D. Rossing (ed.). New York: Springer, 2007. 113-147.

AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil**. São Paulo, Terra Brasilis, 1995.

BEZERRA, B. M.; SOUTO, A. S.; JONES, G. Propagation of the loud “tcho” call of golden-backed uakaris, *Cacajao melanocephalus*, in the black-swamp forests of the upper Amazon. **Primates**, on line first. DOI: 10.1007/s10329-012-0312-8, 2012.

BEZERRA, B. M.; SOUTO, A. S.; OLIVEIRA, M. A. B. e HALSEY, L. G. Vocalizations of wild common marmosets are influenced by diurnal and ontogenetic factors. **Primates**, 50: 231-237, 2009.

BEZERRA, B. M. e SOUTO. The structure and usage of the vocal repertoire of common marmosets. **International Journal of Primatology**, 29(3): 671-701, 2008.

BRUMM, H. VOSS; K. e KÖLLMER; I. TODT, D. Acoustic communication in noise: regulation of call characteristics in a New World monkey. **The Journal of Experimental Biology**, 207:443-448, 2004.

CHLADNI, E. F. F. (1830). **Die Akustik**. Leipzig: Breitkopf un Härtel.

DE LA TORRE, S. e SNOWDON, C. T. Environmental correlates of vocal communication of wild pygmy marmosets, *Cebuella pygmaea*. **Animal Behaviour**, 63: 847-856, 2002.

DEAG, J.M. **O comportamento social dos animais**. São Paulo: EPU; Editora da Universidade de São Paulo, 1981.

EPPLE, G. Comparative studies on vocalization in marmosets monkeys (Hapalidae). **Folia Primatologica**, 8(1): 1-40, 1968.

FERRARI, S. F.; LOPES FERRARI, M. A. A re-evaluation of the social organization of the Callitrichidae, with reference to the ecological differences between genera. **Folia Primatologica**, 52: 132-147, 1989.

FOTHERINGHAM, J. R.; MARTIN, P. R.; RATCLIFFE, L. Song transmission and auditory perception of distance in wood warblers (Parulinae). **Animal Behavior**, 53: 1271-1285, 1997.

GERHARDT, H. C., HUBER, F. **Acoustic Communication in Insects and Anurans: common problems and diverse solutions**. Chicago: University of Chicago, 2002.

GHAZANFAR, A. A. e HAUSER, M. D. The neuroethology of primate vocal communication: substrates for the evolution of speech. **Trends in Cognitive Sciences**, Vol. 3(10): 377- 384, 1999.

GROVES, C. P. Order Primates. In: Wilson DE, Reeder DM (eds.). **Mammal Species of the World**. A Taxonomic and Geographic Reference. Third Edition. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 111–184, 2005.

HERSHKOVITIZ, P. **Living new world monkeys (Platyrrhini): With an introduction to primates**, volume 1. Chicago: The University of Chicago Press, 1977.

HUBRECHT, R.C. Home-range size and use and territorial behavior in the common marmoset, *Callithrix jacchus jacchus*, at the tapacura field station, Recife, Brazil. **International Journal of Primatology**, 6(5): 533-550, 1985.

IMMELMANN, K. Bioakustik. In **Wörterbuch der Verhaltensforschung**. Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1982.

INGÄRD, U. A review of the influence of meteorological conditions on sound propagation. **Journal of the Acoustical Society of American**, 25: 405 -411, 1953.

KATZ, B. F. G. e WETHERHILL, E. A. Fog Art Museum Lecture Room, a calibrated recreation of the birthplace of Room Acoustics. **Forum Acusticum**, Budapest: 2191-2196, 2005.

KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996.

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

LAIOLO, P. Characterizing the spatial structure of songbird cultures. **Journal of Applied Ecology**, 18: 1174–1780, 2008.

LAZARO-PEREA, C.; SNOWDON, C. T.; ARRUDA, M. F. Scent-marking behavior on wild groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Behavior Ecology and Sociobiology*. 46:313-324. 1999.

MAURUS, M; STREIT K. M.; BARCLAY D.; WIESNER E.; KUEHLMORGEN B. 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.

MARLER, P. e TAMURA, M. Culturally Transmitted Patterns of Vocal Behavior in Sparrows. **Science**, 146(3650): 1483-1486, 1964.

MARTEN K, QUINE D, MARLER P. Sound transmission and its significances for animal vocalization. II. Tropical forest habitats. *Behavior Ecology Sociobiology* 2: 291-302, 1977

MORTON, ES. Ecological sources of selection in avian sounds. **The American Naturalist** 109: 17-34, 1975.

NAGUIB, M. Animal Communication: Long-Distance Signaling. In: SLABBEKOORN, H. (Autor). **Encyclopedia of language e linguistics**, 2º ed. 2006, p 272-276.

PHILLMORE, L. S., STURDY, C. B., e WEISMAN, R. G. Does reduced social contact affect discrimination of distance cues and individual vocalizations? **Animal Behavior**, 65: 911–922, 2003.

POOK, A. G. A comparative study of the use of contact calls in *Saguinus fuscicollis* and *Callithrix jacchus*. In: Kleiman, D. (ed.). **The biology and conservation of Callitrichidae**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, p 271-280, 1977.

POLA, B. V.; SNOWDON, C. T. The vocalizations of pygmy marmosets (*Cebuella pygmaea*). **Animal Behavior** 23: 826-842, 1975.

RAICHEL D. R. **The Science and applications of acoustics**. New York: Springer, 2006.

RUIZ-MIRANDA, C. R.; KLEIMAN, D. G. Conspicuousness and complexity: Themes in lion tamarin communication. In D. G. Kleiman e A. B. Rylands (Eds.), **Lion tamarins: Biology and Conservation**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. 233-254, 2002.

RUIZ-MIRANDA, C. R.; MORAIS JUNIOR, M. M.; DE PAULA, V. R.; GRATIVOL, A. D.; RAMBALDI, D. M. O problema dos saguis introduzidos no Rio de Janeiro: vítimas ou vilões? **Ciência Hoje**. 48: 44-49, 2011.

RUKSTALIS, M.; FITE, J. E. e FRENCH, J. A. Social change affects vocal structure in a callitrichidae primate. **Ethology**, 109, p: 327-340, 2003.

RYLANDS, A. B.; FARIA, D. S. Habits, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: **Marmoset and Tamarins: Systematics, Behavior, and Ecology** (A. B. Rylands, Ed). Oxford :Oxford University Press, 1993.

SABATINI, V. RUIZ MIRANDA, C. R. Acoustical aspects of the propagation of long calls of wild *Leontopithecus rosalia*. **International Journal of Primatology** 29: 207-223, 2008.

SCHNEIDER, C; HODGES, K; FISCHER, J. e HAMMERSCHMIDT, K. Acoustic Niches of Siberut Primates. **International Journal of Primatology**. 29: 601-613, 2008.

SNOWDON, C. T. The structure and usage of long calls in marmosets and tamarins. In: P. K. Seth & S. Seth (Eds.), **Perspectives in primate biology**, 3: 83-92, 1989.

SNOWDON, C. T.; HODUN, A.; ROSENBERG, A. L.; COIMBRA FILHO, A. F. Long call structure and its relation to taxonomy in lion tamarins. **American Journal of Primatology**, 11: 254-261, 1986.

SNOWDON, C. T. e HODUN, A. Troop-specific responses to long calls in isolated tamarins (*Saguinus mystax*). **American Journal of Primatology**, 8: 205-214, 1985.

STEVENSON, M. F. e RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. In: **Ecology and behavior of neotropical primates**, volume 2. Mittermeier, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA- FILHO, A. F. e DA FONSECA, G. A. B. (editores). Washington D. C: World Wildlife Fundation. 131-222, 1998.

SUGIURA, H. TANAKA, T. MASATACA, N. Sound transmission in the habitats of Japanese macaques and its possible effect on population differences in coo calls. **Behaviour** 143: 993-1012, 2006.

TARDIF, S. D.; SMUCNY, D. A.; ABBOTT, D. H.; MANSFIELD, K.; SCHULTZ-DARKEN, N. e YAMAMOTO, M. E. Reproduction in captive Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). **Comparative Medicine**, 53 (4): 364-368, 2003.

TERRY, A. M. R.; PEAKE, T. M.; MCGREGOR, P. K. The role of vocal individuality in conservation. **Frontiers in Zoology**. 2- 10, 2005.

WALLSCHLÄGER D. Bioakustik. In: **Wörterbuch der Biologie**. GATTERMANN, R. (ed.). Jena: Gustav Fischer Verlag, p.50, 1993.

WASER, P. M.; WASER, M. S. Experimental studies of primate vocalization: specializations for long distance propagation. **Z Tierpsychol**, 43: 239-263, 1977.

WASER, P. M.; BROWN, C. H. Habitat acoustics and primate communication. **American Journal of Primatology**. 10: 135-157, 1986.

WASER, P. M. Resources, philopatry, and social interactions among mammals. In: SLOBODCHIKOFF, C. N. (ed). **Ecology of Social Behavior**. New York: Academic Press, 1988, 109-130.

WILEY, R. H.; RICHARDS, D. G. Adaptations for acoustic communication in birds: sound propagation and signal detection. In: KROODSMA, D. E, MILLER, E. H. (editors). **Acoustic communication in birds**. New York, NY: Academic Press., 1982, volume 1: 131–181.

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

**ARTIGO 1 (A SER SUBMETIDO À REVISTA PRIMATES – B1)**

**UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PROPAGAÇÃO DO *PHEE-*  
*CALL* DO SAGUI-COMUM EM CAATINGA E MATA ATLÂNTICA NO  
NORDESTE DO BRASIL**



## Um estudo comparativo sobre a propagação do *phoe-call* do sagui comum em ambiente de Caatinga e Mata Atlântica do Nordeste do Brasil

Olga Camila da Silva<sup>1</sup> Robson Soares de Melo<sup>1</sup>, Bruna Martins Bezerra<sup>2</sup>, Nicola Schiel<sup>1</sup>, Cory Miller<sup>3</sup>, Antonio da Silva Souto<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Laboratório de Etologia Aplicada e teórica, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE. <sup>2</sup>Universidade de Pernambuco, Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Etologia. <sup>3</sup>University of California (San Diego), Department of Psychology. <sup>4</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Zoologia, Laboratório de Etologia, AV. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária – CEP: 50670-901 – Recife – PE

Correspondence: [asouto.labet@gmail.com](mailto:asouto.labet@gmail.com)

<sup>4</sup>AV. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária – CEP: 50670-901 – Recife – PE

**RESUMO: (Um estudo comparativo sobre a propagação do *phoe call* do sagui comum em Caatinga e Mata Atlântica do Nordeste do Brasil) - *Callithrix jacchus*, o sagui comum, é um pequeno primata neotropical que ocorre em ambientes úmidos e secos. A espécie se adapta facilmente a diferentes ambientes, incluindo áreas onde não é endêmica, e com níveis relativamente altos de distúrbios antropogênicos. Estudos sobre a propagação dos sons emitidos por primatas que vivem em diferentes biomas, como *C. jacchus*, ainda são ausentes. Aqui usamos a técnica de *playback* para avaliar como a chamada longa (*phoe call*) usada para contato entre indivíduos, se propaga em dois biomas diferentes (Caatinga e Mata Atlântica). Foram avaliados como a amplitude (dB), a duração (seg), a amplitude de frequência (kHz) e a frequência de máxima energia (kHz) da chamada longa se degrada em ambos os habitats, durante as estações seca e úmida. As chamadas longas foram emitidas utilizando-se um computador portátil conectado a um alto-falante e, em seguida, regravada a 10, 20, 40, 60, 80, 120 e 160 metros de distância da fonte sonora, nos horários entre 6:00 e 10:00 da manhã. Usamos um microfone unidirecional conectado a um gravador digital para regravar as chamadas. As chamadas começaram a se degradar completamente a uma distância de 80m do alto-falante, tanto na Caatinga como na Mata Atlântica. Com o aumento da distância, até 60m, a amplitude, amplitude de frequência e duração da chamada longa degradou-se mais na Mata Atlântica (ambas estações sazonais ou climáticas) do que na Caatinga na estação seca. A Caatinga na estação chuvosa apresentou resultados semelhantes aos encontrados na Mata Atlântica na estação seca. Ao contrário da duração e da amplitude da chamada longa, a FME não mostrou uma perda significativa de acordo com as diferentes distâncias, independentemente do ambiente e da sazonalidade. Isto indica que a FME da chamada longa pode ser importante para comunicar informações até uma distância grande. Apesar de desafiadora, a Caatinga na estação seca apresentou vantagens em relação à propagação da chamada longa. Estudos sugerem que a tal chamada é geralmente emitida para a organização do grupo. Nossos resultados mostram que ela também pode ser usada para a defesa territorial de uma forma plena na Caatinga, uma vez que obteve maior sucesso em sua propagação, chegando a atingir uma distância de até 120 metros, cobrindo assim a área de uso desses animais. Assim, a coordenação dessas atividades, por meio de vocalizações, pode ser beneficiada em seu período mais desafiador.**

**(Propagation of the common marmoset's *phoe call* in Caatinga and Atlantic forest in NE Brazil: A comparative study) - *Callithrix jacchus*, common marmoset, is a small neotropical primate that occurs in humid and dry habitats. The species easily adapts to different environments, including areas where they are non-**

endemic and areas with relatively high levels of anthropogenic disturbances. Studies on call propagation of primate species that have adapted to inhabit different biomes, such as *C. jacchus*, are still missing. Here we used playback experiments to evaluate how a common marmoset long distance contact call (i.e. the *phoe* call) propagates in two different habitats (i.e. Caatinga and Atlantic Forest). We evaluated how amplitude, duration and frequency of maximum energy (FME) of the *phoe* call degraded in both habitats during the dry and wet season. The calls were played using a laptop computer connected to a speaker and then re-recorded at 10, 20, 40, 60, 80, 120 and 160m distance from the speaker. We used a unidirectional microphone connected to a digital recorder to re-record the calls. The calls started degrading completely at 80m distance from the speaker in both Caatinga and Atlantic Forest. As distance increased, up to 60m, amplitude, frequency range and duration of the call usually degraded more in the Atlantic Forest than in the Caatinga in dry season. Caatinga in wet season showed results similar to those found in the Atlantic Forest in dry season. Unlike the duration and the amplitude of the call, the FME did not show a significant loss according to the different rerecording distances in all sites and seasons. It indicates that FME of the call may be important for long distance communication. Despite challenging, the Caatinga environment in dry season showed advantages with respect to the propagation of the *phoe* call. Studies suggest that the *phoe* call is usually uttered to help with group organization. Our results show that it also can be used for territorial defense without constraints in the Caatinga. Thus, the coordination of these activities through vocalisations may be benefitted in the Caatinga in the dry season.

## Introdução

A comunicação representa uma parte fundamental das interações dos primatas e, como tal, influencia profundamente na dinâmica de um grupo, seja na atividade de forrageio, reprodução, cuidados parentais ou contato, entre outros. A comunicação por sinais acústicos é extremamente necessária em ambientes onde outras formas de transmissão de informações (tátil, olfativa, visual etc.) são menos eficientes. Por isso, acredita-se que ela seja particularmente importante em primatas arborícolas como são os neotropicais (e.g. Bezerra e Souto, 2008).

Sabe-se que os sons sofrem degradação de suas qualidades acústicas ao longo de uma distância qualquer, devido a uma série de fatores ambientais e espera-se que a vocalização dos primatas esteja adaptada para ser a mais eficiente possível na transmissão dos sons (Miller et al. 2009). Por isso, os estudos de como os sons estão adaptados ao meio nos permite entender melhor sobre a evolução da comunicação animal (Bradbury e Vehrencamp 1998).

Dentre os fatores que podem degradar os sons estão à umidade, temperatura, ventos, barreiras físicas, proximidade do solo, chuva, neblina (Ingård 1953) e a barreira proporcionada pelo tipo de vegetação (De La Torre e Snowdon 2002). Sabe-se, ainda, que tais variáveis agem diferentemente, de acordo com a frequência do som propagado e, dessa forma, a atenuação da amplitude de um som ocorre mais acentuadamente a 8 kHz do que a 100 Hz (Ingård 1953). Além disso, alguns fatores causam mais impacto nos sons do que outros. A neblina, a chuva, e a neve possuem um pequeno impacto ao longo das frequências, enquanto que repentinas rajadas fortes de vento e a proximidade ao solo da fonte sonora têm uma importância mais acentuada (Ingård 1953).

Estudos enfocando a forma pela qual os sons de primatas, em particular os neotropicais, se degradam em ambientes naturais ainda são escassos. Neste sentido, podemos destacar estudos feitos com *Cebuella pigmaea* (Spix, 1823), sagüi-pigmeu (e.g. de La Torre e Snowdon 2002), *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766), mico-leão-dourado (Sabatini e Ruiz-Miranda 2008) e o *Cacajao melanocephalus* (Humboldt, 1812), uacari de costas douradas (Bezerra et al. 2012). O estudo de Sabatini e Ruiz-Miranda (2008) sugere que a

vocalização longa do mico-leão-dourado teria evoluído primeiramente para servir ao contato intragrupal e, posteriormente, para defesa de território. Os autores chegaram a tal hipótese após observarem que a amplitude das vocalizações possibilita que ela alcance uma distância bem menor que a área de uso do mico-leão-dourado (40-150 ha) (Sabatini e Ruiz-Miranda 2008).

É interessante se notar que um primata bastante conhecido como o sagui comum (*Callithrix jacchus*), e da mesma família do mico-leão-dourado, ainda não tenha tido a sua vocalização estudada do ponto de vista da propagação. Uma das suas principais vocalizações é o *phoe* (chamada longa em forma de assobio) e que tem a função de contato entre membros do grupo distantes e para indicar o território (Bezerra e Souto 2008), semelhantemente à chamada longa do mico-leão-dourado (Sabatini e Ruiz-Miranda 2008). Contudo, espera-se que a menor área de vida do sagui comum possa resultar em uma interpretação diferente daquela feita por Sabatini e Ruiz-Miranda (2008): no sagui comum, a chamada longa teria sido moldada tanto para o contato como para a defesa de território. Além disso, o sagui comum não apenas habita matas mais densas como a Mata Atlântica nordestina (vegetação semi-decidual), como vive na Caatinga, semi-árido no nordeste brasileiro, cuja maior parte da vegetação é arbustiva e perde as suas folhas nos períodos secos. Isso oferece uma oportunidade única para se comparar o comportamento físico da chamada longa nesses dois ambientes e procurar entender se a Caatinga, por aparentemente possuir uma vegetação mais esparsa, facilitaria a transmissão vocal desses primatas. Naturalmente, a Caatinga sofre profundas alterações durante o período de chuvas, como o aparecimento das folhas em grande parte de sua vegetação, o que poderia tornar a propagação dos sons mais problemática.

O presente estudo tem como objetivo principal, portanto, avaliar o padrão de propagação do chamado de longa (*phoe call*) do *C. jacchus* em ambiente de Caatinga e Mata Atlântica, nas estações seca e chuvosa. Acredita-se que (i) em ambientes esparsos (Caatinga), a perda das características físicas de sinais acústicos será menor do que em ambientes com vegetação mais densa (Mata Atlântica); (ii) durante a estação seca, independentemente da área de estudo, a dispersão da estrutura vocal de *C. jacchus* será mais acentuada do que na estação chuvosa; (iii) na Caatinga, durante a estação seca, ocorrerá a menor perda das características físicas do sinal acústico. Finalmente, espera-se encontrar uma proximidade entre a distância alcançada pela chamada longa e o território usado pelo sagui comum. Esse achado indicaria pressões seletivas atuando tanto para a formação de tal chamada para a comunicação entre membros do grupo, como para a proteção territorial.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O trabalho foi desenvolvido em dois biomas distintos: a Caatinga e a Mata Atlântica. A área da Caatinga selecionada para o estudo engloba a Área de Proteção Ambiental do Araripe – APA Araripe (07° 39.494' S 039° 15.878' W), a aproximadamente 30 Km de distância da Floresta nacional do Araripe (FLONA), e a área de Mata Atlântica selecionada encontra-se situada na Área de Proteção Ambiental de Beberibe – APA Beberibe (07°56.931' S 035°01' W). A área de estudo da Caatinga está localizada em Riacho da Cachoeira, distrito do município de Jardim – CE, e a área da Mata Atlântica em um fragmento em Aldeia, na cidade de Camaragibe – PE. (Fig. 2).

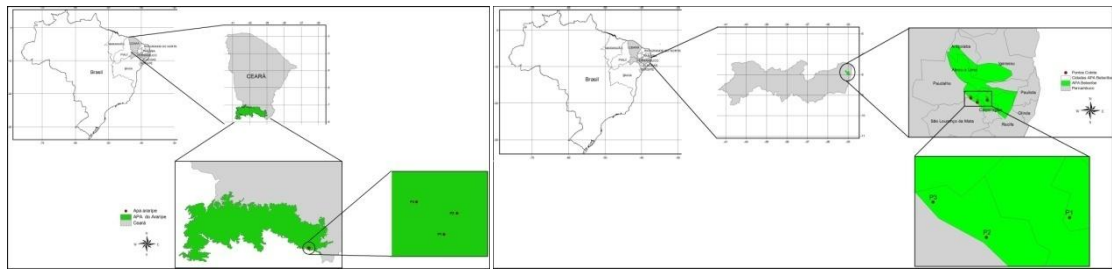


Fig. 2-A

Fig. 2-B

Figura 2. Mapas representando à área de estudo, Fig. 2-A: a área da Caatinga que está inserida na APA Araripe (CE) e, Fig. 2-B: a área da Mata Atlântica que está inserida na APA Beberibe (PE).

O período chuvoso da Caatinga corresponde aos meses que vão de dezembro a maio, e o período seco de junho a novembro, já o período chuvoso da Mata Atlântica corresponde aos meses de março a agosto e período seco de setembro a fevereiro, esses dados foram baseados pela média histórica da pluviometria nos últimos 10 anos, fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), onde foi considerado o índice pluviométrico  $\geq 80\text{mm}^3$  como período chuvoso, e  $\leq 80\text{mm}^3$  como período seco.

A fitofisionomia da Caatinga é bem peculiar, sua densidade é relativamente baixa, constituída por arbusto e árvores, as quais são decíduas durante o período de seca, podendo apresentar uma considerável quantidade de espinhos e/ ou acúleos, o que promove uma maior proteção das mesmas (Silva 2010; Rizzini 1997). No tempo seco apresentam árvores com aspecto esbranquiçado e com pouca ou nenhuma folhagem com finalidade de reduzir a perda de água por transpiração, com a chegada do tempo chuvoso, as árvores ganham sua folhagem, surgem brotamento de herbáceas e gramíneas e a Caatinga muda drasticamente sua fitofisionomia (Silva 2010; Rizzini 1997). A Mata Atlântica *in situ* é constituída por árvores adultas que tipicamente podem alcançar entre 10 e 20 metros de altura (Souto et al. 2007). O arranjo é de árvores adultas e de um grande número de árvores jovens que passam a ter o seu crescimento acelerado na eventualidade da morte ou queda de uma árvore adulta. Por se constituir em vegetação semi-decidual, as árvores perdem apenas uma parte de suas folhas no período mais seco do ano.

## Coleta de dados

### *Propagação do phee call*

Arquivos do *playback* - Os sons utilizados foram compostos por 25 arquivos da vocalização *phee*, gravadas em 2010, oriunda de 25 animais em cativeiro da Universidade de Califórnia, San Diego, USA.

Produção do *playback* - Em cada ambiente, foram selecionados três pontos. Em cada ponto, a propagação dos sons foi avaliada em um trasecto em linha reta de 10, 20, 40, 60, 80, 120 e 160 metros de uma fonte sonora. Esta, por sua vez, foi composta por uma caixa amplificadora (Roland Micro-Cube RX) acoplada à saída de áudio de um computador portátil (Lenovo G475). Em cada distância da fonte sonora, as vocalizações foram regravadas através de um microfone Sennheiser unidirecional (ME66) acoplado a um gravador digital (Zoom H4) através de um cabo conector do tipo XLR (Neutrik NC\*MX). Para obter a confirmação que o microfone Sennheiser unidirecional estava realmente apontando para a caixa amplificadora, foram utilizadas marcações nas árvores com fitas de cor laranja de cinco em cinco metros aproximadamente da fonte sonora, e também foi utilizada uma bússola. O volume da caixa amplificadora foi ajustado com a amplitude do *phee-caal*, onde em 1 kHz com 1 m de distância da caixa amplificadora obteve 90 dB de amplitude, o ajuste foi executado com o auxílio de um decibelímetro direcionado para a caixa amplificadora na altura da mesma. O volume do computador portátil estabeleceu-se em 27% do Windows e 50% do Media Player devido aos ajustes da caixa

amplificadora. E o nível de gravação do Zoom H4 se manteve constante em 119, com uma resposta de frequência de 48 kHz e quantização de 16-bit.

As regravações foram realizadas em alturas médias que *C. jacchus* utilizam para cada ambiente estudado, portanto foram 1,80 m na área da caatinga, e 3,50 m na área de Mata Atlântica. As regravações do *phe call* foram realizadas no período da manhã, entre as 06:00 e 10:00 para cada um dos três pontos, que corresponde ao horário da manhã em que os saguis mais utilizam chamado *phoe*. As regravações na Caatinga ocorreram nos dias 6, 7 e 8 de abril de 2012 durante a estação chuvosa, e 15, 16 e 17 de setembro de 2012 na estação seca. Na Mata Atlântica as regravações ocorreram no dia 28 e 29 de agosto e 6 de setembro de 2012 durante a estação chuvosa, e 5, 6 e 7 de dezembro de 2012 durante a estação seca. As características climáticas dos dois ambientes nos dias em que as coletas foram as seguintes para o **período chuvoso**: *Caatinga* (Estação Ouricuri) (06/04/2012) - umidade = 58,5%, temp. max. = 35 °C, vento = 2,36 m/s, temp. média = 27,9 °C; (07/04/2012) - umidade = 59,2%, temp. max. = 35 °C, vento: 2,03 m/s, temp. média = 27,9 °C; (08/04/2012) - umidade = 56,7%, temp. max. = 33,7 °C, vento = 2,03 m/s, temp. média = 28,8 °C; *Mata Atlântica* (Estação Curado) (28/08/2012) - umidade = 80%, temp. max. = 27,6 °C, vento = 2,6 m/s, temp. média = 23,6 °C; (29/08/2012) - umidade = 72%, temp. max. = 28,3 °C, vento = 2,3 m/s, temp. média: 23,9 °C; (06/09/2012) - umidade = 75%, temp. max. = 28,1 °C, vento = 3,0 m/s, temp. média: 25,0 °C. Para o **período seco**: *Caatinga* (Estação Ouricuri) (15/09/2012) - umidade = 40%, temp. max. = 31,6 °C, vento = 4,0 m/s, temp. média = 25,8 °C; (16/09/2012) - umidade = 48,2%, temp. max. = 32,6 °C, vento = 4,4 m/s, temp. média = 26,6 °C; (17/09/2012) - umidade = 46,5%, temp. max. = 31,2 °C, vento = 2,9 m/s, temp. média = 25,8 °C; *Mata Atlântica* (Estação Curado) (05/12/2012) - umidade = 66,8%, temp. max. = 30,2 °C, vento = 2,8 m/s, temp. média = 27,5 °C; (06/12/2012) - umidade = 63,0%, temp. max. = 31,0 °C, vento = 2,5 m/s, temp. média: 28,1 °C; (07/12/2012) - umidade = 66,8%, temp. max. = 30,7 °C, vento = 3,2 m/s, temp. média = 28,0 °C.

As Estações Meteorológicas do INMET (Ouricuri e Curado) não se encontram no local exato das coletas de dados, mas ambas possuem condições semelhantes àquelas dos locais onde as coletas foram efetivamente realizadas. A Estação de Ouricuri dista ~100 km do local de coleta e a do Curado ~20 km do local de coleta na Caatinga e na Mata Atlântica, respectivamente. É importante ser ressaltado que uma coincidência entre o local onde as medidas meteorológicas, com o nível técnico de aferição dos equipamentos de uma estação científica, e onde as medidas acústicas são realizadas é quase impossível. Dessa forma, escolhemos as estações de pesquisas climáticas mais próximas e que eram semelhantes ao ambiente onde a nossa coleta de dados foi realizada (e.g. Victoria et al 1998).

#### *Estrutura da vegetação*

Para estimar as diferenças na vegetação nas áreas de estudos foi utilizado um quadrante de 5m<sup>2</sup> para cada ponto. Totalizando assim três quadrantes para cada ambiente, nos mesmos pontos onde foram registradas as propagações da vocalização de *C. jacchus*. Foram mensurado o DAP (diâmetro na altura do peito) para árvores com circunferência  $\geq 5$  cm; a distância entre as árvores, averiguando a distância da última árvore mensurada para a árvore mais próxima em cada quadrante; e a altura das árvores (adaptado de Souto et al. 2007). As medidas de circunferência e distâncias das árvores foram feitas com auxílio de uma fita métrica e trena, e a altura das árvores foram realizadas com um auxílio de uma vara graduada (Amorim et al. 2005; Souto et al. 2007). Foi fotografada a vegetação contra um tecido de fundo branco para estimar a quantidade de folhagem por local e época (De La Torre e Snowdon 2002).

## **Análise dos dados**

### *Propagação da chamada*

As estruturas físicas dos sons regravados foram investigadas, através de sonogramas e espectrogramas, a fim de se averiguar a estabilidade dos sons em cada ambiente e estação, e ao longo das distâncias (e.g. De La Torre e Snowdon 2002). Foi utilizado o software BatSound 3.1 (Pettersson Electronics). Os parâmetros físicos da chamada *phee* que foram analisados envolveram: amplitude - via microfone (dB) e Frequência de máxima energia (FME; *Frequency of maximum energy* - kHz) através do Power spectrum; duração da chamada (CD; *call duration* - seg.) no marking cursor e Amplitude da frequência (FR; *Frequency range* - kHz) no measurement cursor, ambos através do espectrograma. As análises foram até os 60 metros de distâncias, pois a partir dos 80 metros de distâncias os sons não atingiram os três pontos de cada área e estação, e apenas um ponto atingiu os 120 metros, que foi na estação seca da Caatinga, e nos 160 metros os sons ficaram bastante degradados, chegando a impossibilitar qualquer tipo de análise dos parâmetros da chamada longa.

Para se avaliar as diferenças entre os parâmetros físicos analisados (FME, amplitude, CD e FR) nas distâncias (10, 20, 40, e 60 m), nas áreas (Caatinga e Mata Atlântica), e nas estações (seca e chuvosa) foram feito o teste de normalidade dos dados pela aplicação do teste Wilcoxon de medidas repetidas, seguido pelas correções do sequencial de Bonferroni. O programa Instat 3.0 foi usado para efetuar todos os cálculos. Os resultados do teste bilateral foram considerados significativos quando  $p \leq 0,05$ .

## **RESULTADOS**

### *Propagação da chamada longa (Phee call) dentro de um mesmo bioma em diferentes períodos*

#### Caatinga no período chuvoso

Quanto à frequência de máxima energia (FME) não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) dos sons entre as distâncias estudadas. Por outro lado, a amplitude, a duração da chamada (CD) e a amplitude de frequência (FR) apresentaram perdas significativas ( $p \leq 0,05$ ) ao longo das distâncias.

#### Caatinga no período seco

Assim como no período chuvoso, a FME não apresentou mudanças significativas nos sons ( $p > 0,05$ ) entre as distâncias comparadas. Da mesma forma, nas distâncias sucessivas também atenuaram significativamente a amplitude dos sons ( $p \leq 0,05$ ). Todavia, a CD e a FR não apresentaram uma diferença significativa em todas as comparações entre as distâncias. Na CD houve uma degradação significativa dos sons ( $p \leq 0,05$ ) entre as distâncias 10 e 40, 10 e 60, 20 e 60 e entre 40 e 60, mas não entre 10 e 20 e entre 20 e 40 ( $p > 0,05$ ). Quanto à FR houve uma diferença significativa dos sons ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as distâncias, exceto entre a distância 10 e 20 ( $p > 0,05$ ).

#### Mata Atlântica no período chuvoso

No que diz respeito à FME (kHz) não houve diferença significativa dos sons ( $p > 0,05$ ) entre todas as distâncias comparadas. Todavia, houve degradação significativa dos sons ( $p \leq 0,05$ ) para os demais parâmetros entre todas as distâncias comparadas.

#### Mata Atlântica no período seco

Em referência à FME (kHz) não houve diferença significativa dos sons dos sons ( $p > 0,05$ ) entre todas as distâncias. Com relação à amplitude, CD e FR, houve degradação significativa dos sons ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as distâncias estudadas.

*Propagação da chamada longa (Phee call) nos dois diferentes biomas e em diferentes períodos ao longo das distâncias)*

#### 10 METROS

Os resultados aqui descritos são apresentados na (Figura 4). Com relação à FME (kHz) houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre a Caatinga e a Mata Atlântica, independentemente da estação. Contudo, não houve uma diferença significativa ( $p > 0,05$ ) dentro de um mesmo ambiente, quando se compararam as estações. Quanto à amplitude (dB) as maiores perdas ocorreram no período chuvoso da Caatinga e no seco da Mata Atlântica. Estes valores foram significativamente menores do que os obtidos na Caatinga no período seco e na Mata Atlântica no chuvoso ( $p \leq 0,05$ ). Não houve uma diferença entre a Caatinga na seca e a Mata Atlântica no período de chuvas ( $p > 0,05$ ). Em termos de CD (seg.) a maior perda ocorreu no período seco da Mata Atlântica. Neste período e ambiente, a duração foi significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) do que as obtidas nas outras situações. Para todos os outros casos, não houve uma diferença significativa entre as comparações ( $p > 0,05$ ). Na FR (kHz) não houve diferença significativa dos sons ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das comparações possíveis (Fig. 4).

#### 20 METROS

Os resultados aqui descritos são apresentados na (Figura 4). Em relação à FME (KHz) houve diferença significativa dos sons ( $p \leq 0,05$ ) entre os ambientes estudados, mas ela se manteve sem diferenças ( $p > 0,05$ ) quando compararam-se os dados obtidos entre as estações dentro dos ambientes (i.e. entre Caatinga no período chuvoso e seco e entre Mata Atlântica no período chuvoso e seco). A amplitude (dB) apresentou diferença significativa dos sons ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as área, sendo a Caatinga, no período seco, o ambiente e estação em que tal característica mais se preservou. Seguiram-se, em termos de crescente de atenuação, a Mata Atlântica no chuvoso, a Caatinga também no chuvoso e, por último, a Mata Atlântica no período seco. Os resultados em termos de CD (seg.) foram idênticos àqueles obtidos a 10 metros. Em referência à FR (kHz) estas foram significativamente mais reduzidas ( $p \leq 0,05$ ) na Mata Atlântica do que na Caatinga, independentemente da estação. Contudo, não houve diferenças significativas entre os períodos de chuva e seco da Caatinga, assim como entre esses dois períodos na Mata Atlântica ( $p > 0,05$ ).

#### 40 METROS

Os resultados aqui descritos são apresentados na (Figura 4). No que se refere à FME (KHz), houve uma diferença significativa nos sons ( $p \leq 0,05$ ) apenas entre a Caatinga no período seco e a Mata Atlântica, independentemente da estação. Contudo, o restante das comparações não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Quanto à amplitude (dB), houve uma atenuação significativamente menor no período seco da Caatinga ( $p \leq 0,05$ ) do que em qualquer outra situação. A Mata Atlântica no período chuvoso apresentou a segunda menor atenuação, sendo tal resultado significativo ( $p \leq 0,05$ ) quando comparado a este mesmo ambiente no período seco, assim como para a Caatinga no período de chuvas. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a atenuação da amplitude na Mata Atlântica no período seco e a Caatinga no período chuvoso. A CD (seg.)

se mostrou significativamente mais preservada ( $p \leq 0,05$ ) no período seco da Caatinga do que em qualquer outra situação. Por outro lado, a Mata Atlântica no período seco apresentou as maiores perdas em relação a qualquer uma das outras condições ( $p \leq 0,05$ ). Entre a Mata Atlântica e a Caatinga, ambas no período chuvoso, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). A FR (kHz) se mostrou significativamente mais preservada ( $p \leq 0,05$ ) no período seco da Caatinga do que em qualquer outra situação. A segunda situação em que a FR esteve mais preservada foi no período seco da Caatinga, sendo a diferença significativamente maior ( $p \leq 0,05$ ) do que na Mata Atlântica em qualquer um dos dois períodos. Entre os períodos da Mata Atlântica não houve uma diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

## 60 METROS

Os resultados aqui descritos são apresentados na (Figura 4). A FME (KHz), não apresentou diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre a Caatinga no período seco e chuvoso e entre a primeira e a Mata Atlântica no período das chuvas. Também não houve uma diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os períodos na Mata Atlântica. No entanto, ocorreu uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre a Caatinga, independentemente do período, e a Mata Atlântica em seu período seco. Além disso, a FME no período seco da Caatinga, apresentou-se significativamente mais baixa ( $p \leq 0,05$ ) do que a Mata Atlântica nesse mesmo período. A atenuação da amplitude (dB) se mostrou semelhante entre a Caatinga no período seco e a Mata Atlântica no período chuvoso ( $p > 0,05$ ). Ambas conservaram significativamente melhor ( $p \leq 0,05$ ) essa característica física do som do que a Mata Atlântica no período seco e a Caatinga no período chuvoso. A situação em que a amplitude apresentou a maior atenuação foi no período chuvoso da Caatinga, significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) do que na Mata Atlântica, independentemente do período. Quanto à CD (seg) os resultados mostraram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as situações. A menor perda ocorreu no período chuvoso da Mata Atlântica, seguida pela Caatinga no período seco, Caatinga no período chuvoso e, por último, Mata Atlântica no período seco. A FR (KHz), no período seco da Caatinga apresentou significativamente a menor perda ( $p \leq 0,05$ ) em relação a todas as outras situações. Não houve diferença significativa entre qualquer uma das outras situações ( $p > 0,05$ ).

### *Estrutura da vegetação*

Com relação aos três pontos, a Caatinga foi caracterizada com o tipo de vegetação madura, com 11,63 cm do DAP ( $\leq 5$  cm) e tendo no máximo um DAP de 27 cm, 387 cm de altura/média das árvores e no máximo 340 cm, e 77,27 cm de distância/média entre as árvores e no máximo 333 cm. No que se refere à Mata Atlântica, nos três pontos foi encontrado 17,56 cm do DAP ( $\leq 5$  cm) e no máximo 105 cm de DAP, 663 cm de altura/média das árvores e no máximo 1.986 cm, e 108,1 cm de distância/média entre as árvores e no máximo 570 cm.

## **DISCUSSÃO**

Os resultados apresentaram algumas diferenças claras quando comparamos os dois biomas (Caatinga e Mata Atlântica), nas duas sazonalidades. As mudanças mais marcantes ocorreram com a amplitude (ou volume) do som. Deve-se levar em consideração que essa característica física dos sons é comumente tida como a mais importante de todas (Fletcher, 1992). Através dela é possível se ter uma ideia do grau de conservação de outros parâmetros físicos ao longo das distâncias. É também em parte devido a sua perda ao longo da propagação, e isso



ocorre independentemente dos biomas e sazonalidades estudadas, que os animais podem inferir sobre a distância em que eles se encontram dos indivíduos emissores as chamadas (e.g. Naguib e Willey 2001). No Presente estudo, a característica física da amplitude se propagou significativamente melhor na Caatinga, durante o período seco. Contudo, foi também na Caatinga, no período chuvoso, que ocorreu a maior degradação da chamada longa (ou *Phee call*) em termos de amplitude, resultado semelhante àquele obtido na Mata Atlântica no período seco. No período chuvoso da Mata Atlântica, houve uma propagação melhor do que a mesma no período seco e do que na Caatinga, em seu período chuvoso. A menor atenuação da amplitude na Caatinga no período seco estaria relacionada à ausência de grande parte da folhagem, adaptação característica da vegetação do semi-árido em resposta à escassez de água do período (Albuquerque et al. 2012), o que teria permitido uma maior propagação dos sons (e. g. Attenborough 2007). A Mata Atlântica apresentou a segunda melhor propagação quando no período chuvoso, o que pode estar relacionado, em primeira linha, a uma umidade mais elevada do ambiente. Se reconhece que tal fator concorre para melhorar a propagação do som (Ingård 1953). Ademais, é possível que o solo úmido e mais compactado (o que reduziria a absorção do som), além da temperatura mais amena do período e a umidade elevada do ar, tenham contribuído para a menor atenuação da chamada longa na Mata Atlântica no período chuvoso (e.g. Ingård 1953; Attenboroug 2007). A Mata Atlântica no verão, por apresentar um clima e solo mais secos, com uma camada de folhas soltas (o que funcionaria como um material de absorção acústica), e uma maior temperatura do ar (e.g. Ingård 1953; Attenborough 2007), apresentou resultados significativamente menores.

Um aspecto importante da maior facilidade na propagação do *Phee call* na Caatinga, no período seco, está relacionado à vantagem que esse ambiente pode proporcionar para a comunicação entre os indivíduos, aspecto de grande importância em se tratando de animais altamente sociais (e.g. Bezerra et al. 2009). Isso é especialmente válido por não haver dúvidas que a Caatinga é um ambiente desafiador para os mamíferos do Brasil, uma vez que os mesmos não possuem adaptações fisiológicas pronunciadas para viverem em um bioma carente de recursos hídricos (Streilein 1982; Mendes et al. 2004; Ribeiro et al. 2004), porém é importante resaltar que estudos que possibilitem demonstrar adaptações fisiológicas em mamíferos estão bastante escassos. Foi sugerido, então, que haveria adaptações comportamentais para que os desafios fossem minimizados ou superados (Streilein 1982; Albuquerque et al. 2012). E, de fato, estudos recentes apontam para a importância das adaptações comportamentais para a vida dos mamíferos neste bioma (e.g. Moura 2007; Santos e Lacey 2011). Nossos resultados mostram que a Caatinga, exatamente em seu período mais desafiador (período seco) pode proporcionar uma maior facilidade na comunicação dos saguis-comuns (como indicado pela menor atenuação da amplitude). Essa vantagem seria útil para atividades que requeressem uma coordenação (através da comunicação vocal) dos indivíduos do grupo e envolveriam situações de forrageio ou de defesa contra predadores, por exemplo (Bezerra e Souto 2008). Parece-nos bastante possível, então, que as condições da Caatinga em termos de maior facilidade de comunicação auxiliariam na sobrevivência desses animais.

Um outro aspecto importante quanto à amplitude diz respeito à distância máxima em que o *Phee call* permaneceu claramente detectável em todos os biomas e estações: 60 metros. Isso significa que a área de uso do sagui-comum, de acordo com estudos que investigaram o seu tamanho, pode ser plenamente coberta pelo *Phee call*. De fato, a área de uso desses pequenos primatas pode variar entre 7.200-16.200m<sup>2</sup> (Hubrecht, 1985 e Aurichio, 1995) o que corresponderia a uma distância de cerca de 60m do centro para a borda de um território (assumindo-se a geometria de um quadrado, com a emissão sendo realizada para um dos lados). Ou seja, em uma situação hipotética, um sagui poderia estar na área central de seu território e fazer-se ouvir por outros até o limite mais extremo de seu território, mesmo em se tratando de 16.200m<sup>2</sup>. Nesse sentido, deve ser ressaltado, ainda,

que foi possível se registrar a chamada longa do sagui-comum a uma distância de 120 m (Caatinga, período seco). Embora tal nível de propagação tenha ocorrido apenas uma vez, ele mostra que em algumas circunstâncias a tal vocalização pode ser ouvida de um ponto extremo ao outro de um território. Tais resultados indicam a chamada longa como tendo sido moldada por pressões evolutivas para atender às necessidades de comunicação entre os membros de um grupo de saguis. É interessante notar que essa não foi a função apontada para *Leontopithecus rosalia* por Sabatini e Ruiz-Miranda (2008), devido ao fato do território dessa espécie se estender para muito além da capacidade de propagação de sua chamada longa ou de contato. Para estes autores, então, ficaria descartada (ou muito reduzida em termos de importância) uma função de aviso de território para membros de outros grupos adjacentes (e.g. Sabatini e Ruiz-Miranda, 2008). No caso do sagui-comum, a chamada longa poderia, então, ser usada tanto para o contato entre os membros de um mesmo grupo, como para servir de aviso de ocupação de território para indivíduos de outros grupos. O fato de uma mesma vocalização ser usada em diferentes contextos nos primatas não-humanos ocorre com frequência, inclusive nos saguis-comuns (Bezerra e Souto, 2008). Os nossos resultados, juntamente com os de Sabatini e Ruiz-Miranda (2008), indicam a necessidade de novos estudos para se verificar como as chamadas longas em outras espécies de calitriquídeos se propagam em relação ao tamanho de suas áreas de uso.

Os resultados seguiram um padrão esperado em se tratando do comportamento da amplitude ao longo das distâncias, dentro de um determinado bioma e em uma determinada sazonalidade. Dessa forma, em geral, não apenas ocorre uma diferença no grau de atenuação ao longo das distâncias entre os biomas e estacionalidades, como em todos os casos houve uma perda gradual e significativa da amplitude, à medida que a distância aumentava, em todas as situações estudadas.

Com relação à amplitude da frequência (FR; *frequency range*), tal característica, no geral, também se propagou significativamente melhor na estação seca da Caatinga do que na estação chuvosa deste mesmo ambiente. Houve, de forma semelhante, uma menor atenuação nestas condições (Caatinga no período seco) do que na Mata Atlântica, particularmente no período seco, quando se registrou uma diferença significativa nas comparações com cada uma das distâncias. No tocante ao comportamento dessa característica física dentro de cada ambiente e em cada uma das duas sazonalidades, o padrão foi o de uma redução gradual e, quase sempre significativa na FR, ao longo das distâncias. Essa perda ocorreria por causa da própria estrutura física da chamada longa do sagui-comum. Ela possui, tanto na frequência inicial como na final, um volume de som mais baixo (amplitude menor) do que no restante da estrutura. Como a chamada longa se assemelha a um *U* invertido, as pontas mais extremadas são as primeiras a desaparecerem com o aumento da distância (e consequente atuação dos atenuadores).

A duração da chamada (CD; *call duration*), por sua vez, geralmente sofreu também a menor perda na Caatinga, no período seco. Isso foi particularmente claro nas regravações a distâncias de 40 e 60 metros da fonte sonora. Quanto à perda ao longo das distâncias dentro de cada ambiente, nas duas estações sazonais, estas mostraram uma diminuição gradativa e significativa da duração com o aumento da distância entre o som e o aparelho de gravação. Isso seria devido aos extremos da chamada longa dos saguis apresentarem um volume de som (amplitude) menor do que outras partes da vocalização, ou seja, a entonação mais forte não se encontra nos extremos, mas em locais diferentes destes pontos (e.g. Bezerra e Souto, 2008). Tal aspecto pode ser mais bem compreendido levando-se em consideração a frequência de máxima energia.

A frequência de máxima energia (FME) se mostrou bem mais estável às barreiras ambientais e climáticas do que as outras características físicas da chamada longa estudadas até o momento. Isso ocorreu nas comparações de uma maneira geral, mas, principalmente, quando avaliamos mudanças dentro de cada bioma e

estação climática, de acordo com as diferentes distâncias. Neste caso, não foram detectados resultados significativo nas comparações envolvendo as distâncias. Esse é um aspecto importante, pois sugere ter a FME condições de carregar informações sobre a identidade dos indivíduos, ao contrário das outras características físicas estudadas até o momento. De fato, sabe-se que quanto mais estável é uma característica física de um som durante a sua propagação, maiores são as chances de elas servirem para carregar informações sobre o emissor (e.g. Naguib e Willey 2001). Os resultados encontrados para os saguis comuns, quanto à estabilidade da FME, são semelhantes àqueles obtidos para os uacari-de-costas-douradas (*Cacajao melanocephalus*), nas florestas de Igapós (Amazonas), e que também estariam associados à transmissão de informações sobre o emissor (e.g. Bezerra et al. 2010; Bezerra et al. 2012). Outro aspecto importante é que a FME se manteve estável tanto na Caatinga como na Mata Atlântica, independentemente da estação do ano, o que indica que a vocalização de chamada longa estaria bem adaptada para os dois ambientes, e poderia carregar informações sobre a identidade do indivíduo que emite o som.

Por último, mas não menos importante, é avaliar em qual dos dois ambientes a vocalização dos saguis comuns estaria mais bem adaptada para se inferir sobre o local em que tais primatas poderiam ter evoluído. De fato, sabe-se que a vocalização é uma importante ferramenta nesse sentido, pois as características físicas do ambiente pressionariam, do ponto de vista seletivo, pelos sons mais adequados para carregar corretamente as informações que o emissor "deseja" passar (e.g. Bezerra et al., 2009). Embora ainda se saiba pouco sobre o local onde os saguis comuns teriam evoluído, Herskovitsh (1977) sugere que eles teriam habitado inicialmente o semi-árido nordestino. Embora os resultados sejam insuficientes para determinar com clareza o local em que eles teriam evoluído, através da atenuação das características físicas dos sons, a hipótese de Herskovitsh (1977) não encontra nenhum obstáculo em nosso estudo. Ela é, portanto, viável ao menos no que diz respeito à adaptação desse importante som produzido pelo sagui comum.

O presente estudo comparou, pela primeira vez, a dispersão de um importante som produzido pelo sagui comum. Tal comparação entre a Caatinga e a Mata Atlântica mostrou que, apesar dos desafios do semi-árido, suas características podem funcionar como um facilitador em sua comunicação. Devido à importância da comunicação para esses animais sociais, essa maior facilidade não deve ser menosprezada no auxílio para a sobrevivência no semi-árido. Os resultados também mostraram que a chamada longa tem condições de se propagar até os limites da área de uso desses pequenos primatas, o que a torna importante veículo de informação não apenas para a comunicação entre os membros de um grupo, mas também entre indivíduos de grupos diferentes. Finalmente, espera-se que o presente estudo motive novas pesquisas na área da bioacústica de primatas neotropicais, área essa ainda bastante carente de informações.

#### Agradecimentos

Agradecemos aos moradores da comunidade Riacho da Cachoeira – Jardim/CE pela receptividade e ajuda no campo, em especial a Dona Selma e toda a sua família que nos acolheram em sua residência. Agradecemos a reserva Indaiá em Aldeia – Camaragibe/PE, pelo consentimento para a realização da pesquisa, bem como uma base de apoio para a realização da mesma. Agradecemos ao ICMbio pela autorização e apoio logístico para a realização da pesquisa. À CAPES pela concessão da bolsa para o primeiro e segundo autor. À FACEPE pelo suporte financeiro, através do Programa de Apoio a Núcleos Emergentes PRONEM/EDITAL FACEPE 12/2010.

## BIVLIOGRAFIA

Albuquerque UP, Aaraújo E, Lima A, Souto A, Bezerra BM, Freire EMX, Sampaio EV, Las Casas F, Moura G, Pereira G, Melo JG, Alves M, Rodal M, Schiel N, Neves RL, Alves R, Azevedo-Júnior S, Telino Júnior W and William Severi (2012) Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. The Scientific World Journal, Article ID 205182 (*on line*): 1-18

Amorim IL, Sampaio EVSB, Araújo EL (2005) Flora e estrutura da vegetação arbustivo arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. ActaBotanica Brasilica 19: 615-623

Attenborough K (2007) Sound Propagation in the Atmosphere. Rossing TD (ed.). In: Springer handbook of acoustics. Springer, New York, pp 113-147

Bradbury JW, Vehrencamp SL (1998) Principles of Animal Communication. Sinauer, Sunderland

Bezerra BM, Souto AS, Jones G (2012) Propagation of the loud “tcho” call of golden-backed uakaris, *Cacajao melanocephalus*, in the black-swamp forests of the upper Amazon. Primates 53: 317- 325

Bezerra BM, Souto AS, Jones G (2010) Vocal Repertoire of Golden-backed Uakaris (*Cacajao melanocephalus*): Call Structure and Context. Int J Primatol 5:759–778

Bezerra BM, Souto AS, Jones G (2009a) Perspectives in primate bioacoustics. In: Primatology: Theories, Methods and Research, F. Columbus (ed.). Nova Science Publishers, New York, pp 1-28

Bezerra BM, Souto AS, Oliveira MAB, Halsey LG (2009b) Vocalizations of wild common marmosets are influenced by diurnal and ontogenetic factors. Primates 50: 231-237

Bezerra BM, Souto AS (2008) The structure and usage of the vocal repertoire of common marmosets. International Journal of Primatology 29(3): 671-701

De La Torre S, Snowdon CT (2002) Environmental correlates of vocal communication of wild pygmy marmosets, *Cebuella pygmaea*. Animal Behaviour 63: 847-856

Fletcher NH (1992) Acoustic systems in biology. Oxford University Press, New York

Herskovitsh P (1977) Living New World Monkeys (Platyrrhini). The University of Chicago, Chicago

Hubrecht R.C (1985) Home-range size and use and territorial behavior in the common marmoset, *Callithrix jacchus jacchus*, at the tapacura field station, Recife, Brazil. International Journal of Primatology 6(5): 533-550

Ingård U (1953) A review of the influence of meteorological conditions on sound propagation. Journal of the Acoustical Society of American 25: 405–411

- Mendes L, Rocha P, Ribeiro M, Perry S, Oliveira E (2004). Differences in ingestive balance of two populations of Neotropical *Thrichomys apereoides* (Rodentia, Echimyidae). *Comparative Biochemistry and Physiology A* 138: 327–332
- Miller CT, Eliades SJ, Wang X (2009) Motor planning for vocal production in common marmosets. *Anim Behav* 78: 1195–1203
- Moura A (2007) Primate group size and abundance in the Caatinga dry forest, Northeastern Brazil. *International Journal of Primatology* 28(6): 1279–1297
- Naguib M, Willey H (2001) Estimating the distance to a source of sound: mechanisms and adaptations for long-range communication. *Anim Behav* 62: 825-837
- Ribeiro M, Rocha P, Mendes L, Perry S, Oliveira S (2004). Physiological effects of the short-term water deprivation in the black-footed pygmy rice rat (*Oligoryzomys nigripes*) and the South American water rat (*Nectomys quamipes*) within a phylogenetic context. *Canadian Journal of Zoology* 82(1): 1–10
- Rizzini CT (1997) *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª ed. Âmbito Cultural Edições Ltda. Rio de Janeiro
- Sabatini V, Ruiz Miranda CR (2008) Acoustical aspects of the propagation of long calls of wild *Leontopithecus rosalia*. *International Journal of Primatology* 29: 207-223
- Santos JWA, Lacey EA (2011). Burrow sharing in the desert-adapted torch-tail spiny rat, *Trinomys yonenagae*. *Journal of Mammalogy* 92: 3–11
- Silva AP (2010) O Bioma Caatinga. In: Resende AS, Montandon, G. (Eds.). *Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga*. Seropédica: 1º ed. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, pp 01-12
- Souto A, Bezerra BM, Schiel N, Huber L (2007) The saltatory search in free-living common marmosets: environmental and age influences. *International Journal of Primatology* 28(4): 881-893
- Streilein K (1982) The ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga. IV. Habitat selection. *Annals of Carnegie Museum*, 51: 331–343
- Victoria RL, Martinelli LA, Moraes JM, Ballester MV, Krusche V (1998). Surface air temperature variations in the Amazon region and its borders during this century. *Journal of Climate*, 2: 1105-1110

## ANEXO 1 – NORMAS DO PERÍODICO

## Manuscript Preparation

Please organize your manuscript as follows:

- Title page (including all authors' full name; title of paper; affiliations of all authors; address of corresponding author including e-mail address, phone and fax number).
- Abstract (no more than 300 words)
- 3–7 key words
- The text of the paper should be divided into the following sections: Introduction; Methods; Results; Discussion; Acknowledgments; References; tables; figure legends. Other styles of manuscript organization may be accepted at the discretion of the editorial board.

When animals are used for experimentation, authors will be required to state at the end of the acknowledgments that they have complied with the ethical standards in the treatment of their animals with the guidelines laid down by the Primate Society of Japan, NIH (US), EC Guide for animal experiments or other equivalent guidelines; as well as with specific national laws where applicable.

Genus and species names should be in italics. The common names of animals should not be capitalized.

SI units should be used throughout except where non-SI units are more common.

## Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations. Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.
- Save your file in doc format. Do not submit docx files.

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

## Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

## Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

## Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

## Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

- Word template (zip, 154 kB)
- LaTeX macro package (zip, 182 kB)

#### References

Literature citations in the text should indicate the author's surname with the year of publication. Multiple citations should be listed chronologically.

References at the end of the paper should be listed in alphabetical order by the first author's name:

**Journal papers: name(s) and initial(s) of all authors; year; full title of article; journal title abbreviated in accordance with international practice; volume number; first and last page numbers:**

Imanishi K (1960) Social organization of subhuman primates in their natural habitat. *Cur Anthropol* 1:393–407

When citing articles that have been published only on line, the Digital Object

Identifier (DOI) of the cited literature, if available,

should be added at the end of the reference in question.

When citing articles that have been published only on line, the Digital Object

Identifier (DOI) of the cited literature, if available,

should be added at the end of the reference in question.

Plumptre AJ, Cox D (2005) Counting primates for conservation: primate surveys in Uganda. *Primates*. doi 10.1007/s10329-005-0146-8

**Single contributions in a book: name(s) and initial(s) of all authors; year; title of article; editor(s); title of book; edition; volume number; publisher; place of publication; page numbers:**

Matthew JR, Denitsa GS, Kirk RJ, William LH (2007) Primate origins and the function of the circumorbital region: what's load got to do with it? In: Matthew JR, Marian D (eds) *Primate origins: adaptations and evolution*. Springer, New York, pp 285-328

**Book: name and initial(s) of all authors; year; title; publisher; place of publication:**

Holldobler B, Wilson EO (1990) *The ants*. Springer, Heidelberg

The author is responsible for the accuracy of the references.

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

<http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- EndNote style file (zip, 17 kB)

#### Tables and Figures

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.



- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

#### Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

#### Line Art

- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

#### Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

#### Combination Art

- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

#### Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

#### Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions into your illustrations.

#### Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in the text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.). If illustrations are supplied with uppercase labeling, lowercase letters will still be used in the figure captions and citations.
- If an appendix appears in your article/chapter and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic supplementary Material) should, however, be numbered separately.

#### Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term **Fig.** in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

#### Figure Placement and Size

- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- Figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- The publisher reserves the right to reduce or enlarge figures.

#### Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

#### Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1.

Electronic supplementary material will be published in the online version only.

It may consist of

- Information that cannot be printed: animations, video clips, sound recordings
- Information that is more convenient in electronic form: sequences, spectral data, etc.
- Large original data, e.g. additional tables, illustrations, etc.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Always use MPEG-1 (.mpg) format.

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized formats such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM\_3.mpg”, “ESM\_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of Supplementary Files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contain a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

## ANEXO 2 – FIGURAS DOS SONOGRAMAS

Figura 3. Representações gráficas (sonogramas) das gravações do *phee call* na Caatinga e na Mata Atlântica no período seco e chuvoso e de acordo com as distâncias de 10, 20, 40 e 60 metros da fonte sonora. Para o estudo o interesse recaiu sobre a primeira nota da chamada. Ajustes da janela, tipo Hanning, para criação dos sonogramas: FFT = 1024; limiar = 0; duração = 15.000 milissegundos.

Fig. 3.A – 10 metros da Caatinga na estação chuvosa/ Fig. 3.B – 20 metros da Caatinga na estação chuvosa/ Fig. 3.C – 40 metros da Caatinga na estação chuvosa/ Fig. 3.D – 60 metros da Caatinga na estação chuvosa/ Fig. 3.E – 10 metros da Caatinga na estação seca/ Fig. 3.F – 20 metros da Caatinga na estação seca/ Fig. 3.G – 40 metros da Caatinga na estação seca/ Fig. 3.H – 60 metros da Caatinga na estação seca/ Fig. 3.I – 10 metros da Mata Atlântica na estação chuvosa/ Fig. 3.J – 20 metros da Mata Atlântica na estação chuvosa/ Fig. 3.K – 40 metros da Mata Atlântica na estação chuvosa/ Fig. 3.L – 60 metros da Mata Atlântica na estação chuvosa/ Fig. 3.M – 10 metros da Mata Atlântica na estação seca/ Fig. 3.N – 20 metros da Mata Atlântica na estação seca/ Fig. 3.O – 40 metros da Mata Atlântica na estação seca/ Fig. 3.P – 60 metros da Mata Atlântica na estação seca.

Caatinga (Estação chuvosa)

Mata Atlântica (Estação chuvosa)

10 metros

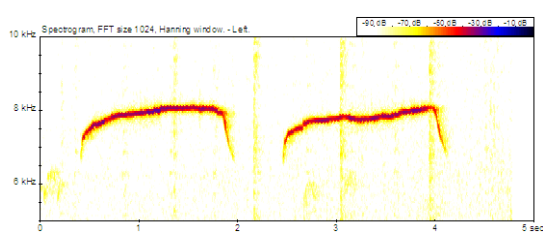


Fig. 3-A

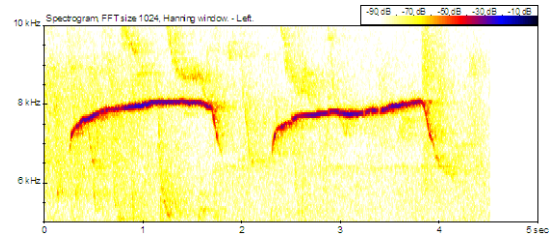


Fig. 3-E

20 metros

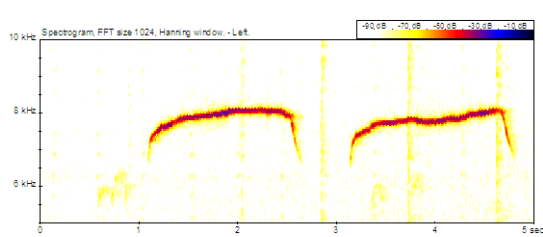


Fig. 3-B

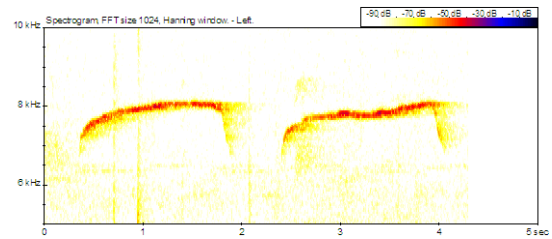


Fig. 3-F

40 metros

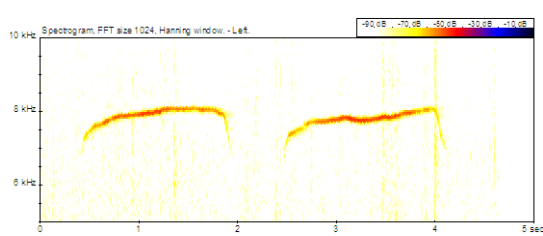


Fig. 3-C

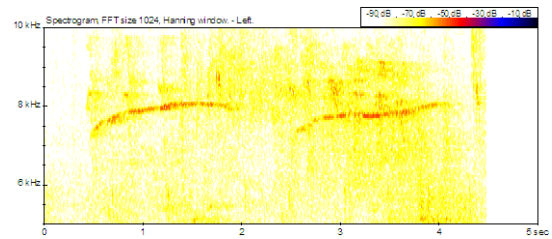


Fig. 3-G

60 metros

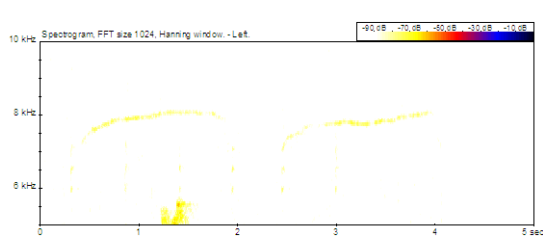


Fig. 3-D

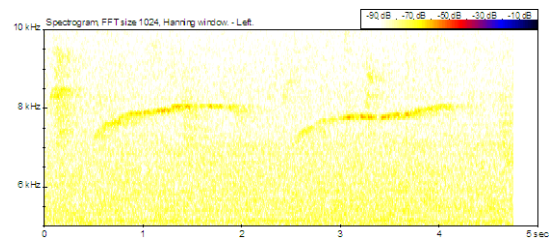


Fig. 3-H

Caatinga (Estação seca)

Mata Atlântica (Estação seca)

10 metros

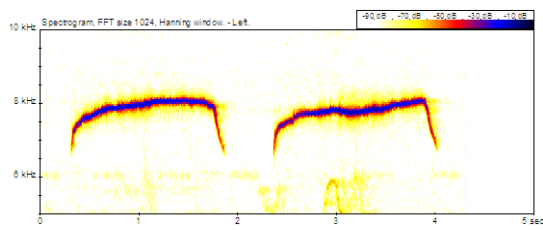


Fig. 3-I

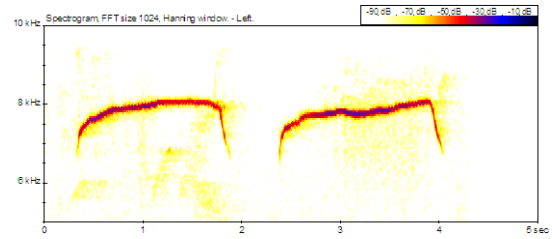


Fig. 3-M

20 metros

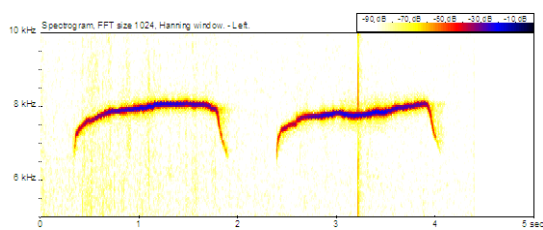


Fig. 3-J

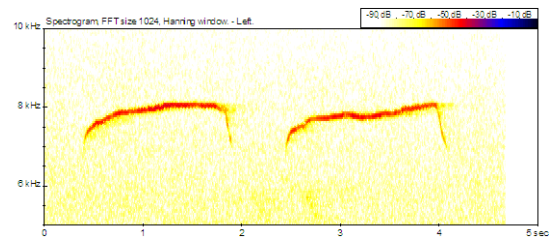


Fig. 3-N

40 metros

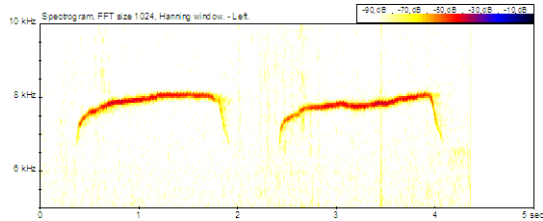


Fig. 3-K

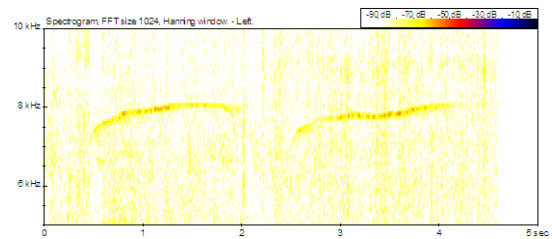


Fig. 3-O

60 metros

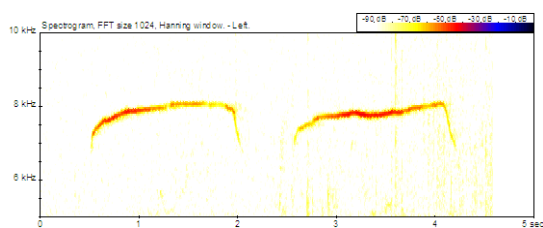


Fig. 3-L

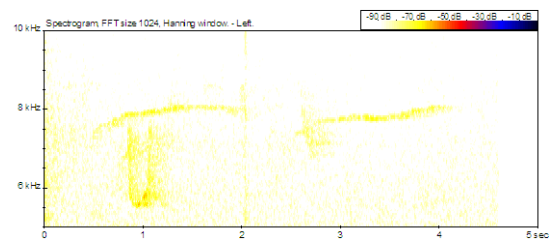
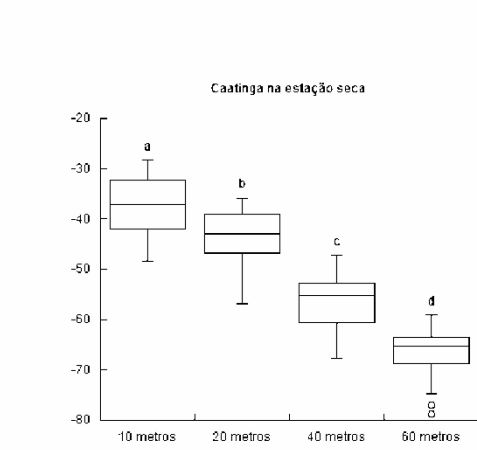
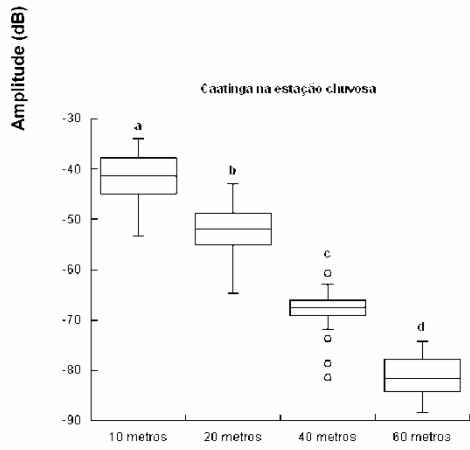
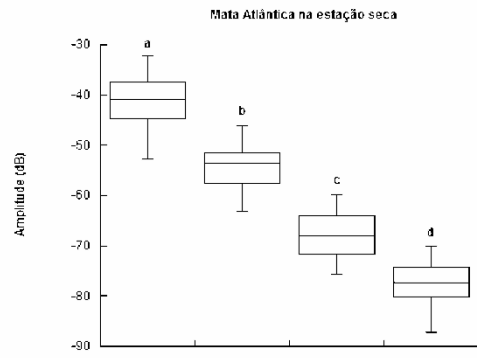
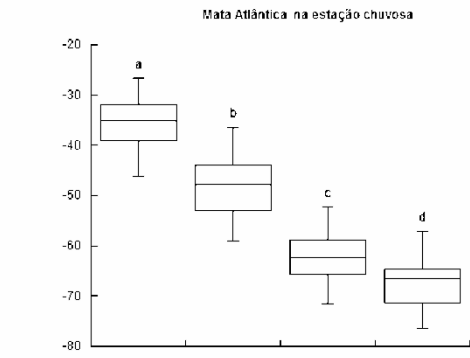


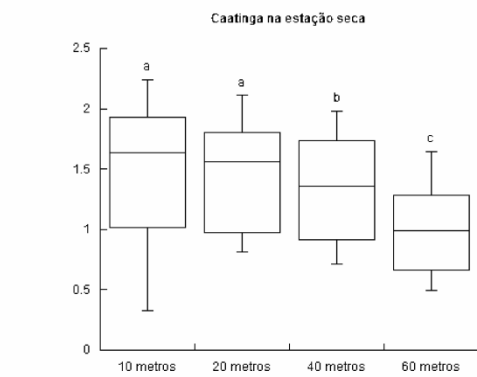
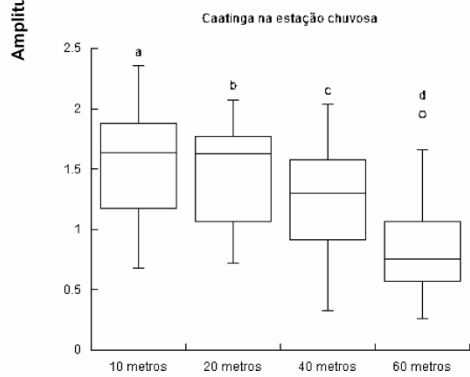
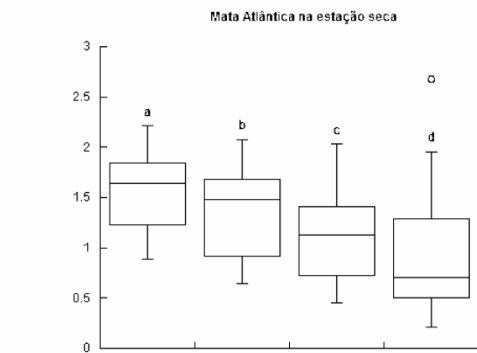
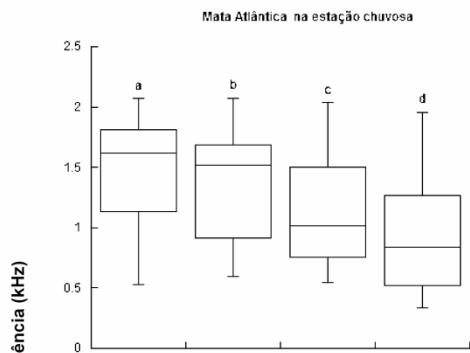
Fig. 3-P

### ANEXO 3 – FIGURAS DOS GRÁFICOS

Figura 4. Comparação das mudanças nas características físicas referentes à amplitude, amplitude da frequência, frequência de máxima energia e duração do *phee call* ao longo das distâncias (10, 20, 40 e 60 metros) da fonte sonora entre a Caatinga e a Mata Atlântica (períodos: seco e chuvoso). Estatística: teste de Wilcoxon, seguido da correção sequencial de Bonferroni. Letras diferentes representam resultados significativos ao nível de  $p \leq 0.05$ . Letras iguais significam resultados não-significativos. CAA CHU = Caatinga no período chuvoso; CAA SEC = Caatinga no período seco; MA CHU = Mata Atlântica no período chuvoso; MA SEC = Mata Atlântica no período seco; kHz= quilohertz; dB = decibéis; MS = milissegundo.

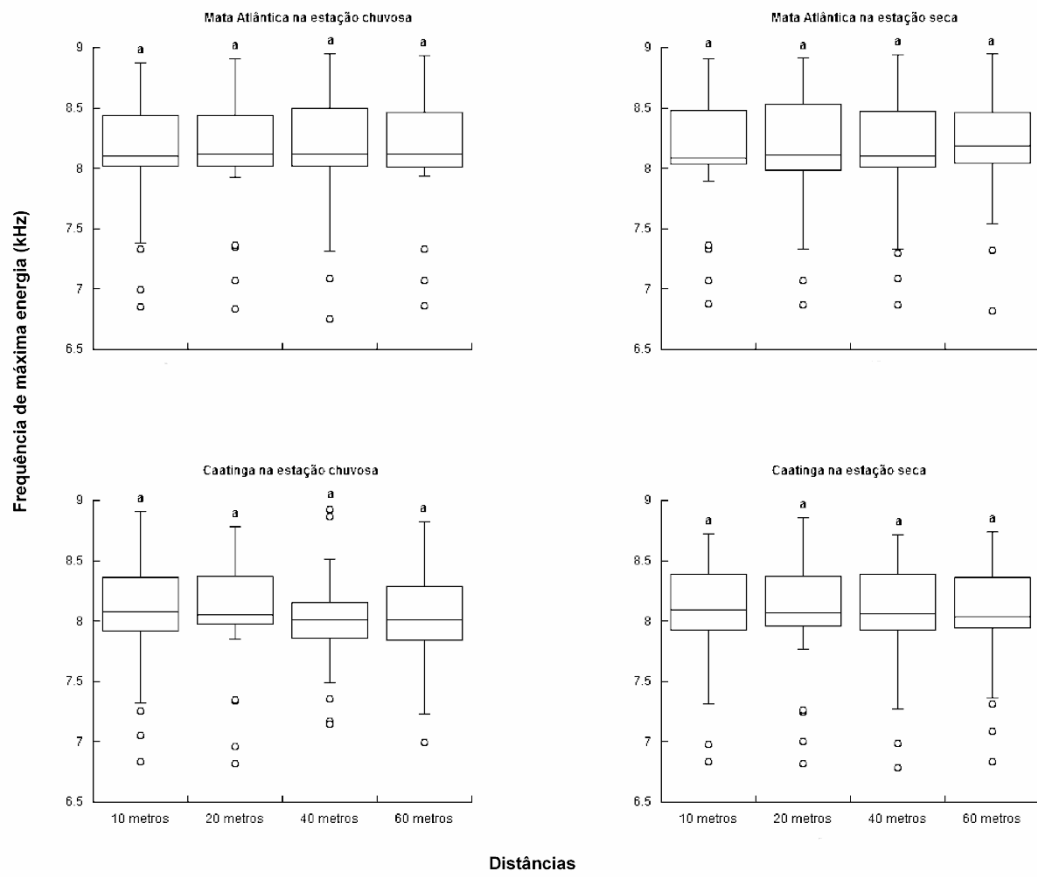


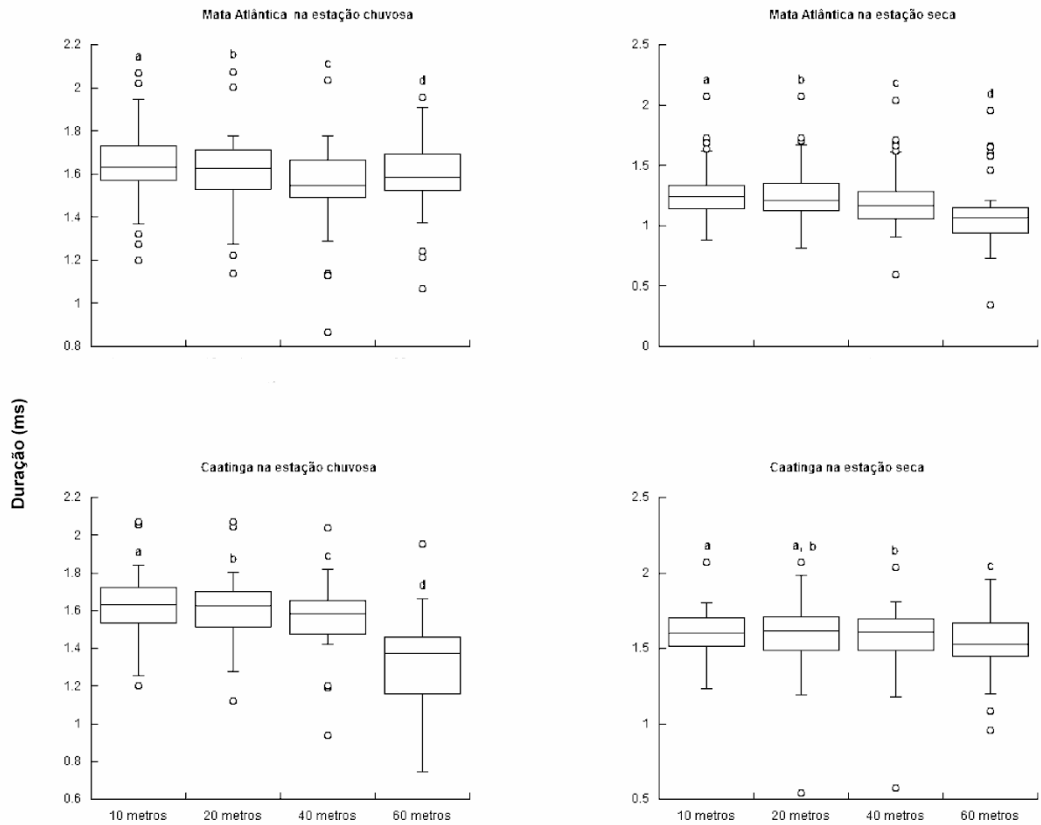
**Distâncias**



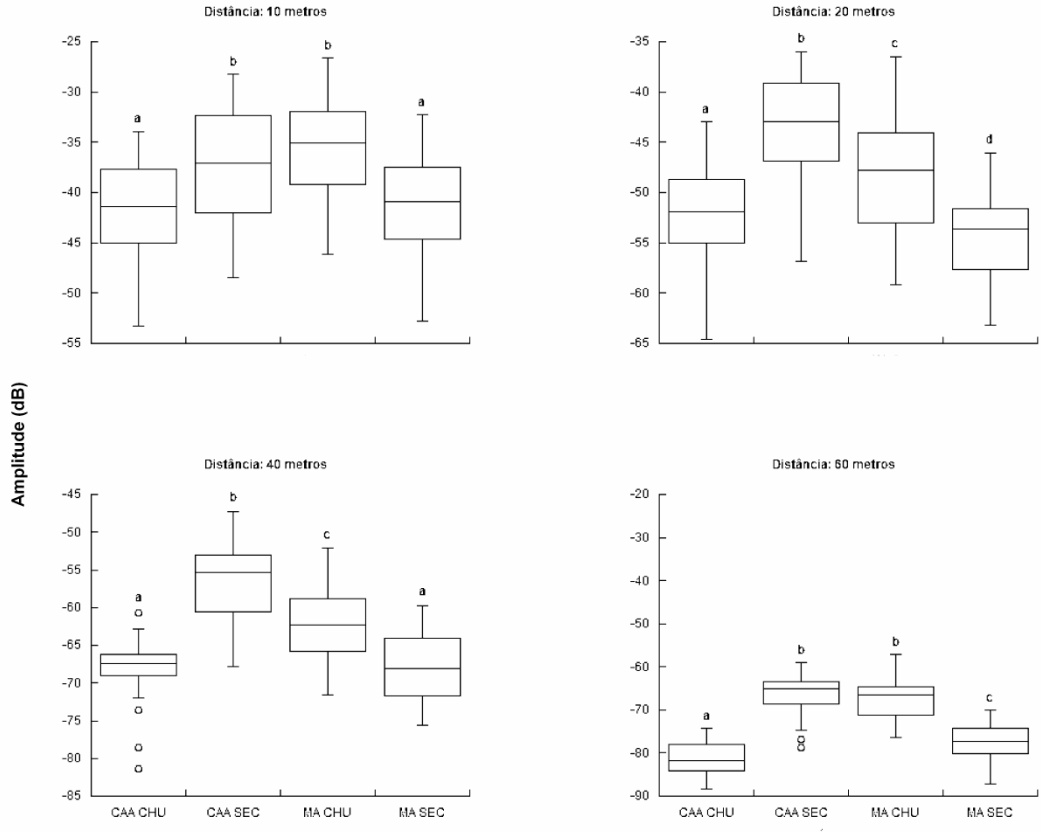
**Distâncias**



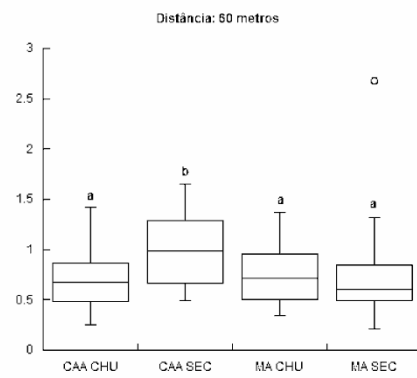
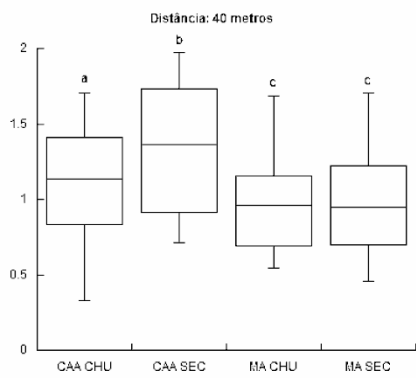
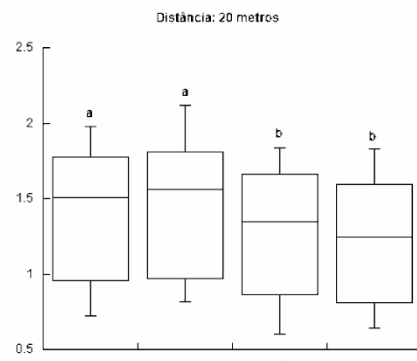
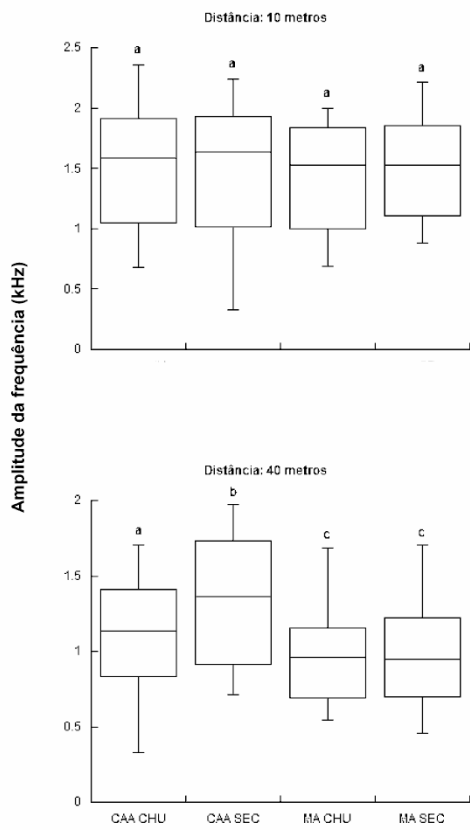




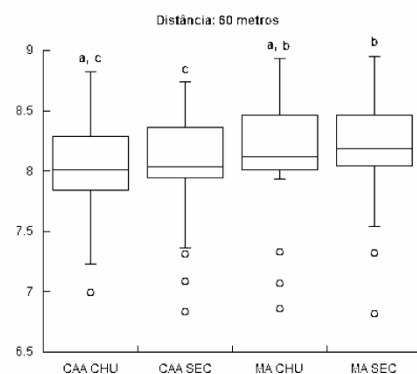
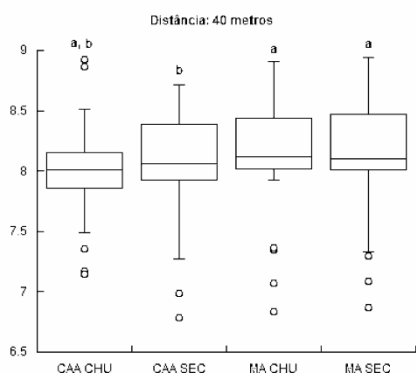
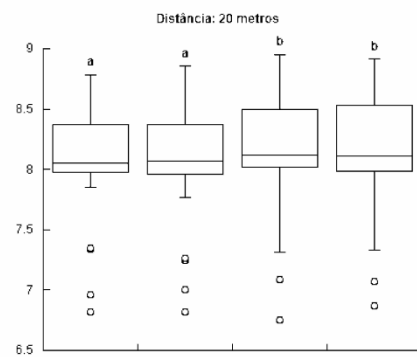
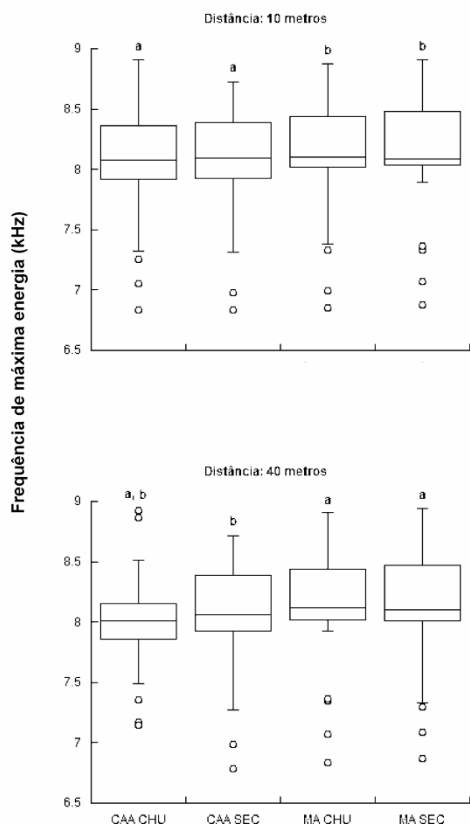
**Distâncias**



**Ambientes / Estacionalidade**



**Ambientes / Estacionalidade**



**Ambientes / Estacionalidade**

