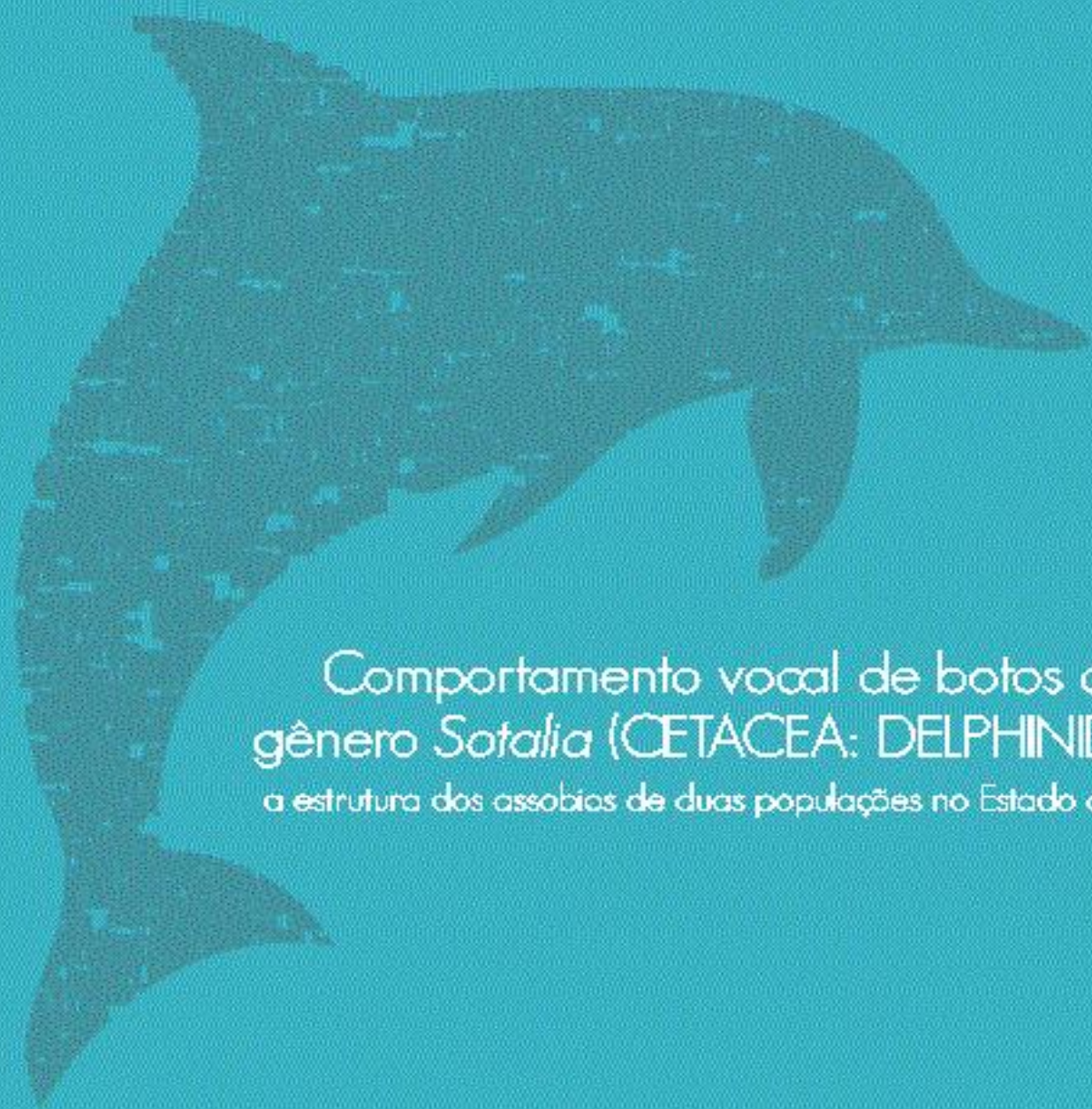




Comportamento vocal de botos do
gênero *Sotalia* (CETACEA: DELPHINIDAE):
a estrutura dos assobios de duas populações no Estado do Pará

**COMPORTAMENTO VOCAL DE BOTOS DO GÊNERO *SOTALIA* (CETACEA:
DELPHINIDAE): A ESTRUTURA DOS ASSOBIOS DE DUAS POPULAÇÕES NO
ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Teoria e Pesquisa do Comportamento

Área de concentração: Ecoetologia

Orientadora: Prof^a Dra. Maria Luisa da Silva

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Luisa da Silva
UFPA
Departamento de Biologia
Pós Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento
Orientadora

Prof. Dr. Jacques Marie Edme Vielliard
UNICAMP
Departamento de Zoologia
Membro

Prof. Dr. Alexandre Freitas Azevedo
UERJ
Departamento de Oceanografia
Membro

Prof^a. Dr^a. Celina Magalhães
UFPA
Departamento de Psicologia Experimental
Pós Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento
Suplente

Aos meus pais Neusa e Jorge,
por tudo que não consigo
expressar em palavras.

"Boto é um animal aquático
mamífero e não gosta de choro de
criança. Quando alguém assobia,
ele corre logo em direção do
barco... É aí que não pára, pula, dá
cambalhotas, faz maresia passa de
um lado para o outro numa
disparada..."

(criança da Vila de Prainha,
Baía de Marapanim-PA)

Agradecimentos

- Aos Botos da Baía de Marapanim e Rio Tapajós, por “conversarem” bastante e continuarem me “encantando”;
- Aos meus pais, Neusa e Jorge, por todos os ensinamentos, por continuarem acreditando, torcendo, vocês são minha inspiração, sempre!
- Aos meus tios Almir e Waldir, e ao meu primo Neto, que estiveram do meu lado no início de tudo, nunca esquecerei o apoio que vocês me deram;
- Às minhas tias, Célia, Beth, Eliete, Ceíça, Toninho, Mauro, Bá, pelo carinho e o constante apoio durante a realização desse trabalho;
- Ao Wellton Sousa por ser meu guia na busca pelos botos no rio Tapajós, pela sua paciência em esperar pelos bichos, obrigada por tudo;
- Ao Ricardo Sampaio, por me receber em sua casa em Alter, por toda a ajuda, pela amizade;
- Chantal, por me acolher em sua casa em Alter do Chão, e ao Jairo mais dois amigos que ganhei dos botos, por todo apoio em Alter do Chão;
- Ao meu amigo Vitor S. Lima, pelos *posters*, capas, enfim por toda a parte artística dos meus trabalhos;
- A Laura e Cris, minhas amigas, pelo carinho, pelo constante incentivo, e torcida para que tudo desse certo;
- A Hinglia, amiga-irmã, que sempre esteve do meu lado, torcendo, acreditando, e ‘metendo a mão na massa’ todas as vezes que precisei;
- A Leiliany, minha amiga querida por me ajudar nas coletas, nas análises dos dados, por ser minha parceira sempre, me incentivando e dividindo os momentos de aperreio fazendo tudo se tornar mais fácil;
- A Myra e Beta, minhas irmãs do coração, pela torcida constante, pelo apoio incondicional, as revisões nos textos, “vocês não existem”!;
- A Angel por ser minha parceira de trabalho, na Baía de Marapanim e Alter, por dividir comigo as dificuldades e as conquistas;
- A Alê e Maíra, por tudo que têm me ensinado, pelo super apoio, Alê muito obrigada pelas revisões no texto, pelo incentivo, por tudo!

- Ao Salvatore Siciliano, meu amigo, professor, coordenador, por dividir comigo sua experiência com os cetáceos, me ensinar sempre, pela confiança e incentivo constante: muito obrigada!
- Ao Alexandre Azevedo, por me ensinar os primeiros passos no estudo da comunicação de *Sotalia*, quando nem imaginávamos que eu seguiria por esse caminho; pelas “milhares” de dúvidas solucionadas, e também por aceitar participar da banca, muito obrigada!
- A Lílian Hoffman, a Binha, pelas discussões a respeito do meu trabalho, pelas sugestões no texto, pelo apoio e incentivo, obrigada gurial!
- A Malu, minha orientadora, que depois de tantos “nãos” que recebi, foi quem aceitou me orientar, dando a oportunidade de iniciar os estudos sobre os mamíferos aquáticos;
- Ao Jacques Viellard, por compartilhar comigo sua experiência com bioacústica, pelas valiosas sugestões durante o trabalho, as correções no artigo, e por aceitar participar da banca;
- A Dona. Bené e Seu. Palheta, e Dona Dió, Dona. Vera e Sr. Luis, pela contribuição com o barco, as poesias da Dona Vera e as conversas animadas depois de um dia inteiro de trabalho na Baía de Marapanim;
- Ao Paulo Coutinho e a Kátia por terem me recebido carinhosamente em Alter do Chão e por me ajudarem com a logística;
- A Dra. Albertina por ter emprestado o barco usado nas coletas no rio Tapajós, pela confiança; a Viviane e Elildo pela ajuda em Alter do Chão, sou muito grata a vocês;
- A Pós-graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento, e todos os professores, pela oportunidade de aprender sobre comportamento animal;
- Ao CNPq pela bolsa concedida e ao BECA pelo apoio financeiro imprescindível a realização das viagens de campo;

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Ordem Cetacea.....	1
1.2. A comunicação sonora animal.....	2
1.3. Capacidade auditiva dos odontocetos.....	4
1.4. Funções do som nos Cetáceos.....	7
1.5. O gênero <i>Sotalia</i> (Gray, 1866).....	9
2. AS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	11
2.1. O boto-cinza <i>Sotalia guianensis</i>	11
2.2. Distribuição geográfica do Boto-cinza.....	14
2.3. Estudos das emissões sonoras de <i>Sotalia guianensis</i>	14
2.4. A Baía de Marapanim.....	15
2.5. O Tucuxi <i>Sotalia fluviatilis</i>	17
2.6. Distribuição geográfica do Tucuxi.....	19
2.7. Estudos das emissões sonoras do Tucuxi <i>S. fluviatilis</i>	20
2.8. O Rio Tapajós.....	21
3. OBJETIVOS.....	23
3.1. Objetivos específicos.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1. Coleta de dados.....	24
4.2. Transcrição das gravações.....	25
4.3. Análise dos dados.....	26
4.3.1. As análises bioacústicas.....	26
4.3.2. As análises estatísticas.....	28
5. RESULTADOS.....	30
5.1. Caracterização da formação de grupos de <i>Sotalia guianensis</i>	30
5.2. Os assobios de <i>S. guianensis</i>	31
5.3. Caracterização das emissões sonoras de <i>S. guianensis</i>	33

5.4. Pontos de inflexão.....	34
5.5. Duração.....	35
5.6. Freqüências.....	36
5.6.1. Freqüência Mínima e Máxima.....	36
5.6.2. Freqüências Inicial e Final.....	38
5.7. Caracterização da formação de grupos de <i>Sotalia fluviatilis</i>	43
5.8. Os assobios de <i>S. fluviatilis</i>	44
5.9. Caracterização das emissões sonoras de <i>S. fluviatilis</i>	48
5.10. Pontos de inflexão.....	49
5.11. Duração.....	51
5.12. Freqüências.....	53
5.12.1. Freqüência Mínima e Máxima.....	53
5.12.2. Freqüências Iniciais e Finais.....	54
6. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE BIOACÚSTICA ENTRE <i>Sotalia guianensis</i> E <i>S. fluviatilis</i>	59
7. DISCUSSÃO.....	63
7.1. Características de formação de grupos.....	63
7.2. Características gerais dos assobios de <i>S. guianensis</i>	64
7.3. Características gerais dos assobios de <i>S. fluviatilis</i>	67
7.4. Comparação entre assobios de <i>S. guianensis</i> e <i>S. fluviatilis</i>	69
8. SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	71
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Botos-cinza na Baía de Marapanim, Pará, Brasil.....	12
Figura 2	Mapa da Baía de Marapanim.....	16
Figura 3	Tucuxis no Rio Tapajós, Pará, Brasil.....	18
Figura 4	Rio Tapajós, Pará.....	21
Figura 5	Representação freqüência fundamental de um assobio com a indicação dos parâmetros acústicos medidos.....	27
Figura 6	Tamanho de grupo <i>S. guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	30
Figura 7	Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios.....	32
Figura 8	Distribuição da ocorrência ou ausência de pontos de inflexão nos assobios de <i>S. guianensis</i> , na Baía de Marapanim, Pará.....	34
Figura 9	Distribuição da duração dos assobios emitidos por <i>S.</i> <i>guianensis</i> na Baía de Marapanim	35
Figura 10	Gráfico da correlação entre duração e número de pontos de inflexão em assobios de <i>S. guianensis</i>	36
Figura 11	Distribuição de valores de freqüência mínima dos assobios emitidos por <i>S. guianensis</i> em categorias.....	37
Figura 12	Distribuição de valores de freqüência máxima dos assobios emitidos por <i>S. guianensis</i> em categorias.....	37
Figura 13	Distribuição de valores de freqüências iniciais dos assobios emitidos por <i>S. guianensis</i> em categorias.....	38
Figura 14	Distribuição de valores de freqüências finais dos assobios emitidos por <i>S. guianensis</i> em categorias.....	39
Figura 15	Tamanho de grupo <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará.....	43
Figura 16	Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios.....	46

Figura 17	Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios.....	47
Figura 18	Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios.....	48
Figura 19	Distribuição do número de pontos de inflexão nos assobios de <i>S. fluviatilis</i> , no Rio Tapajós, Pará.....	50
Figura 20	Distribuição da duração dos assobios de <i>S. fluviatilis</i> , no Rio Tapajós, Pará.....	51
Figura 21	Gráfico da correlação entre duração e número de pontos de inflexão em assobios de <i>S. fluviatilis</i>	52
Figura 22	Distribuição de valores de frequência mínima dos assobios emitidos por <i>S. fluviatilis</i> em categorias.....	53
Figura 23	Distribuição de valores de frequências máximas dos assobios emitidos por <i>S. fluviatilis</i> em categorias.....	54
Figura 24	Distribuição de valores de frequências iniciais dos assobios emitidos por <i>S. fluviatilis</i> em categorias.....	55
Figura 25	Distribuição de valores de frequências finais dos assobios emitidos por <i>S. fluviatilis</i> em categorias.....	55
Figura 26	Dendrograma utilizando como parâmetros duração, frequência inicial, final, mínima, máxima e número de pontos de inflexão.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variáveis acústicas medidas para cada assobio de <i>Sotalia guianensis</i> gravado.....	27
Tabela 2	Assobios de <i>Sotalia guianensis</i> categorizados em 5 tipos e subtipos de acordo com o número de pontos de inflexão	31
Tabela 3	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios de <i>Sotalia guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	33
Tabela 4	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo I de <i>Sotalia guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	40
Tabela 5	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo II de <i>Sotalia guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	40
Tabela 6	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo III de <i>Sotalia guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	40
Tabela 7	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo IV de <i>Sotalia guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	41
Tabela 8	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo V de <i>Sotalia guianensis</i> na Baía de Marapanim, Pará.....	41
Tabela 9	Assobios de <i>S. fluviatilis</i> caracterizados em 6 tipos e subtipos de acordo com o número de pontos de inflexão.	45
Tabela 10	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará.....	49
Tabela 11	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo I de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará ...	56

Tabela 12	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo II de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará...	56
Tabela 13	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo III de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará..	57
Tabela 14	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo IV de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará..	57
Tabela 15	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo V de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará...	57
Tabela 16	Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do tipo VI de <i>S. fluviatilis</i> no Rio Tapajós, Pará..	58
Tabela 17	Teste Mann Whitney para amostras independentes.....	62
Tabela 18	Médias e desvios padrão de parâmetros acústicos dos assobios de <i>S. guianensis</i> apresentados em alguns estudos anteriores.....	65
Tabela 19	Médias e desvios padrão de parâmetros acústicos dos assobios de <i>S. fluviatilis</i> apresentados em alguns estudos anteriores.....	68

RESUMO

As vocalizações das duas espécies de *Sotalia* foram registradas em áreas de sua distribuição no Estado do Pará, o Boto-cinza *S. guianensis* na Baía de Marapanim (00°32'30"S, 047°28'45"W) e o Tucuxi *S. fluviatilis* no Rio Tapajós (02°27'04"S, 055°01'08"W). As vocalizações foram registradas através de um hidrofone Aquarian Hydrophone System acoplado a um gravador digital (TASCAM DA-P1), digitalizadas e analisadas através dos programas Adobe Audition 1.5 e Avisoft SASLab Pro 4.3. A partir das vocalizações gravadas, um total de 518 assobios foram selecionados para análise. Para a caracterização dos assobios medimos os seguintes parâmetros acústicos de cada assobio selecionado: duração, frequência mínima, máxima, inicial e final, além do número de pontos de inflexão. Assobios com até 4 pontos de inflexão foram encontrados entre *S. guianensis* e com até 5 pontos de inflexão entre *S. fluviatilis*. Os assobios de *S. guianensis* duram em média $253,5 \pm 130,4$ ms, com variação de frequência mínima entre 3,0 e 19,2 kHz (média = $10,0 \pm 3,0$ kHz), e frequência máxima variando de 3,8 a 24,0 kHz (média = $16,7 \pm 3,5$ kHz). Enquanto que os assobios de *S. fluviatilis* duram em média $214,8,5 \pm 152,8$ ms, com variação de frequência mínima entre 4,8 e 20,0 kHz (média = $14,8 \pm 3,3$ kHz), e frequência máxima variando de 6,8 a 22,2 kHz (média = $17,7 \pm 3,2$ kHz). Os assobios do tipo ascendente sem pontos de inflexão foram os mais frequentes (50%) entre *S. guianensis*. Em relação a *S. fluviatilis*, assobios com apenas 1 ponto de inflexão foram os mais representativos na amostra (38%). Embora haja diferenças significativas entre *S. guianensis* e *S. fluviatilis* quanto às frequências mínimas, máximas, inicial, duração e números de inflexões dos assobios, a variância intra-populacional dos parâmetros é tão grande que estes não são suficientes para distinguir as espécies.

Palavras-chaves: *Sotalia*, bioacústica, assobios.

ABSTRACT

The vocalizations of the two species of *Sotalia* genus were registered in areas of their distribution in Pará State. The Estuarine dolphin, *S. guianensis*, on Marapanim Bay (00°32'30"S, 047°28'45"W) and the Tucuxi, *S. fluviatilis*, on Tapajós River (02°27'04"S, 055°01'08"W). The vocalizations were registered using a hydrophone Aquarian Hydrophone System connected to a digital recorder (TASCAM DA-P1), digitalized and analyzed using the softwares Adobe 1.5 Audition and Avisoft SASLab Pro 4.3. From the recorded vocalizations, a total of 518 whistles were selected for analysis. For the characterization of the whistles, we measured the following acoustic parameters of each whistle selected: duration, minimum frequency, maximum frequency, initial and final frequency, as well as the number of inflection points. Whistles with more than 4 points of inflection were found among *S. guianensis* and with more than 5 points of inflection among *S. fluviatilis*. *S. guianensis* whistles lasted, in average, $253,5 \pm 130,4$ ms, with variation of minimum frequency between 3,0 and 19,2 kHz (average = $10,0 \pm 3,0$ kHz), and the maximum frequency varying of 24,0 to 3,8 kHz (average = $16,7 \pm 3,5$ kHz). Ascending type whistles without inflection points were the most frequent (50%) among *S. guianensis*. Whistles with only 1 point of inflection were the most representative in the sample (38%) among *S. fluviatilis*. Although there are significant differences between *S. guianensis* e *S. fluviatilis* in relation to minimum, maximum and initial frequencies, duration and number of whistles inflections, the intrapopulational parameters variance is so wide that these variables are not sufficient to make distinctions between species.

Key-words: *Sotalia*, bioacoustics, whistles.

1. INTRODUÇÃO

1.1.Ordem Cetacea

Mamíferos aquáticos são totalmente ou parcialmente dependentes da água para sobreviver (Randall e cols., 2002). Esses mamíferos são classificados dentro de 3 Ordens: a ordem Carnívora, que inclui os ursos polares, lontras e Pinípedes (focas, lobos e leões marinhos), a ordem Sirenia, dos Peixes-bois e Dugongos e finalmente a Ordem Cetacea, que inclui as grandes baleias de barbatana e os golfinhos.

Os 17 gêneros e 34 espécies de golfinhos pertencentes à família Delphinidae estão distribuídos praticamente em todo o mundo, com exceção das águas polares, incluindo alguns sistemas de rios tropicais na Ásia e América do Sul (Randall e cols., 2002; Feldhamer e cols., 1999), submetidos a condições ambientais, hábitos alimentares e reprodutivos bastante diversos (Bastida e Rodríguez, 2003). Os representantes dessa família são comumente chamados de golfinhos oceânicos, apesar de alguns serem chamados de baleias, ou ainda existirem espécies que vivem em rios e lagos (Randall e cols., 2002).

Os delfínídeos constituem a mais variada família da Ordem Cetacea, apresentando pequenos representantes como Tucuxi *Sotalia fluviatilis*, que mede 1,5 metros em média até a Orca *Orcinus orca* com uma média de comprimento de 9 metros. Apresentam poucas características comuns à maioria das espécies,

como a presença de um único respiráculo no topo da cabeça e uma nadadeira caudal forte, geralmente tem rostro em forma de bico, uma nadadeira dorsal falcada no meio do dorso, entretanto essas características também podem estar ausentes em algumas espécies. A coloração da pele dos delfínídeos pode apresentar um padrão de preto e branco, com ou sem faixa cinza intermediária, ou todo preto, uniformemente cinza, pintado, ou ainda completamente branco (Randall e cols., 2002).

Muitas diferenças morfológicas nessa família são relacionadas com a alimentação. Os hábitos alimentares dos delfínídeos variam no tamanho das presas capturadas, distância da costa e profundidade de mergulho (Feldhamer e cols., 1999).

1.2. A comunicação sonora animal

Ao longo da evolução pelo processo de seleção natural, uma melhor interação entre os animais foi sendo estabelecida, e assim, os sinais por eles emitidos foram modelados para tornar mais efetiva sua comunicação (Krebs e Davies, 1996). Através do emprego de diferentes mensagens, os animais têm a capacidade de fornecer informações relacionadas à sua identidade (espécie, sexo); posição no grupo; estado emocional (medo, agressividade); comportamento (cuidado parental, reprodução); seus predadores, e ainda informações de si mesmos relacionadas ao ambiente (deslocamentos, ecolocalização). Dawkins

(1989) comenta que através da comunicação os animais influenciam um ao outro para se associarem em bandos, cardumes e manadas. Nesse contexto, a produção de informações não é acidental, mas ocorre porque beneficia mensageiro e receptor, apesar dos custos energéticos envolvidos em sua transmissão (Bradbury e Vehrencamp, 1998).

Seguindo esta linha de raciocínio, Green e Marler (1979) dividiram a comunicação em duas subcategorias: “estados”, quando o sinal é permanente para o indivíduo, podendo ser representado por coloração da plumagem, ornamentação, aroma, etc, e “eventos”, nos quais os sinais são empregados em períodos curtos, como sons, descargas elétricas, detecção visual de movimentos e tato.

De acordo com Silva (2001), a emissão e recepção de um sinal dependem da capacidade fisiológica e anatômica especializadas do animal, as quais são adaptadas à modalidade do sinal e ao meio onde vivem esses animais. Assim, uma coloração diferenciada, um pulso elétrico ou uma emissão sonora não serão detectados igualmente pelo receptor conforme seu habitat (Halliday e Slater, 1983).

A comunicação sonora representa ainda uma função central na estruturação social dos animais (Halliday e Slater, 1983), em especial entre os mamíferos aquáticos, devido a diversos fatores como a grande eficácia da propagação do som na água (Souza-Lima, 1999). A densidade da água do mar é quase 850 vezes maior que a do ar, assim na água a energia sonora percorre uma distância bem maior e sofre menor atenuação, ultrapassando obstáculos físicos e

visuais (Santos, 1998); outro fator importante é a eficiência dos sinais acústicos durante o dia e a noite, inclusive quando a visão é limitada (Souza-Lima, 1999; Baptista e Gaunt, 1997; Santos, 1998), como ocorre nos rios amazônicos.

Morris (1989) acredita que foi por meio do desenvolvimento de um sistema sensorial único baseado no som que os ancestrais das baleias conquistaram os oceanos, há milhares de anos, e de posse de tal habilidade puderam capturar alimentos no escuro do oceano profundo e competir, com sucesso, com os tubarões no seu próprio ambiente. O sucesso desse sistema é constatado hoje entre os golfinhos, através da produção de uma grande diversidade de vocalizações comuns no contato intra e inter-específico, usadas em sua navegação, orientação e comunicação.

1.3. Capacidade auditiva dos Odontocetos

Cetáceos delfinídeos são conhecidos por sua impressionante capacidade de produzir e perceber sons (Caldwell e cols., 1990). Os sons produzidos por odontocetos têm funções relativas à navegação e comunicação, e são divididos em duas largas categorias: sons pulsantes e tonais (Popper, 1980; Richardson e cols., 1998).

As pesquisas com bioacústica de cetáceos, assim como de outros grupos de animais, apresentam a grande vantagem de usar uma metodologia não

invasiva e fornecer informações importantes sobre comportamento (Baptista e Gaunt, 1997).

Os cetáceos têm um avançado sistema auditivo, sendo capazes de escutar embaixo d'água tão bem, senão melhor que os humanos no ar. Os odontocetos, ou baleias dentadas produzem sinais ultrasônicos de ecolocalização para forragear e caçar, enquanto os mysticetos, baleias de barbatanas, produzem infra-sons, contendo frequências de até 10Hz (Miller e cols., 2006).

O aparelho auditivo dos cetáceos passou por modificações especiais ao longo da evolução, reajustando um conjunto complexo de estruturas que estavam adaptados à propagação do som no ar no seu ancestral terrestre. O canal acústico-auditivo nos golfinhos é bastante especializado, a recepção e interpretação do som representam para eles o principal modo de receber informações sobre o meio (Berta e Sumich, 1999).

Os cetáceos não têm ouvido externo (orelhas), este estabeleceria uma região de atrito incoerente para o corpo hidrodinâmico dos cetáceos. Para os mamíferos terrestres, a orelha tem a função de amplificar e perceber diferenças no tempo de chegada dos sons, na água essa capacidade é inviabilizada pela velocidade que o som se propaga (Santos, 1998).

As duas cápsulas auditivas, que rodeiam o ouvido médio e interno – conhecidas como complexo tímpano-temporal, não são conectadas ao cérebro, e são isoladas uma da outra, suspensas em uma cavidade fora do crânio, rodeadas por tecido adiposo. Isso cria uma boa percepção de sons de diferentes direções. A membrana timpânica é vastamente diferente em forma e possivelmente em função

dos mamíferos terrestres, em contrapartida, a cóclea dos odontocetos parece ter a mesma organização básica como as de outros ouvidos externos de mamíferos terrestres (Miller e cols., 2006).

Várias propostas têm sido apresentadas tentando evidenciar a via mais efetiva para a condução dos sinais acústicos até a cóclea. Alguns autores acreditam que o canal auditivo externo, ainda que preenchido por restos de material celular e cerume (Ketten, 1992), seja a via mais importante (Fraser e Purves, 1954; Popov e Supin, 1990).

Uma hipótese bem aceita atualmente é a da condução de som pelo canal mandibular, no qual existe um canal de gordura que direciona o som através da janela acústica até a bula timpânica (Norris e Harley, 1974).

Ketten (1992) defende que uma via de transmissão sonora não exclui as demais possibilidades, mesmo que o canal mandibular seja especializado para a condução de ultra-sons, as outras vias poderão conduzir adequadamente os sons de frequência mais baixas.

Resumindo, os golfinhos devem perceber o sinal sonoro através de vários canais. É possível que existam vias efetoras especializadas para bandas de frequências acústicas altas e baixas, no entanto os mecanismos anatômico-fisiológicos ainda não estão completamente estabelecidos (Santos, 1998).

1.4. Funções do som nos cetáceos

De maneira geral o som apresenta duas funções básicas para os cetáceos: ecolocalização e comunicação (Hoffmann, 2004).

A ecolocalização é expressa por meio de cliques - sons pulsantes utilizados para localizar objetos, cardumes, e se localizar no espaço (Kamminga e cols., 1993). Verifica-se que a mesma envolve um processo ativo de transmissão de sons pulsados, os quais são refletidos pelo objeto, em seguida esse eco é transmitido ao cérebro e interpretado na forma de uma imagem tridimensional contendo informações como distância, tamanho e até mesmo consistência do objeto, mesmo quando fora do alcance do campo de visão e sendo extremamente útil no deslocamento em águas turvas. Esse é um sistema bastante sensível, através do qual os golfinhos são capazes de identificar presas bem pequenas, onde a visão é bastante limitada (Morris, 1989; Kamminga e cols., 1993).

A comunicação entre a maioria dos cetáceos ocorre por meio dos assobios, que são os sons utilizados na comunicação intra-específica (Popper, 1980), considerados sinais usados para regularizar a organização e a função do grupo (Norris e cols., 1994; Janik e Slater, 1998). A exceção ocorre no caso do Cachalote *Physeter macrocephalus* cuja comunicação é feita através de um sistema articulado definido por emissões contínuas de cliques (André e Kamminga, 2000). Assobios são sons puros de frequência constante ou variando ao longo do tempo, o que caracterizaria um som com frequência modulada, podendo conter harmônicos (Lammers e cols., 2003; Santos, 1998).

Tyack (1986) acredita que pesquisas com assobios de delfínídeos têm contribuído ao nosso conhecimento da comunicação sonora de mamíferos, possibilitando a identificação da qualidade e a quantidade de informações trocadas por esses indivíduos. Comparações dos assobios de muitas populações de Golfinho-nariz-de-garrafa *Tursiops truncatus* sugerem que, embora possam existir diferenças nos assobios emitidos por indivíduos de uma mesma população, existem ainda características peculiares a cada população (Wang e cols., 1995).

Esses sons, conhecidos por assobios-assinatura, possuem um importante papel nas interações sociais desses animais (Berta e Sumich, 1999), pois as espécies de golfinhos mais sociais também são conhecidas por assobiar mais (Berta e Sumich, 1999).

1.5. O gênero *Sotalia* (Gray, 1866)

A taxonomia dos golfinhos do gênero *Sotalia* tem passado por uma série de mudanças. Já foram descritas cinco espécies de *Sotalia*: *Delphinus fluviatilis* (Gervais, 1853), *Delphinus pallidus* (Gervais, 1855), *Steno tucuxi* (Gray, 1856), *Delphinus guianensis* (E. van Bénédén, 1864), *Sotalia brasiliensis* (E. van Bénédén, 1875). Em seguida, durante muito tempo considerou-se o gênero como monoespecífico, *Sotalia fluviatilis* (van Benédén e Gervais, 1880), contendo dois ecótipos, um marinho e um fluvial (Borobia, 1992; da Silva e Best, 1996). Alguns autores defenderam a existência de duas subespécies: *S. fluviatilis fluviatilis* (Gervais, 1853) para espécimes de hábitos fluviais e *S. f. guianensis* (E. van Bénédén, 1875) para espécimes de hábitos marinhos (Rice, 1977). Outros consideravam o gênero monoespecífico com a presença de dois ecótipos: um fluvial e outro marinho (Borobia e cols., 1991; Hetzel e Lodi, 1993; da Silva e Best, 1996). A proposta de existência de dois ecótipos para essa espécie foi baseada em uma análise multivariada de caracteres externos e cranianos, onde as variáveis morfométricas foram atribuídas em diferentes pressões ambientais nos habitats marinhos e fluviais (Silva e Best, 1996).

Posteriormente, Monteiro-Filho (1991) através de um estudo de morfometria de crânio sugeriu que os ecótipos pertencentes ao gênero *Sotalia*, até o momento considerado como monoespecífico, fossem elevados à categoria de espécie, *S. guianensis* para os ecótipos marinhos e *S. fluviatilis* para os fluviais. A partir de estudos de biologia molecular realizados com amostras de tecido provenientes de vários pontos da distribuição dos botos, a proposição feita por

Monteiro-Filho (1991) foi reforçada e, portanto, sugeriu-se mais uma vez que os botos do gênero *Sotalia* fossem tratados como duas espécies diferentes (Cunha e cols., 2005). Neste estudo consideraremos a existência de duas espécies como proposto por Monteiro-Filho (1991) e Cunha e cols. (2005).

Os botos do gênero *Sotalia* são considerados espécies pouco conhecidas ao longo de sua distribuição, recebendo a classificação internacional relativa ao conhecimento de seu *status* como “dados deficientes” (IUCN, 1992; IBAMA, 2001).

Berta e Sumich (1999) enfatizaram a necessidade de realização de futuros trabalhos para analisar o repertório de assobios relacionados ao contexto comportamental e às relações sociais desses animais. Azevedo e Simão (2002) ressaltam a necessidade de estudar os parâmetros acústicos dos assobios de outras populações de Tucuxi, pois a variação intra-específica e a exata função social dos assobios ainda são desconhecidas.

2. AS ESPÉCIES ESTUDADAS

2.1. O Boto-cinza *Sotalia guianensis*

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Classe: Mammalia

Ordem: Cetacea (Brisson, 1762)

Família: Delphinidae (Gray, 1821)

Gênero: *Sotalia* (Gray, 1866)

Espécie: *Sotalia guianensis* (E. van Bénédén, 1875)

O Boto-cinza *Sotalia guianensis* (Figura 1) apresenta hábitos preferencialmente costeiros e estuarinos (Jefferson e cols., 1993; Silva e Best, 1996; Siciliano e cols., 2006). Rosas (2000) observou comprimento médio de maturidade sexual para machos entre 1,70 e 1,75 m, já as fêmeas estão maduras sexualmente com comprimento médio variando entre 1,64 e 1,69 m. O maior registro para machos observados em uma população do sudeste foi de 2,0 m (Ramos, 1997) e para fêmeas 2,06 m (Barros e Teixeira, 1994). O tempo de gestação foi estimado em 11,6 a 11,7 meses (Rosas, 2000). Não são conhecidos períodos de nascimentos na região da Baía de Marapanim, Pará.

Esta espécie possui de 30 a 36 dentes em cada ramo da mandíbula (Borobia, 1991). A coloração predominante é acinzentada, com o ventre mais claro, apresenta nadadeira dorsal triangular, e transição entre o melão e o rostro suave (Siciliano e cols., 2006).

Não apresenta dimorfismo sexual significativo, a diferença entre os sexos só pode ser observada através de distância entre a fendas genital e anal, que no caso dos machos é notadamente maior que nas fêmeas, além disso as fêmeas apresentam duas fendas mamárias localizadas lateralmente à fenda genital (Di Benedetto e cols., 2001).



Figura 1. Botos-cinza na Baía de Marapanim, Pará, Brasil (Foto. L.N. Moura).

O Boto-cinza alimenta-se basicamente de espécies pelágicas e demersais de peixes e cefalópodes (Barros e cols., 1998), o que sugere que a espécie alimenta-se em diferentes profundidades. Segundo Pantoja (2001) no estuário amazônico *Sotalia* alimenta-se basicamente de peixes e camarões com uma prevalência maior de camarões no caso das fêmeas e filhotes. Na costa central do Rio de Janeiro *Sotalia* é primariamente piscívora alimentando-se preferencialmente de teleósteos (74,3%), seguido de cefalópodes (6,4%) (Siciliano e Di Benedetto, 2007). Santos e colaboradores (2002), em região estuarina do Estado de São Paulo, também registraram maior importância de peixes na dieta de *Sotalia* no entanto nessa região a família mais representativa foi a Scianidae. Interações inter-específicas entre *S. guianensis* e aves marinhas parecem comuns, alguns trabalhos apresentam associações entre esses grupos de animais ao longo do litoral brasileiro (Lodi e Hetzel, 2000; Piacetini, 2003; Cremer e Simões-Lopes, 2004; Domit, 2006; Pereira, 2006).

Os Botos-cinza nadam em grupos coesos, muito próximos uns dos outros, o que sugere um estreito vínculo social para essa espécie, principalmente entre fêmea e filhote, associações desse tipo durando até 3 anos já foram reportadas (Domit, 2006). A espécie geralmente forma grupos pequenos de 2 a 10 indivíduos (Geise, 1991; da Silva e Best, 1994; Cremer, 2000; Monteiro-Filho, 2000; Azevedo e cols., 2005; Emin-Lima, 2006). No entanto, grandes associações foram registradas em baías do Rio de Janeiro: 450 indivíduos em Ilha Grande (Lodi e Hetzel, 1998), mais de 400 botos na Baía Norte, Santa Catarina (Flores, 2002), na

Baía de Sepetiba foram observados grupos de 200 indivíduos (Simão e cols. 2000) e na Baía de Paraty, grupos com cerca de 100 golfinhos (Lodi, 2000).

2.2. Distribuição geográfica do boto-cinza:

A espécie *S. guianensis* possui ampla distribuição e aparentemente contínua (Borobia e cols., 1991), estendendo-se ao longo da costa atlântica das Américas Central e do Sul, desde Honduras (Edwards e Schnell, 2001) até Baía Norte em Santa Catarina, no sul do Brasil (Simões-Lopes, 1988). Aparentemente não realizam grandes migrações, permanecendo numa mesma área durante o ano todo. Muitos estudos têm relatado a presença do Boto-cinza em regiões com até 20 metros de profundidade (Geise e cols., 1999; Cremer, 2000; Di Benedetto e cols., 2001; Edwards e Schnell, 2001; Lodi, 2002; Flores, 2003). Esta é uma espécie tipicamente costeira, e conhecida por freqüentar certas praias, baías e desembocaduras de rios ao longo do litoral brasileiro (Hetzl e Lodi, 1993).

2.3. Estudos de emissões sonoras de *Sotalia guianensis*

No Brasil, estudos relacionados a bioacústica do Boto-cinza são relativamente recentes. Monteiro-Filho (1991) apresentou dados referentes a estratégias de caça e repertório sonoro de golfinhos do gênero *Sotalia* na região de Cananéia, SP. Posteriormente, Monteiro-Filho e Monteiro (2001) apresentaram análises provenientes de 10 anos de gravações desta mesma localidade. Foram

publicadas caracterizações dos assobios emitidos por *Sotalia* na Baía de Guanabara (Azevedo, 2000; Azevedo e Simão, 2002) e na Baía de Sepetiba (Erber e Simão, 2004), ambas no Rio de Janeiro. Também uma ampla comparação dos assobios emitidos por *Sotalia* ao longo de sua distribuição foi descrita por Azevedo e Van Sluys (2005). Mais recentemente, Pivari (2004) apresentou a caracterização dos assobios emitidos durante o comportamento alimentar no estuário de Cananéia, SP.

2.4. A Baía de Marapanim

O estuário do Rio Marapanim (Figura 2) está localizado na costa nordeste do Estado do Pará no Município de Marapanim, limitando-se pelas seguintes coordenadas geográficas 00°32'30"S, 00°52'30"S, 047°28'45"W e 047°45'00"W (Prost e cols., 2001).

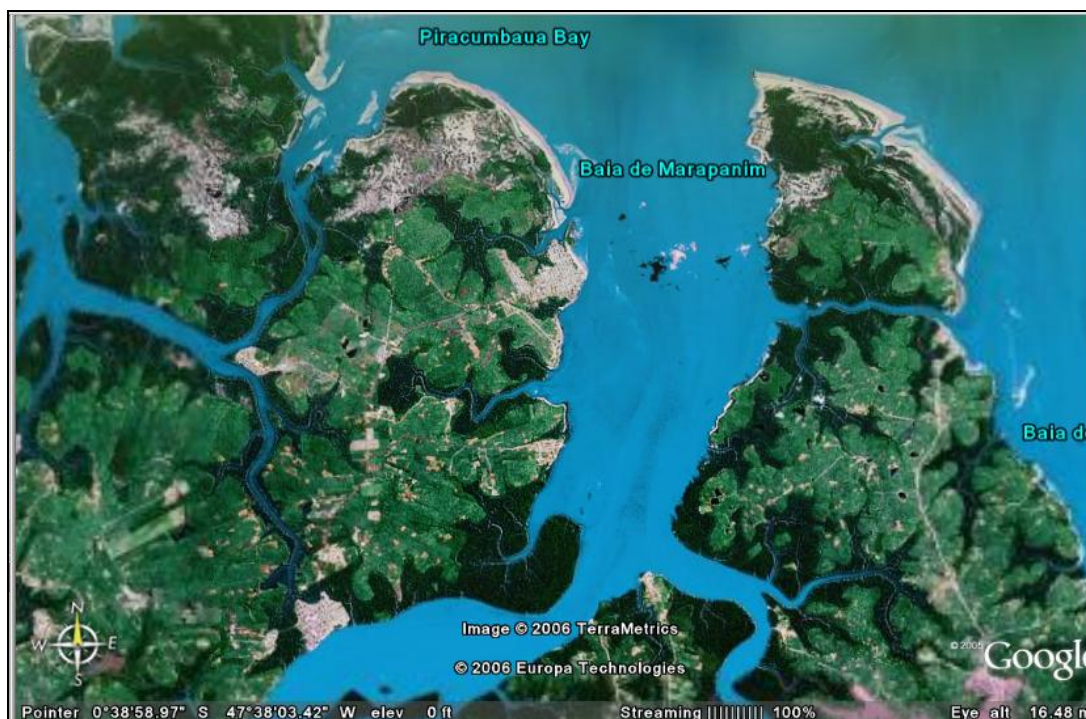


Figura 2. Localização da área de estudo: Baía de Marapanim. (Google Earth)

O Rio Marapanim apresenta foz em livre conexão com o mar aberto, conhecido como estuário inferior. O estuário é formado por relevo baixo e dominado por maré semi-diurna. O limite de alcance da maré salina no estuário varia entre 42 km (período chuvoso) e 62 km (período de estiagem). Existe pouca variação de salinidade no decorrer do ano o que o caracteriza como um estuário do tipo misturado (Prost e cols., 2001).

A poluição das águas ainda é pontual, no entanto o impacto natural (marés de equinócio) tem causado diversos focos de assoreamento ao longo do estuário dos rios Marapanim e Cuinarana, que também apresentam macromarés ($> 4\text{m}$), que formam bancos de areia no leito dos rios e alterações na profundidade dos canais (Prost e cols., 2001).

2.5. O Tucuxi *Sotalia fluviatilis*.

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Classe: Mammalia

Ordem: Cetacea (Brisson, 1762)

Família: Delphinidae (Gray, 1821)

Gênero: *Sotalia* (Gray, 1866)

Espécie: *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853)

Embora distribuído amplamente na Bacia Amazônica, e familiar aos povos ribeirinhos onde ocorre, a espécie *Sotalia fluviatilis* (conhecido como Tucuxi na Amazônia brasileira) é pouco estudada (da Silva e cols., 2006).

O Tucuxi (Figura 3) é um dos menores delfinídeos, com o corpo cinza escuro, podendo apresentar a região ventral de rosa a branca, e uma nadadeira dorsal triangular (da Silva e Best, 1994).

Apresentando comprimento médio do corpo de $1,4 \pm 0,2$ m, com o maior registro para um macho adulto medindo 1,49 m e 1,52 m para a fêmea ($n = 17$, em da Silva e Best, 1994). Foi relatado para esta espécie de 28 – 35 dentes em cada ramo da mandíbula (Borobia, 1991). O tempo de gestação foi estimado em 11 a 12 meses (Perrin e Reilly, 1984).



Figura 3. Tucuxis no rio Tapajós, Pará, Brasil (Foto. A.L.F. Rodrigues).

Como vivem geralmente em águas turvas, os Tucuxis usam a ecolocalização para se deslocar, localizar objetos e pescar, emitindo cliques e estalos (Hetzel e Lodi, 1993).

Em estudos de hábito alimentar do Tucuxi na região amazônica um total de 28 espécies de peixes pertencentes a 11 famílias foram encontrados no estômago, como Curimatidae ocorrendo em 52%, Scianidae em 39%, e siluriformes em 54% dos animais analisados ($n = 29$). A maior diversidade na dieta ocorre durante os períodos de diminuição e menor nível das águas onde os cardumes estão mais concentrados (da Silva e Best, 1994).

2.6.Distribuição geográfica do Tucuxi:

De acordo com a literatura, o Tucuxi ocorre ao longo do Rio Amazonas/Solimões e seus principais tributários, com registros em lagos e pequenos canais de todos os três tipos de águas (branca, preta, clara) que existem na região amazônica (da Silva e Best, 1994; Leatherwood e cols., 2000; Vidal e cols., 1997).

No Brasil, *Sotalia fluviatilis* ocorre nos principais tributários do Amazonas e associados a lagos e grandes igarapés, sendo limitado por alguns fatores físicos como cachoeiras, corredeiras e vegetação densa. Os principais tributários onde a espécie tem sido registrada são: Pará, baixo Tocantins, baixo Xingu, baixo Tapajós, baixo Madeira, Purus, Juruá, Javari, Içá, Tocantins, Japurá, Negro, Branco, Nhamundá, baixo Trombetas, baixo Uatumã, Maicuru, Jarí, e Maracá-pucu (da Silva e Best, 1994).

A ocorrência de *Sotalia* em algumas áreas é sazonal, devido principalmente à variação no nível das águas que podem ser de 4 até 15 m (Sioli, 1984). A forte variação sazonal do nível de água fornece uma grande diversidade de habitats ao longo das margens do rio e do ecossistema aquático como um todo permitindo a escolha entre habitats diferentes de acordo com a abundância de presas e características físicas condizentes a cada atividade (descanso, atividades sociais, reprodução e proteção) (Junk e da Silva, 1997; Martin e da Silva, 2004).

Durante a estação seca a área de superfície dos rios diminui drasticamente, eliminando habitats existentes anteriormente, como as florestas alagadas,

forçando os golfinhos a migrarem para os canais profundos (da Silva e cols., 2006).

2.7. Estudos das emissões sonoras do Tucuxi *Sotalia fluviatilis*

Os primeiros estudos de emissões sonoras para o gênero *Sotalia* são resultados publicados por Caldwell e Caldwell (1965) a respeito de cliques de ecolocalização de dois indivíduos de *S. fluviatilis* em cativeiro.

Kamminga e cols. (1993) e Wang e cols. (2001) caracterizaram as emissões sonoras emitidas por botos dos tributários do Amazonas em assobios de alta frequência, que foram atribuídos aos *S. fluviatilis* e os de baixa frequência aos *Inia geoffrensis*.

Sauerland e Dehnhardt (1998) testaram a faixa de sensibilidade auditiva de *Sotalia fluviatilis*, e identificaram uma variação de frequência com maior sensibilidade entre 65 Hz e 105 kHz.

Podos e cols. (2002) apresentaram uma breve caracterização dos assobios emitidos por *Sotalia* durante um estudo sobre a vocalização de *Inia* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

2.8. O Rio Tapajós

O Tapajós é um rio de água clara que transporta pouca matéria em contraste com o rio Amazonas e sua rica carga em suspensão (Figura 4). Como vários grandes tributários do Rio Amazonas, a baixa porção do Tapajós subdivide-se em duas zonas hidrográficas que governam os processos sedimentares (Sioli, 1984).

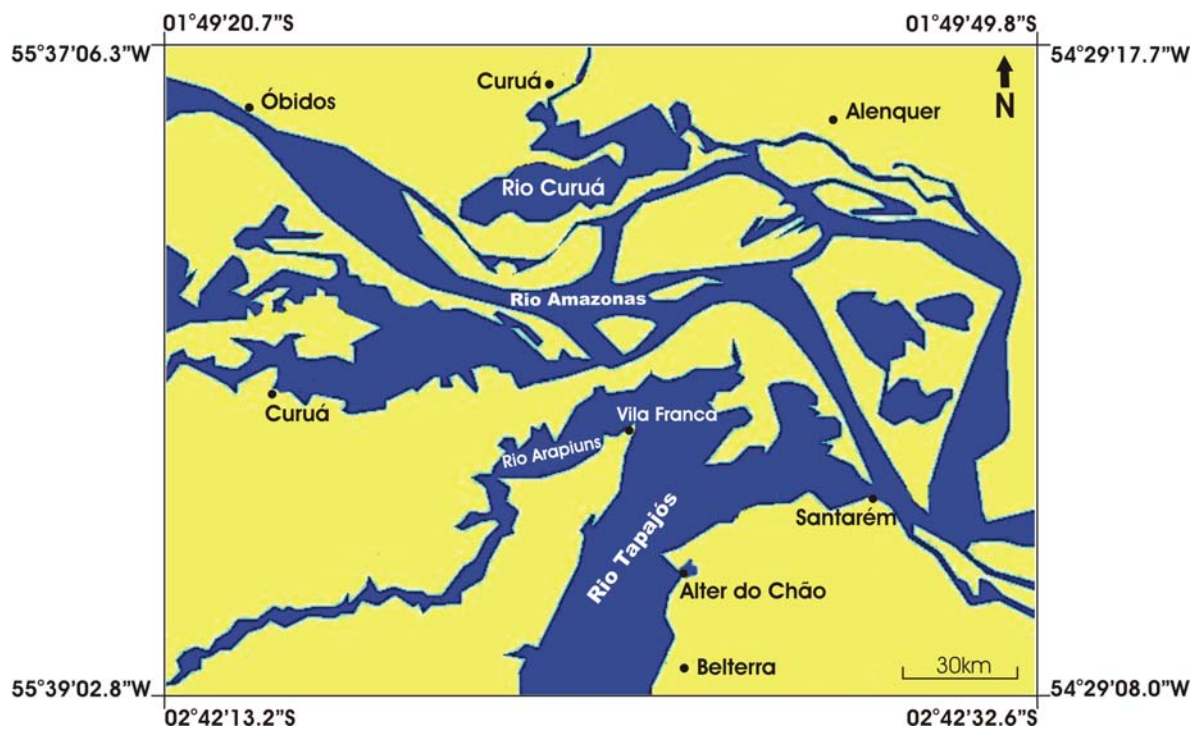


Figura 4. Rio Tapajós, Pará.

Durante a estação chuvosa o leito do rio transborda e inundações extensas ocorrem nas planícies vizinhas criando campos inundados com descontinuidade rio acima (Sioli, 1984).

Dois principais tipos de ecossistemas semi-terrestres e semi-aquáticos, característicos da Bacia Amazônica, desenvolvem-se com a flutuação dinâmica

anual do nível das águas do Tapajós: as várzeas, planícies que recebem sedimentos do rio e são cultivadas na estação seca, e os igapós, florestas que toleram vários meses de inundação (Sioli, 1984).

Santarém está situada às margens do Rio Tapajós, na confluência com o maior rio em volume de água do mundo, o Rio Amazonas, e dista 1.474,5 Km de Belém em linha reta. A vila de Alter-do-Chão fica a 30 km de Santarém. Banhada pelo rio Tapajós, sua praia é temporária, dependendo da cheia do rio. A região de Alter do Chão (02°27'04"S, 055°01'08"W), local de ocorrência da população estudada, é um ambiente caracterizado por inundações sazonais, que faz com que os indivíduos tenham que alternar entre diferentes áreas de uso ao longo do ano (Castro, 2005).

3. OBJETIVOS

Caracterizar os assobios emitidos pela população de botos-cinza *Sotalia guianensis* na Baía de Marapanim e Tucuxis *Sotalia fluviatilis* no Rio Tapajós Pará, Brasil.

3.1. Objetivos específicos

- Mensurar os parâmetros acústicos dos assobios de *S. guianensis* e *S. fluviatilis* caracterizando a estrutura dos tipos emitidos pelas populações estudadas tomando como base as diferentes inflexões que marcam as variações de frequência dos assobios.
- Comparar os aspectos físicos dos assobios emitidos pelas espécies estudadas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleta de dados

Na Baía de Marapanim, os estudos dos Botos-cinzas foram realizados com o auxílio de uma embarcação de madeira, motorizada de sete metros de comprimento, movida a óleo diesel. Foram realizadas viagens de campo mensais, nas quais eram realizados transectos lineares no interior da Baía de Marapanim. As saídas de campo tiveram início às 7h00 horas e prosseguiram durante todo o período de luminosidade. Realizamos 8 horas de gravações entre 2004 e 2006 na Baía de Marapanim. Os sons registrados eram compostos, de maneira geral, de assobios, de cliques de ecolocalização e de sons pulsantes. Neste trabalho daremos atenção exclusiva aos assobios. Analisamos 470 assobios, dos quais foram mensurados 6 parâmetros acústicos como descrito na Tabela 1.

No Rio Tapajós, as coletas de registros sonoros de Tucuxis foram realizadas com o auxílio de uma embarcação de alumínio tipo voadeira, com motor de popa 25 Hp de cinco metros de comprimento, movida a gasolina. As saídas de campo tiveram início às 7h00 horas e prosseguiram durante todo o período de luminosidade. Realizamos 4 horas de gravações durante 3 excursões de campo entre os anos de 2005 e 2006 no Rio Tapajós, região de Alter do Chão.

A localização dos botos foi realizada com auxílio de binóculos (Nikula 7x50), através de um GPS (Global Position System) Garmin E-Trex os pontos em que se

gravaram as vocalizações dos animais foram registrados. Os sons foram registrados utilizando hidrofone Hydrophone System, imerso a uma profundidade de aproximadamente 1,5 m, acoplado a um Gravador Digital TASCAM DA-P1. O gravador possui uma taxa de amostragem de 48 kHz, com intervalo de frequência de até 24 kHz. As gravações acústicas foram feitas em fitas DAT. Quanto aos registros das vocalizações, sempre eram feitos com o motor do barco desligado e na ausência de chuvas.

O esforço de gravação seguiu o seguinte procedimento: sempre que um grupo de botos era avistado dentro da área amostral (a uma distância onde o sinal era registrado com intensidade satisfatória) parava-se o motor do barco para observar se os indivíduos permaneceriam na área. Caso eles não estivessem em atividade de deslocamento, o hidrofone era mergulhado na água e a gravação dos assobios era iniciada e prosseguia até o final da atividade vocal.

4.2. Transcrição das gravações

Para análise das vocalizações os dados registrados em fita DAT foram adquiridos pelo programa Adobe Audition 1.5, com uma taxa de amostragem de 44.100 amostras por segundo e 16 bits de nível de quantização, sendo a digitalização obtida por um cabo óptico com conexão P2. Os registros sonoros foram transferidos para o computador em arquivos no formato .wav com duração de 1 minuto cada arquivo para posterior confecção dos sonogramas.

Posteriormente as amostras de som foram avaliadas e os assobios de qualidade satisfatória para análise, selecionados. Os assobios foram considerados de boa qualidade quando apresentam baixo nível de ruído de fundo e provenientes de atividade antrópica, clareza em toda a forma do contorno, especialmente em suas porções finais e iniciais, sem sobreposição ou com sobreposição de no máximo dois assobios; vocalizações evidentemente não cortadas pelo limite superior do sistema de aquisição.

4.3. Análise dos dados

4.3.1. AS ANÁLISES BIOACÚSTICAS

Os assobios foram descritos utilizando-se os programas Avisoft SASLab Pro 4.3 e Adobe Audition 1.5, onde foram produzidos os sonogramas. Com o auxílio desses programas medimos visualmente os parâmetros físicos das vocalizações através do formato do gráfico obtido com o plano melódico dos assobios, que mostra a variação de frequência ao longo do tempo. Os parâmetros físicos (Tabela 1 e Figura 3): duração (ms), frequência mínima (kHz), frequência máxima (kHz), frequência inicial (kHz), frequência final (kHz) e número de pontos de inflexão (mudanças de ascendente para descendente e vice-versa).

Ponto de inflexão é o ponto no qual muda de sentido a concavidade do gráfico da função (Larson, 1998). É o ponto onde o contorno do assobio muda de sentido, ou seja, a frequência passa de ascendente a descendente ou vice versa.

Tabela 1. Variáveis acústicas medidas para cada assobio de *Sotalia* gravado.

Códigos	Nomenclatura	Descrição	Unidade
D	Duração	Tempo de duração do assobio	ms
F Min	Frequência mínima	Menor valor de frequência encontrado no assobio	KHz
F Max	Frequência máxima	Maior valor de frequência encontrado no assobio	KHz
F Ini	Frequência inicial	Frequência no ponto inicial do assobio	KHz
F Fin.	Frequência final	Frequência no ponto final do assobio	KHz
Inf	Número de pontos de inflexão	Mudança no sentido da frequência do assobio	-

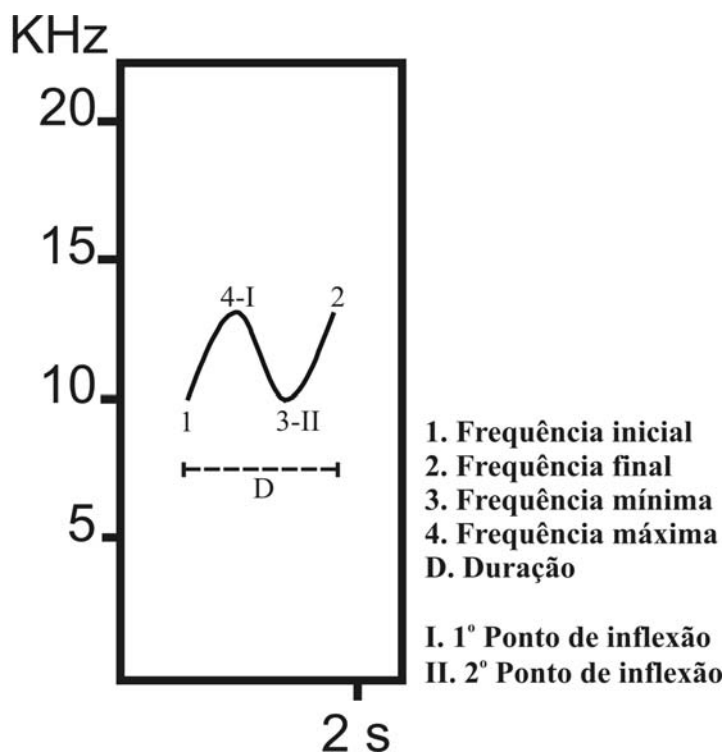


Figura 5. Representação da frequência fundamental de um assobio com a indicação dos parâmetros acústicos medidos.

Todas essas medidas foram verificadas isoladamente e incorporadas a uma planilha do programa Statistica 7.1 para posterior verificação.

As análises qualitativas foram feitas por leitura dos parâmetros estruturais dos assobios nos sonogramas produzidos pelo Avisoft SASLab Pro 4.3 e armazenados em arquivos (.wav) para análises estatísticas. A partir dessa análise foi possível separar os assobios em classes distintas, de acordo com o padrão de modulação da frequência fundamental.

4.3.2. AS ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram tratados com auxílio do programa Statistica 7.1 (Statsoft), GraphPad INSTAT 3.0 e Bioestat 2.0, empregando-se estatística descritiva para avaliação dos parâmetros acústicos mensurados, produzimos os gráficos, aplicamos testes paramétricos (teste t de Student para medidas repetidas, de correlação de Pearson) e o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

Com o intuito de verificar a existência de grupamentos coesos que explicassem as diferenças nos assobios entre as espécies, produzimos um dendrograma, que é a representação gráfica dos dados em uma árvore hierárquica horizontal que evidenciará os grupos resultantes da análise de conglomerados.

Este dendrograma foi feito com a construção de uma matriz de distâncias realizada através do método *City-block (Manhattan)*, pois foi este método, após

tentativas com outros disponíveis no programa, que melhor separou os grupos, minimizando a sobreposições de linhas entre os conglomerados.

O cálculo da matriz de distância através do método *City-block* é simplesmente a soma de diferenças entre as amostras. Na maioria dos casos, esta distância fornece resultados similares aos da distância Euclidiana de ligação simples, representada pela fórmula:

$$\text{Distância (X,Y)} = [\sum_i (X_i - Y_i)^2]^{1/2}$$

Entretanto, nesta medida, o efeito dos *outliers*, ou seja, os valores discrepantes da variância, são suavizados (já que eles não são elevados ao quadrado). O método *City-block* é calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Distância (X,Y)} = \sum_i [X_i - Y_i]$$

Para definição dos grupos em uma determinada amostra, é necessário que sejam definidas as regras de ligação entre esses grupos. Pode-se, por exemplo, agrupar os objetos considerados de acordo com a menor distância possível entre eles, método denominado *single linkage*, ou utilizar a maior distância entre eles, utilizando o *complete linkage*. (Silva, 2001). Utilizamos neste estudo como regra de ligação o *complete linkage*.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da formação de grupos de *Sotalia guianensis*

Durante este estudo foram avistados grupos de botos com até 60 indivíduos. Os botos na Baía de Marapanim formam grupos de $5,9 \pm 6,8$ indivíduos em média. Cerca de 33% dos grupos continham de mais de 5 botos (Figura 6).

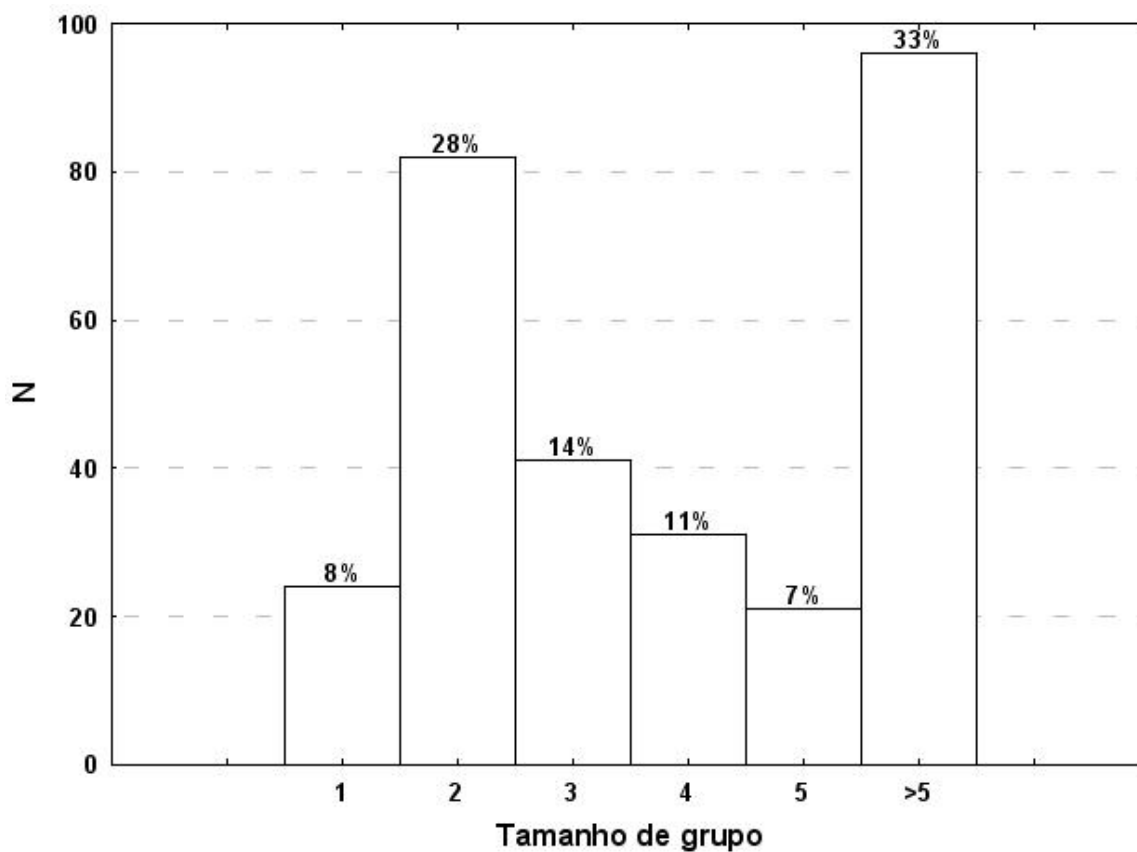
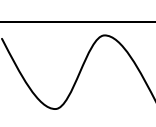
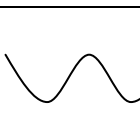
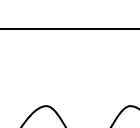
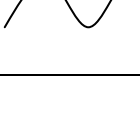


Figura 6. Tamanho de grupo de *Sotalia guianensis* na Baía de Marapanim, Pará.

5.2. Os assobios de *S. guianensis*

Para analisar qualitativamente os assobios, classificamos 5 tipos básicos com alguns subtipos, que apresentam de 0 a 4 pontos de inflexão. A Tabela 2, a seguir, apresenta os tipos e subtipos de assobios analisados.

Tabela 2. Assobios de *Sotalia guianensis* categorizados em 5 tipos e subtipos de acordo com o número de pontos de inflexão.

Tipo	Descrição	Subtipo	Descrição	Contorno
I	Assobios sem pontos de inflexão	I.A	Ascendente (A)	
		I.B	Descendente (D)	
II	Assobios com 1 ponto de inflexão	II.A	Ascendente–descendente (AD)	
		II.B	Descendente-ascendente (DA)	
III	Assobio com 2 pontos de inflexão	III.A	Ascendente-descendente-ascendente (ADA)	
		III.B	Descendente-ascendente-descendente (DAD)	
IV	Assobio com 3 pontos de inflexão	IV.A	Descendente-ascendente-descendente-ascendente (DADA)	
		IV.B	Ascendente-descendente-ascendente-descendente (ADAD)	
V	Assobio com 4 pontos de inflexão	V.A	Ascendente-descendente-ascendente-descendente-ascendente (ADADA)	
		V.B	Descendente-ascendente-descendente-ascendente-descendente (DADAD)	

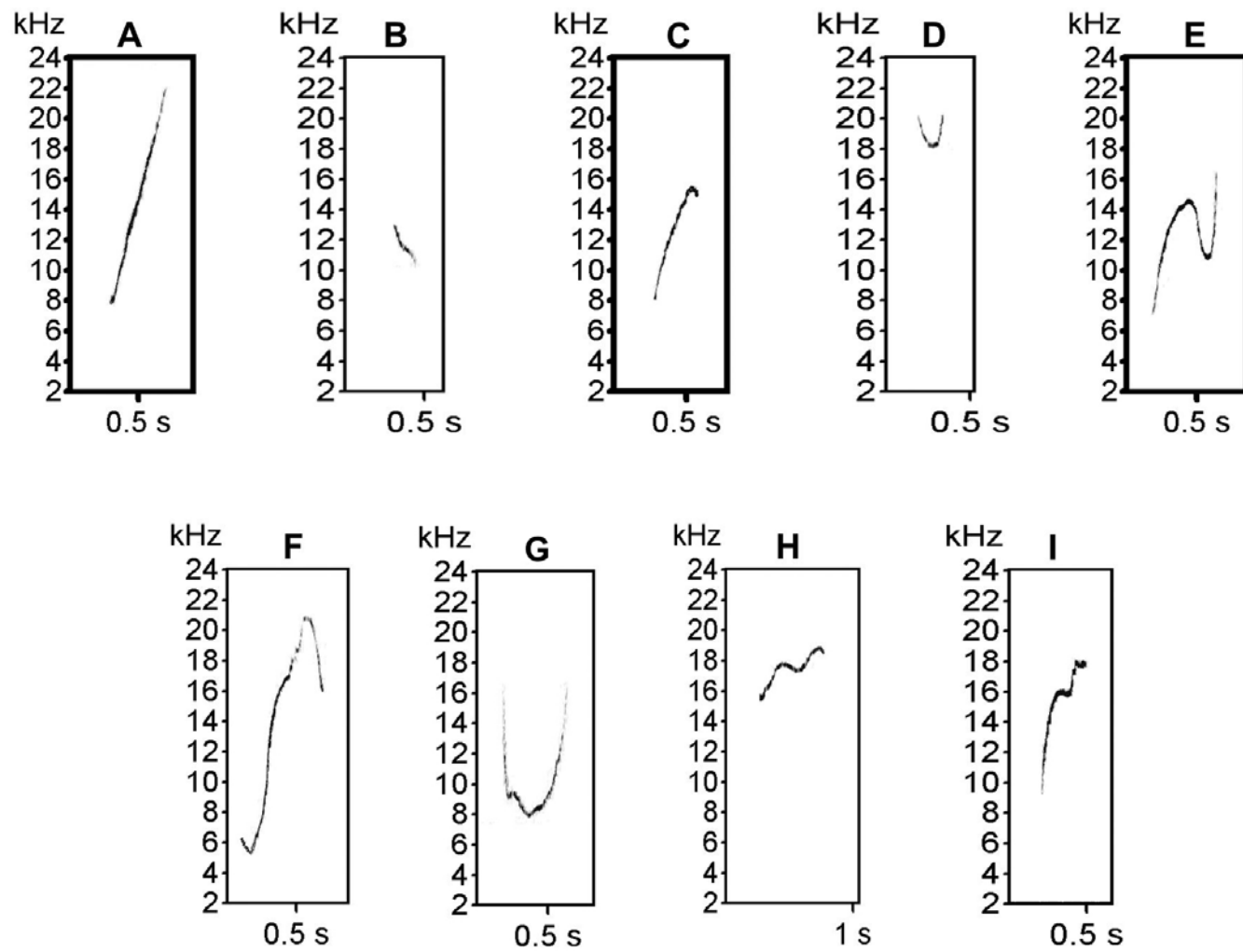


Figura 7. Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios: A) I.A; B) I.B; C) Tipo II.A, D) II.B, E) III.A, F) III.B, G) IV.A, H) IV.B

5.3. Caracterização das emissões sonoras de *S. guianensis*

A frequência mínima dos assobios analisados variou de 3,0 a 19,2 kHz. A frequência máxima apresentou valores entre 3,8 e 24,0 kHz, este valor máximo representa o resultado analisado nessa amostra, no entanto não pode ser considerado representativo da população de *S. guianensis* da Baía de Marapanim, já que alguns assobios registrados tiveram seu limite máximo cortado, pois ultrapassava o limite superior do sistema de gravação. A frequência inicial apresentou variação entre 3,3 e 20,5 kHz, e a frequência final entre 3,0 e 23,8 kHz. A estatística descritiva das variáveis acústicas dos 470 assobios analisados é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios de *Sotalia guianensis* na Baía de Marapanim, Pará. D.P. Desvio Padrão e C.V. Coeficiente de Variação.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	46,0	920,0	253,5	130,4	51,4%
Frequência Mínima (kHz)	3,0	19,2	10,0	3,0	30,3%
Frequência Máxima (kHz)	3,8	24,0	16,7	3,5	21,1%
Frequência Inicial (kHz)	3,3	20,5	10,8	3,5	32,4%
Frequência Final (kHz)	3,0	23,8	16,4	3,6	22,3%
Pontos de Inflexão	0,0	4,0	0,7	0,9	132,2%

5.4. Pontos de Inflexão

Os assobios variam em número de pontos de inflexão de 0 a 4. A maior parte dos assobios (54%) não apresenta pontos de inflexão e os assobios sem pontos de inflexão do tipo ascendentes (Tipo 1, Subtipo 1.A) correspondem a 50% do total de assobios da amostra. A ocorrência de mais pontos de inflexão decresce gradualmente (Figura 8), atingindo os menores valores em assobios com 4 pontos de inflexão. A média do número de pontos de inflexão, considerando-se todos os assobios analisados, foi de 0,7 inflexões.

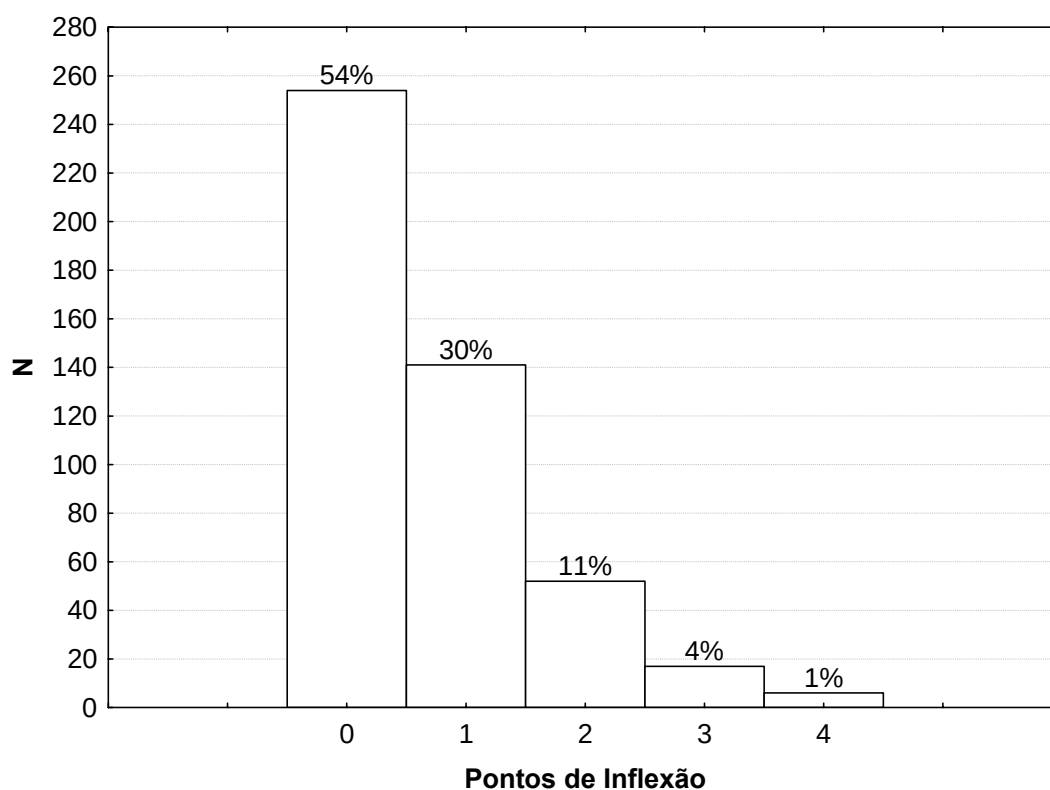


Figura 8. Distribuição da ocorrência ou ausência de pontos de inflexão nos assobios de *S. guianensis*, na Baía de Marapanim, Pará.

5.5. Duração

Na baía de Marapanim os botos produziram assobios com duração média de $253,5 \pm 130,4$ ms, com cerca de 33% dos assobios apresentando duração entre 187 e 303 ms (Figura 9).

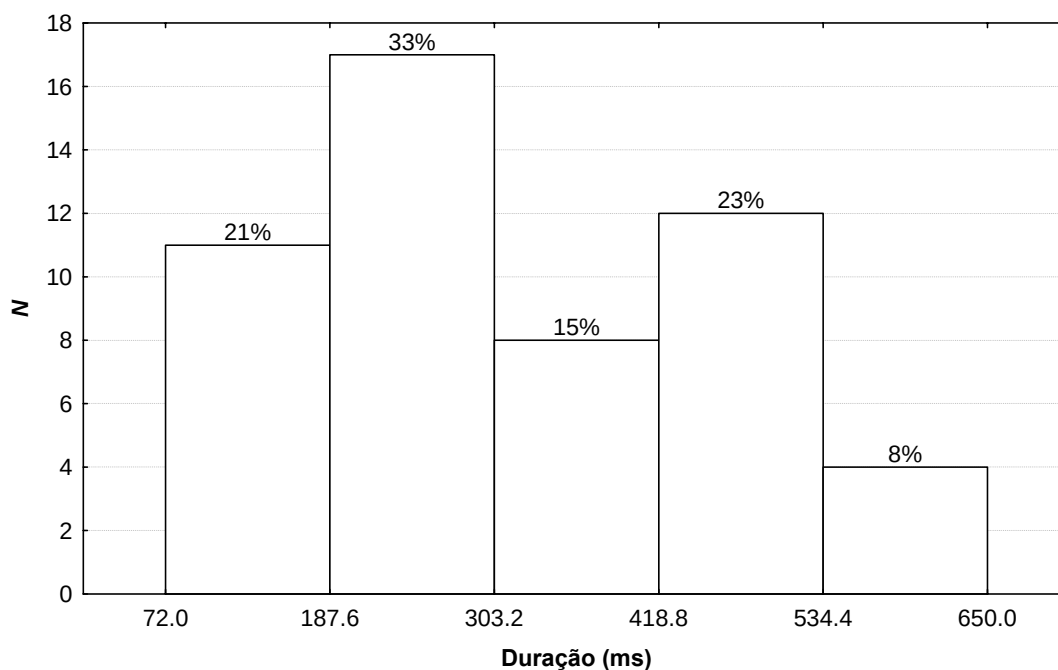


Figura 9. Distribuição da duração dos assobios emitidos por *S. guianensis* na Baía de Marapanim, Pará.

Houve uma associação positiva, moderada e significativa entre a duração dos assobios e o número de pontos de inflexão ($r(470) = 0,483$; $p < 0,05$). Quanto maior a duração mais pontos de inflexão são observados nos assobios (Figura 10).

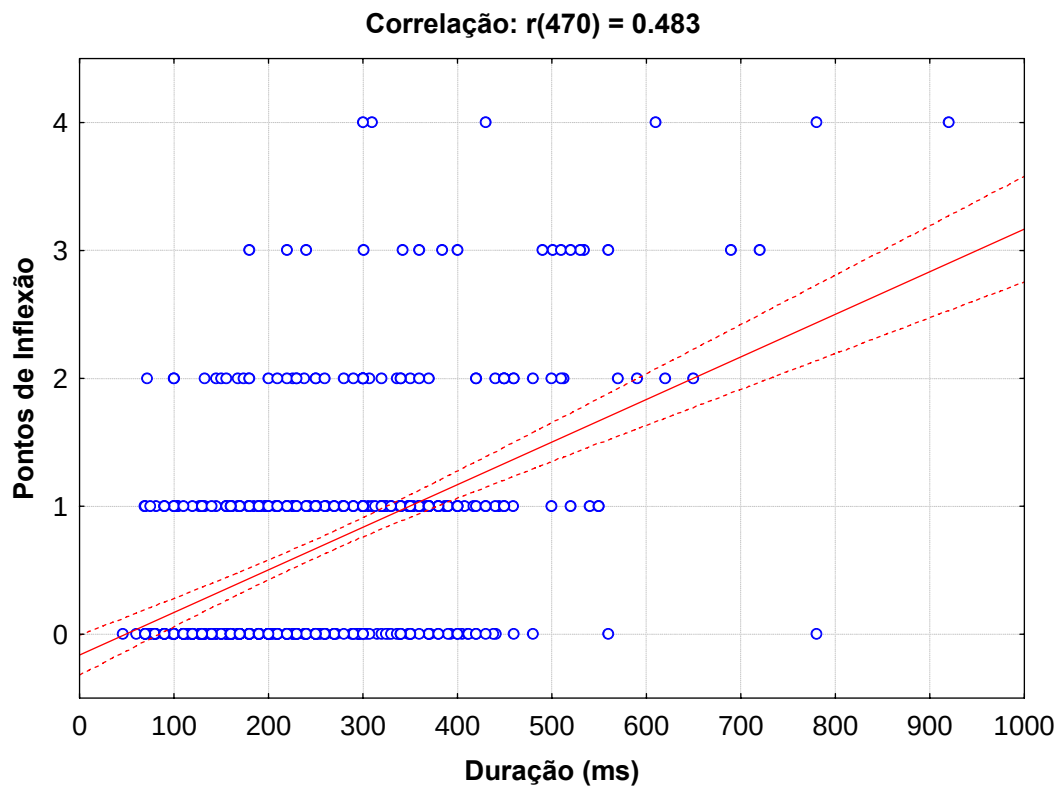


Figura 10. Gráfico da correlação entre duração e número de pontos de inflexão em assobios de *S. guianensis*.

5.6. Frequências

5.6.1. Frequência Mínima e Máxima

O valor da média da frequência mínima foi de $10,0 \pm 3,0$ kHz, com maior número de assobios (35%) distribuídos na faixa entre 8,4 e 11,0 kHz (Figura 11). A frequência máxima teve média de $16,7 \pm 3,5$ kHz (Figura 12).

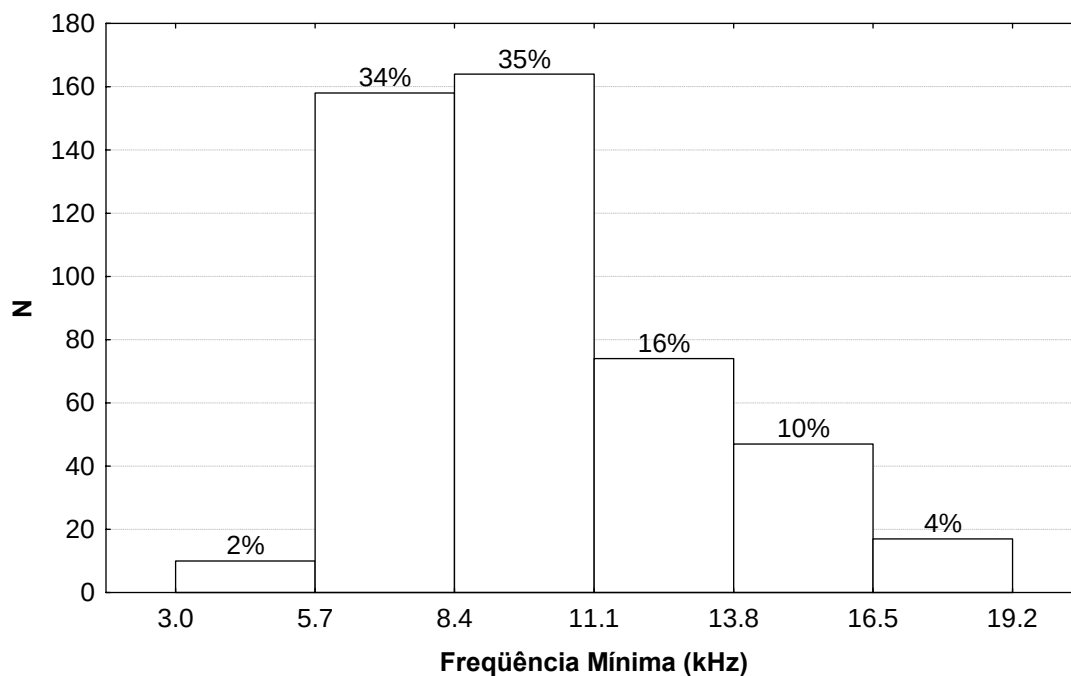


Figura 11. Distribuição de valores de frequências mínimas dos assobios emitidos por *Sotalia guianensis* em categorias

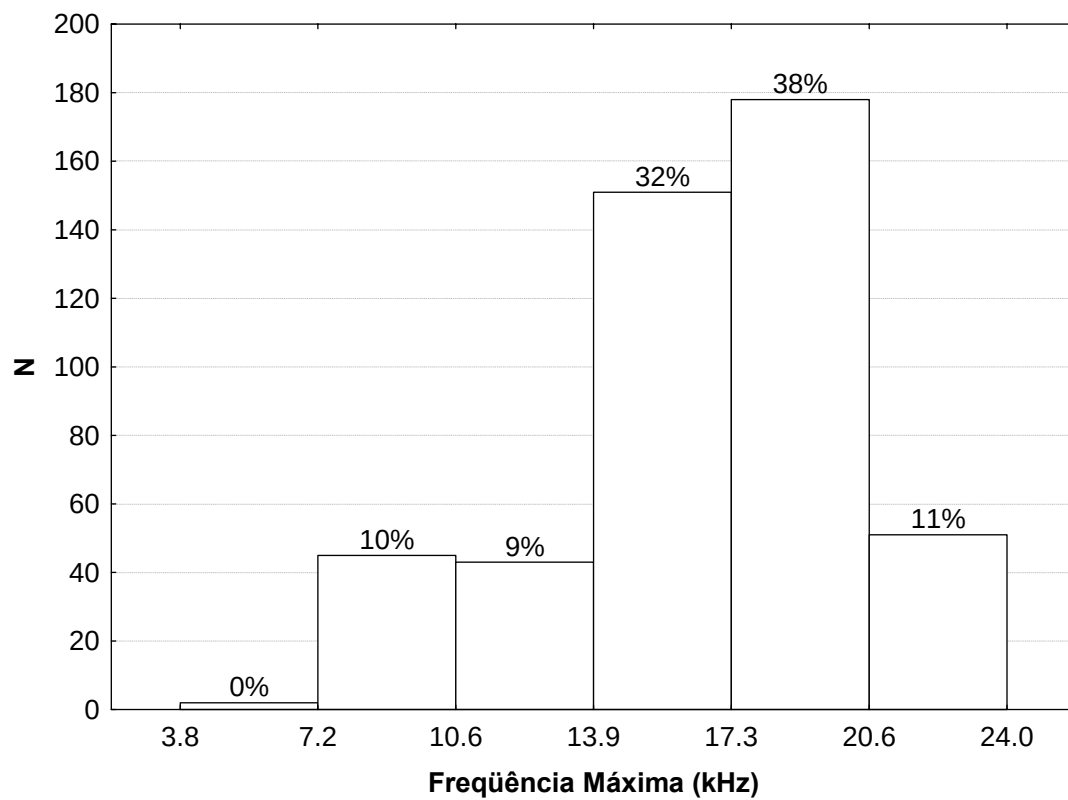


Figura 12. Distribuição de valores de frequências máximas dos assobios emitidos por *S. guianensis* em categorias

5.6.2. Freqüência Inicial e Final

O valor da média da freqüência inicial foi de $10,8 \pm 3,5$ kHz e da freqüência final foi $16,4 \pm 3,6$ kHz. De acordo com a Tabela 3, a média da freqüência final de todos os assobios foi significativamente maior que a da freqüência inicial. Isto foi comprovado pela aplicação do teste t para duas amostras pareadas dependentes ($t(469) = 27,659$; $p < 0,05$).

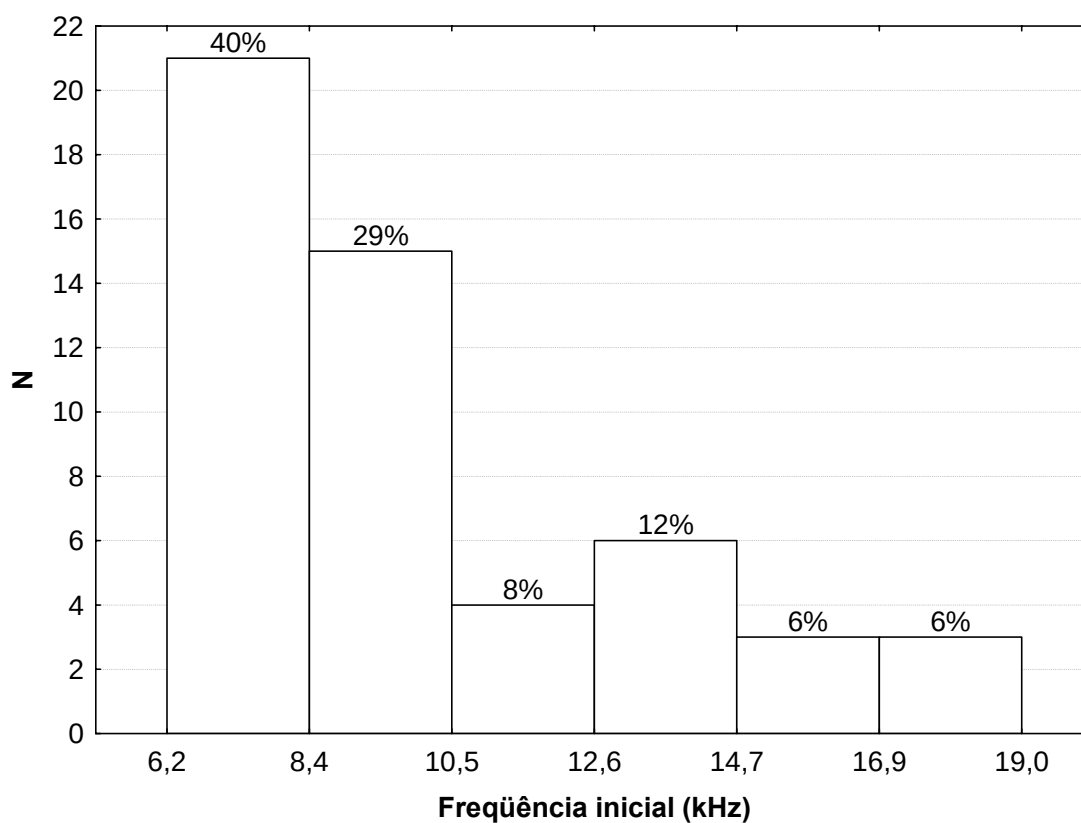


Figura 13. Distribuição de valores de freqüências iniciais dos assobios emitidos por *S. guianensis* em categorias.

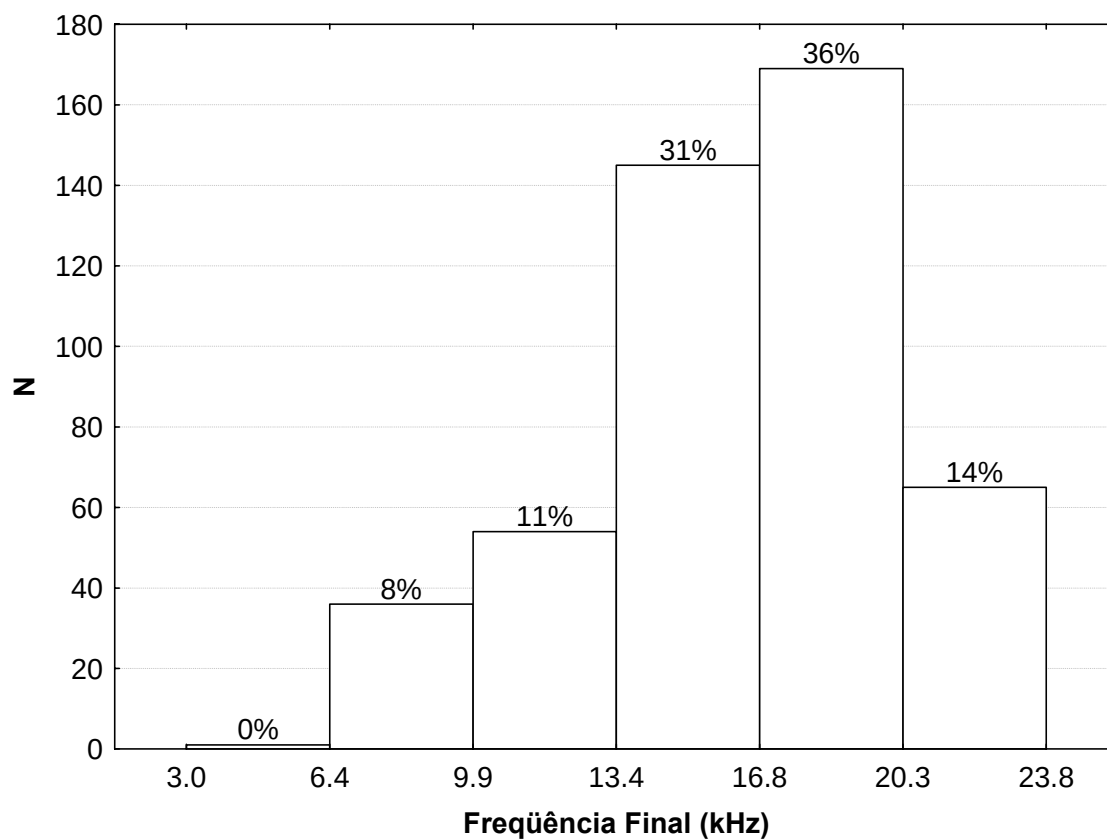


Figura 14. Distribuição de valores de frequências finais dos assobios emitidos por *Sotalia guianensis* em categorias

A mesma estatística descritiva foi aplicada para cada tipo e subtipo de assobios analisados (Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8).

Tabela 4. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo I de *S. guianensis* na Baía de Marapanim, Pará (N = 254).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	46,0	780,0	209,1	100,5	48,0%
Frequência Mínima (kHz)	3,8	19,2	10,2	2,9	30,2%
Frequência Máxima (kHz)	6,7	23,8	16,8	3,3	20,0%
Frequência Inicial (kHz)	3,8	20,5	10,6	3,3	32,9%
Frequência Final (kHz)	6,6	23,8	16,5	3,5	21,8%

Tabela 5. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo II de *S. guianensis* na Baía de Marapanim, Pará (N = 141).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	69,0	550,0	273,4	111,0	40,6%
Frequência Mínima (kHz)	3,0	18,1	9,8	3,1	33,3%
Frequência Máxima (kHz)	3,8	24,0	17,1	8,0	23,0%
Frequência Inicial (kHz)	3,3	20,1	11,3	3,7	34,0%
Frequência Final (kHz)	3,0	22,9	16,2	3,7	26,0%

Tabela 6. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo III de *S. guianensis* na Baía de Marapanim, Pará (N = 52).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	72,0	650,0	320,1	143,2	50,6%
Frequência Mínima (kHz)	5,3	19,0	9,5	3,1	31,4%
Frequência Máxima (kHz)	9,3	24,0	16,2	4,2	21,6%
Frequência Inicial (kHz)	6,2	19,0	10,0	3,3	33,3%
Frequência Final (kHz)	8,7	22,8	15,9	4,1	22,8%

Tabela 7. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo IV de *S. guianensis* na Baía de Marapanim, Pará (N = 17).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	180,0	720,0	440,1	155,3	35,3%
Frequência Mínima (kHz)	5,8	15,3	8,9	2,7	33,2%
Frequência Máxima (kHz)	8,1	21,6	17,2	4,2	24,9%
Frequência Inicial (kHz)	6,2	18,0	10,3	3,7	39,8%
Frequência Final (kHz)	8,7	21,6	17,2	3,8	22,7%

Tabela 8. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo V de *S. guianensis* na Baía de Marapanim, Pará (N = 6).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	300,0	920,0	558,3	255,9	45,8%
Frequência Mínima (kHz)	6,0	15,9	10,7	3,7	38,6%
Frequência Máxima (kHz)	12,1	20,4	17,0	3,7	22,3%
Frequência Inicial (kHz)	6,0	18,4	11,2	4,5	44,6%
Frequência Final (kHz)	12,1	20,4	16,3	3,4	21,3%

A duração nos assobios do tipo I, II, III, IV e V apresentaram o maior valor de desvio padrão, assim como o valor de coeficiente de variação. O parâmetro frequência (inicial, final, mínima e máxima) apresentou os menores valores de desvio padrão e coeficiente de variação (Tabelas 4 a 8).

Os assobios do tipo I caracterizam-se por serem os mais curtos da amostra, duram em média $209,1 \pm 100,9$, (Tabela 4).

Os assobios do tipo II apresentam a maior média encontrada para valores de frequência inicial $11,3 \pm 3,7$ kHz (Tabela 5).

Os assobios do tipo III apresentam a menor média para o parâmetro frequência inicial ($10,0 \pm 3,3$ kHz), e a menor média de frequência máxima foi de 16,2 kHz nos assobios do Tipo III, como se pode observar na Tabela 6.

A menor média de frequência mínima foi a de 8,9 kHz observada nos assobios do tipo IV (Tabela 7), enquanto que os valores mais altos da média de frequência máxima e final encontrada ocorre entre os assobios do Tipo IV (17.2 kHz). O histograma da distribuição dos valores de frequência final para este tipo de assobio pode ser consultado na Figura 14.

Os assobios do Tipo V são os mais longos emitidos pelos botos na Baía de Marapanim, com duração média de $558,3 \pm 255,9$ ms, da mesma forma como apresentam os maiores valores de média de frequência mínima 10,7 kHz (Tabela 8).

5.7. Caracterização da formação de grupos de *Sotalia fluviatilis*

No Rio Tapajós foram avistados grupos de botos com até 10 indivíduos. Nesta área os botos formam grupos de $2,6 \pm 2,1$ indivíduos em média. Cerca de 38% dos botos avistados durante essa pesquisa eram indivíduos solitários (Figura 15).

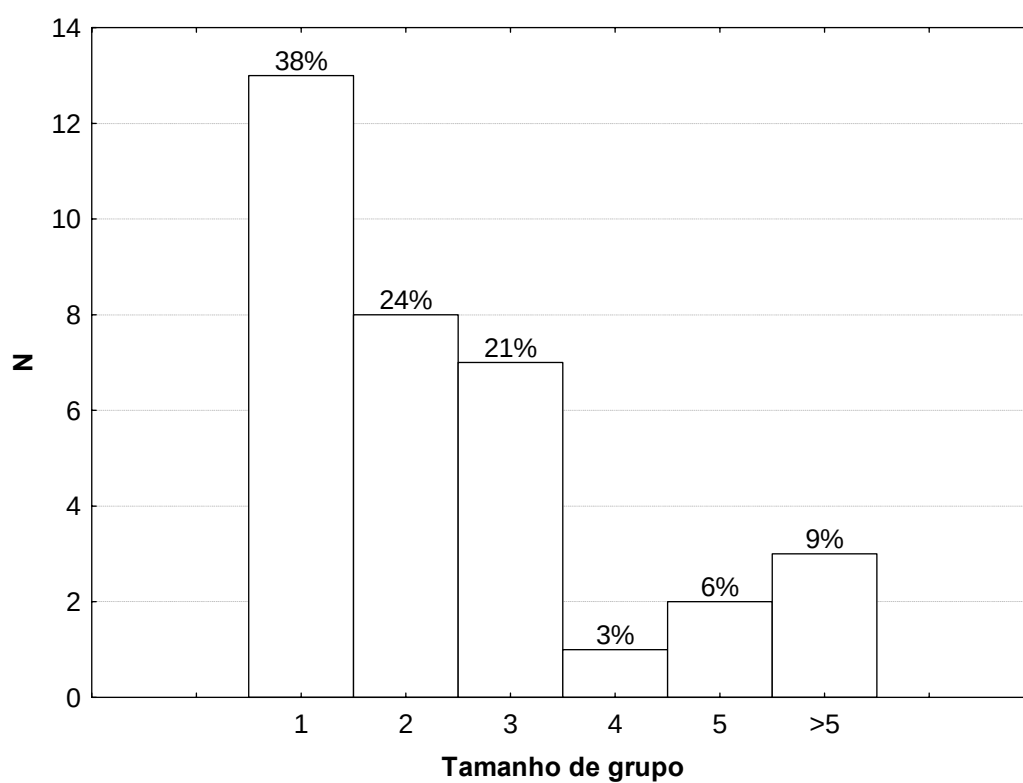
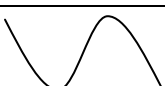


Figura 15. Tamanho de grupo de *Sotalia fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará.

5.8. Os assobios de *S. fluviatilis*

Assim como foi feito para *S. guianensis*, analisamos 48 assobios, classificados em 6 tipos diferentes quanto ao número de pontos de inflexão. Em cada um dos tipos foram determinados subtipos conforme a estrutura de modulação dos assobios, cujo contorno correspondente está representado na última coluna da Tabela 9.

Tabela 9. Assobios de *Sotalia fluviatilis* categorizados em 6 tipos e subtipos de acordo com o número de pontos de inflexão.

Tipo	Descrição	Subtipo	Descrição	Contorno
I	Assobios sem pontos de inflexão	I.A	Ascendente (A)	
		I.B	Descendente (D)	
II	Assobios com 1 ponto de inflexão	II.A	Ascendente–descendente (AD)	
		II.B	Descendente-ascendente (DA)	
III	Assobio com 2 pontos de inflexão	III.A	Ascendente-descendente-ascendente (ADA)	
		III.B	Descendente-ascendente-descendente (DAD)	
IV	Assobio com 3 pontos de inflexão	IV.A	Descendente-ascendente-descendente-ascendente (DADA)	
V	Assobio com 4 pontos de inflexão	V.A	Ascendente-descendente-ascendente-descendente-ascendente (ADADA)	
		V.B	Descendente-ascendente-descendente-ascendente-descendente (DADAD)	
VI	Assobio com 5 pontos de inflexão	VI.A	Ascendente-descendente-ascendente-descendente-ascendente-descendente (ADADAD)	
		VI.B	Descendente-ascendente-descendente-ascendente-descendente-ascendente (DADADA)	

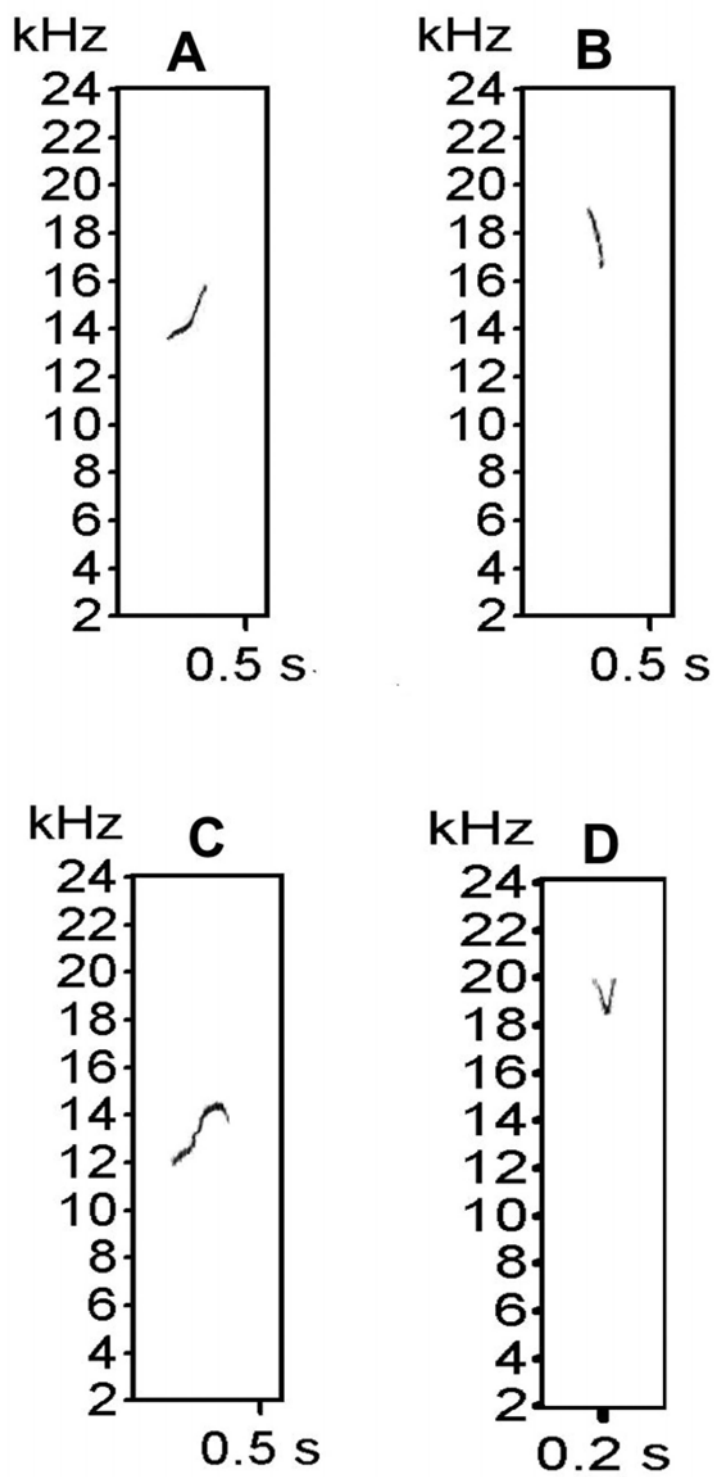


Figura 16. Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios: A) I.A; B) I.B; C) Tipo II.A, D) II.B.

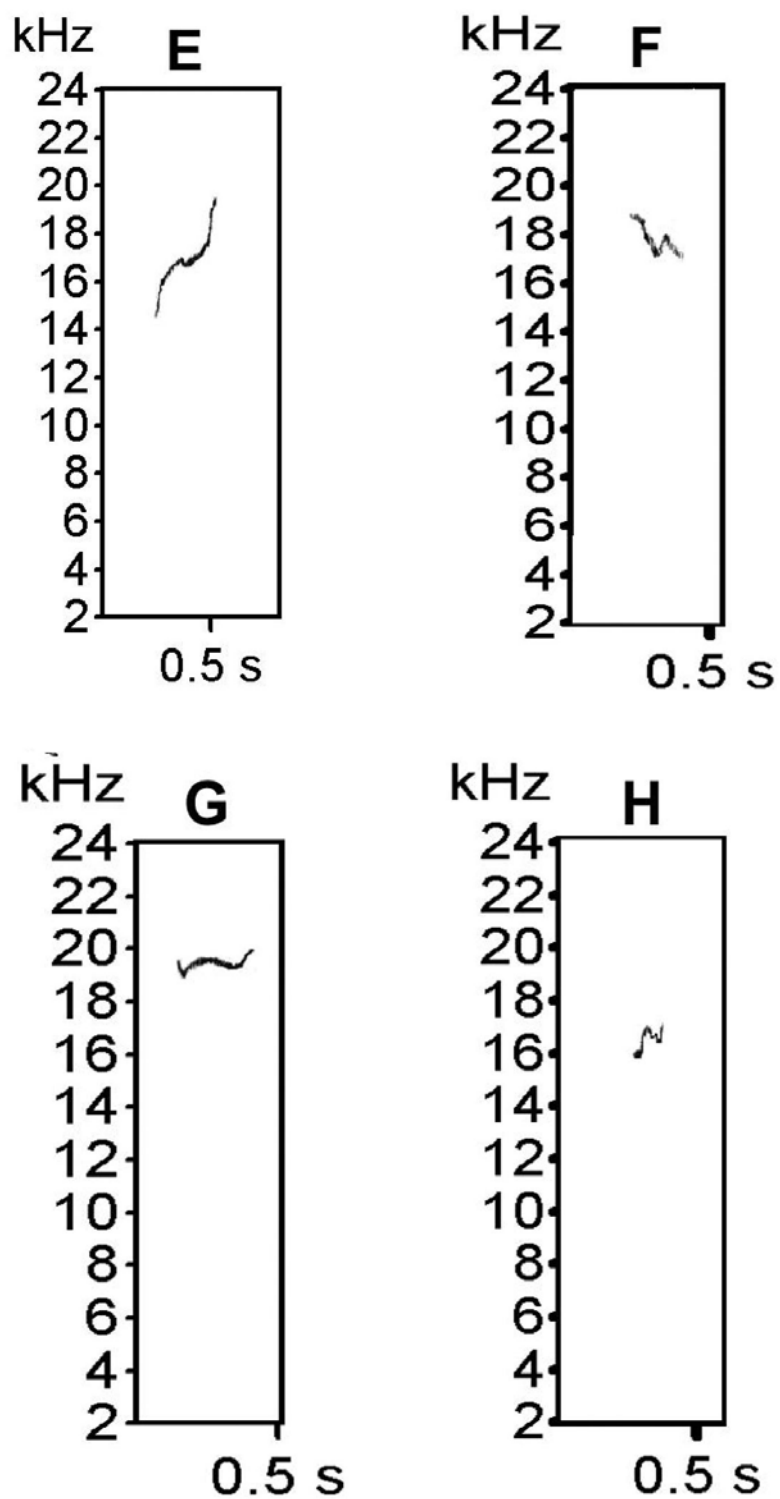


Figura 17. Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios: E) III.A; F) III.B; G) IV.A, H) V.A.

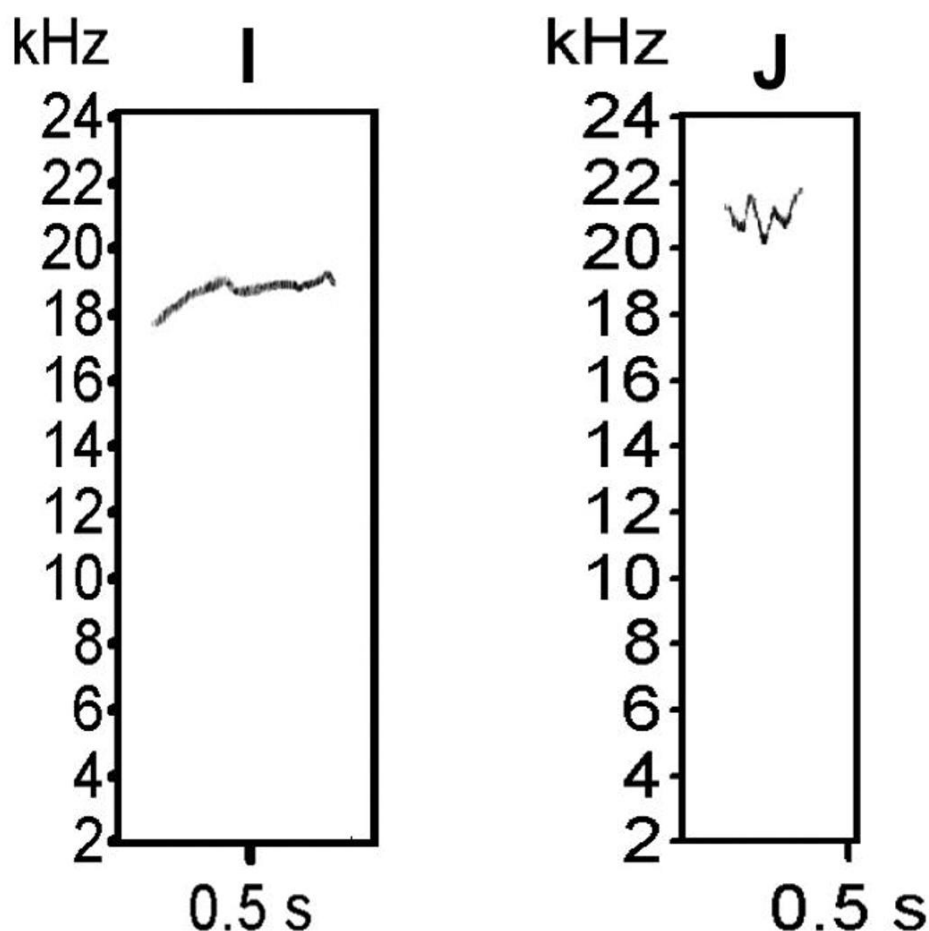


Figura 18. Exemplos de sonogramas de acordo com os subtipos dos assobios: I) VI.A e J) VI.B

5.9. Caracterização das emissões sonoras de *Sotalia fluviatilis*

Os parâmetros físicos - frequência mínima, máxima, inicial e final, além da duração dos 48 assobios foram medidos e a estatística descritiva é apresentada na Tabela 10. A frequência mínima dos assobios analisados variou de 4,8 a 20,0 kHz, a frequência máxima apresentou valores entre 6,8 e 22,2 kHz, a inicial apresentou variação entre 4,8 e 21,5 kHz, e a frequência final entre 6,8 e 22,0 kHz. A duração dos assobios variou entre 40 e 725 ms e apresentou grande variância na amostra.

Tabela 10. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios de *Sotalia fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará. D.P. Desvio Padrão.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	40,0	725,0	214,8	152,8	71,2%
Frequência Mínima (kHz)	4,8	20,0	14,8	3,3	22,5%
Frequência Máxima (kHz)	6,8	22,2	17,7	3,2	18,2%
Frequência Inicial (kHz)	4,8	21,5	15,5	3,6	23,5%
Frequência Final (kHz)	6,8	22,0	17,3	3,3	19,0%
Pontos de Inflexão	0,0	5,0	1,5	1,6	89,8%

5.10. Pontos de Inflexão

Entre os assobios do Tucuxi observamos uma variação no número de pontos de inflexão de 0 a 5, com a maioria (33%) não apresentando pontos de inflexão. A média do número de pontos de inflexão, considerando-se todos os assobios analisados, foi de 1,5 inflexões.

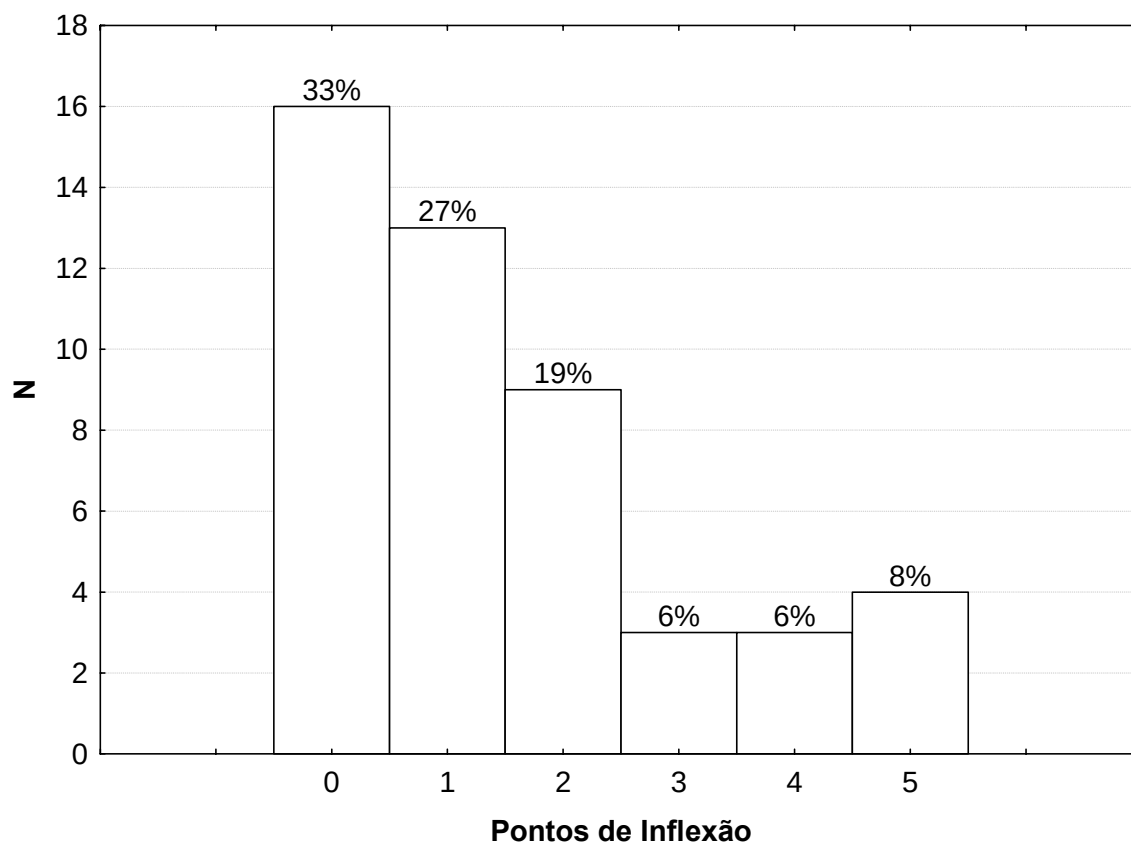


Figura 19. Distribuição do número de pontos de inflexão nos assobios de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará.

5.11. Duração

Os assobios de *Sotalia fluviatilis* duram em média $214,8 \pm 152,8$ ms. Os valores da duração variaram entre 40 e 177 ms para 52% dos assobios (Figura 20).

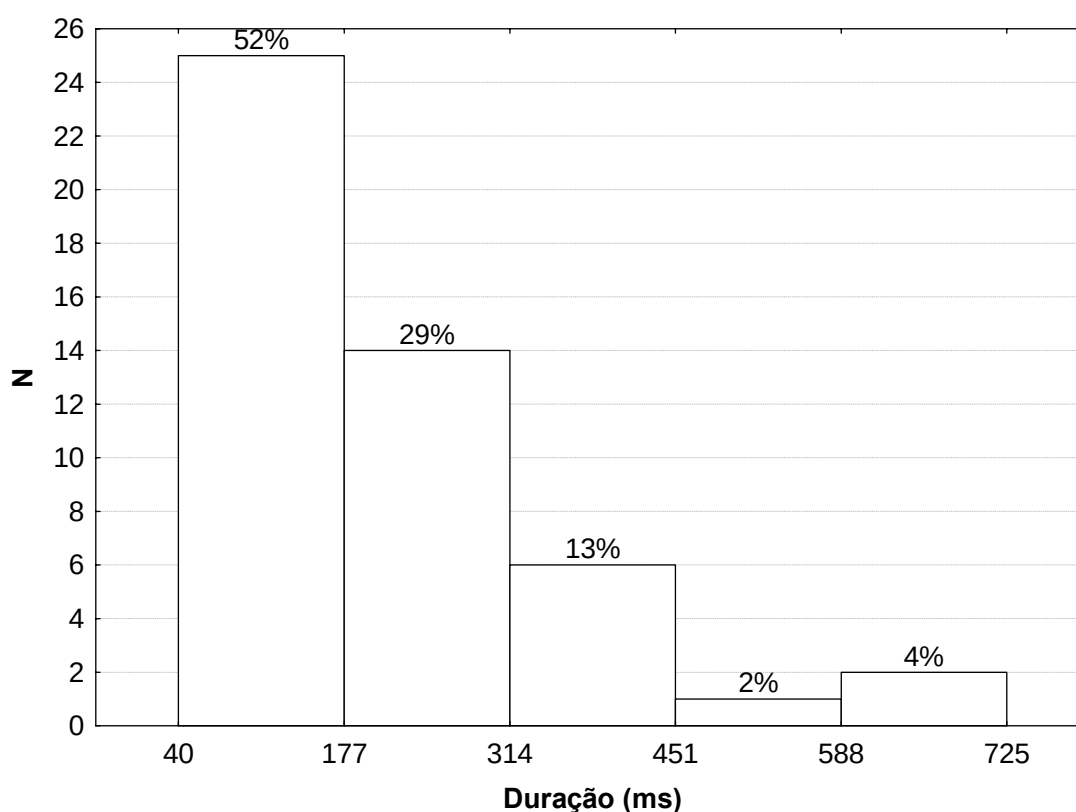


Figura 20. Distribuição da duração dos assobios emitidos por *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará.

Assim como observamos para *Sotalia guianensis*, houve uma associação positiva, moderada ($r(48) = 0.45923$; $p < 0.05$) e significativa entre a duração e o número de pontos de inflexão, correlação apresentada no gráfico da figura 21. Quanto maior o valor da duração dos assobios, mais pontos de inflexão são observados.

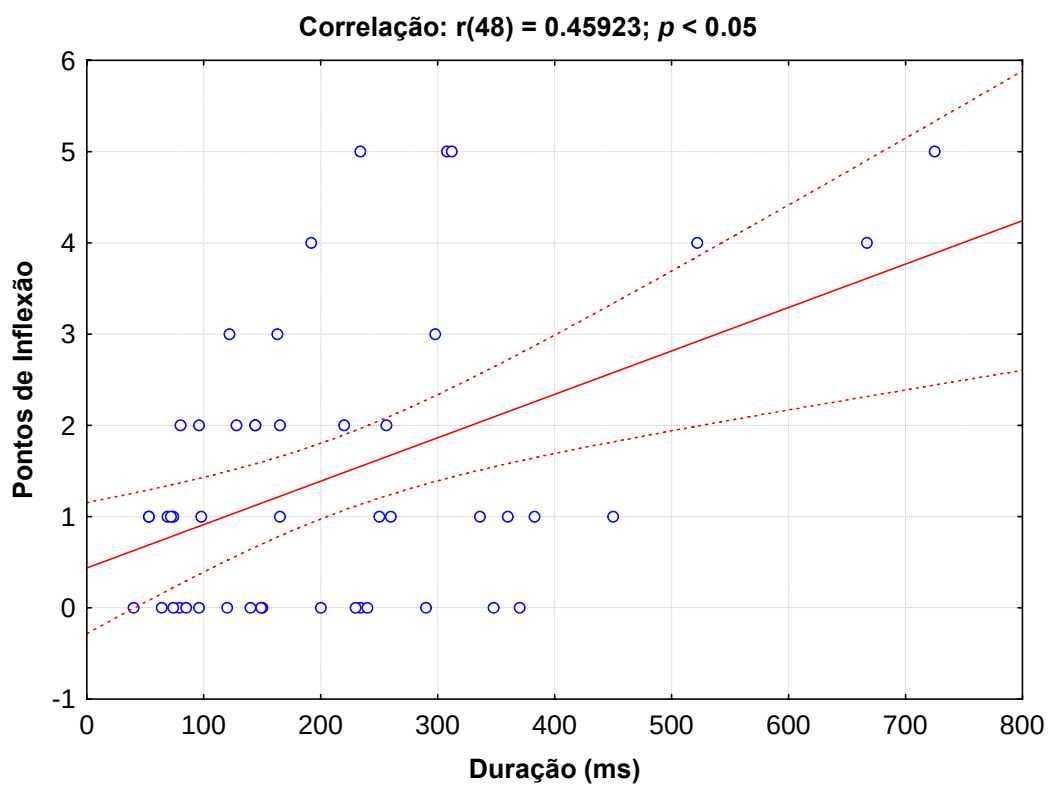


Figura 21. Gráfico da correlação entre duração e número de pontos de inflexão em assobios de *S. fluviatilis*.

5.12. Frequências

5.12.1. Frequência Mínima e Máxima

O valor da média da frequência mínima foi de $14,8 \pm 3,3$ kHz, com maior número de assobios (38%) distribuídos na faixa entre 17 e 20 kHz (Figura 22).

A frequência máxima teve média de $17,7 \pm 3,2$ kHz (Figura 23).

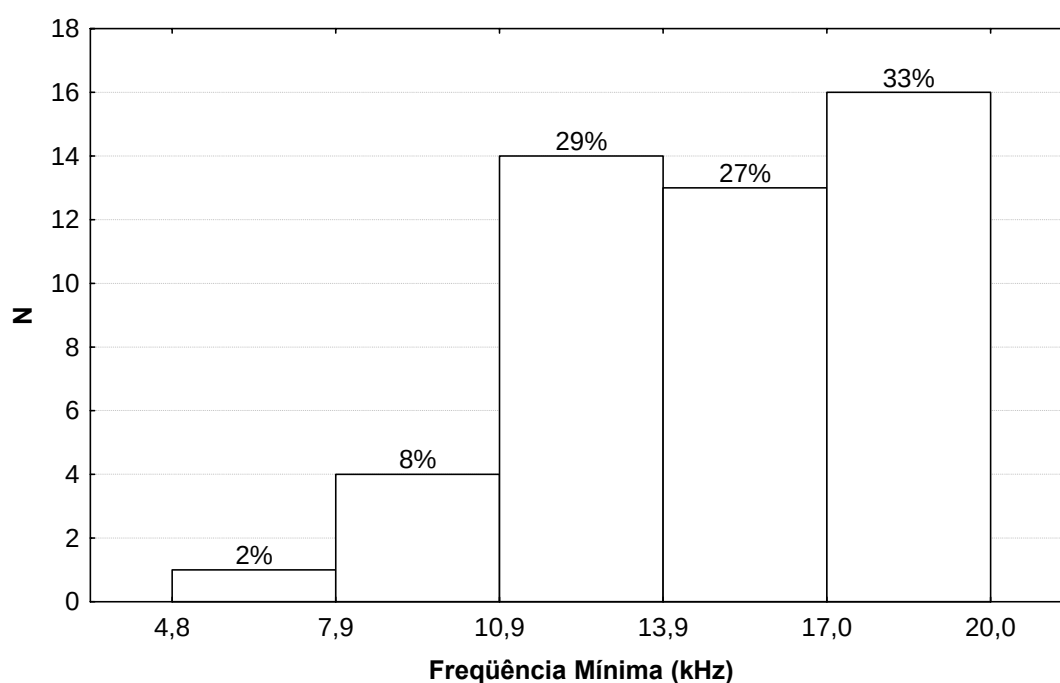


Figura 22. Distribuição de valores de frequência mínima dos assobios emitidos por *Sotalia fluviatilis* em categorias.

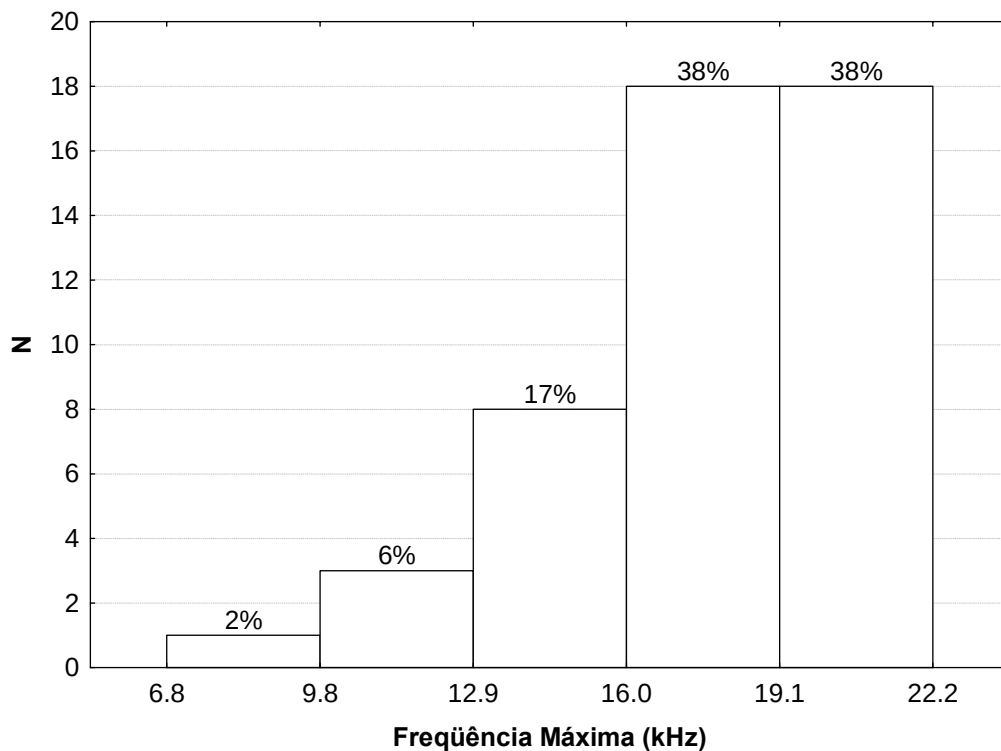


Figura 23. Distribuição de valores de frequências máximas dos assobios emitidos por *S. fluviatilis* em categorias.

5.12.2. Frequências Iniciais e Finais

O valor da média da frequência inicial foi de $15,5 \pm 3,6$ kHz e da frequência final foi $17,3 \pm 3,3$ kHz (ver figura 24). A média da frequência final de todos os assobios foi significativamente maior que a da frequência inicial, mostrando que os assobios são, em sua maioria, ascendentes (ver figura 25). Isto foi comprovado pela aplicação do teste t para duas amostras pareadas dependentes ($t(47) = 4,623$; $p < 0,05$).

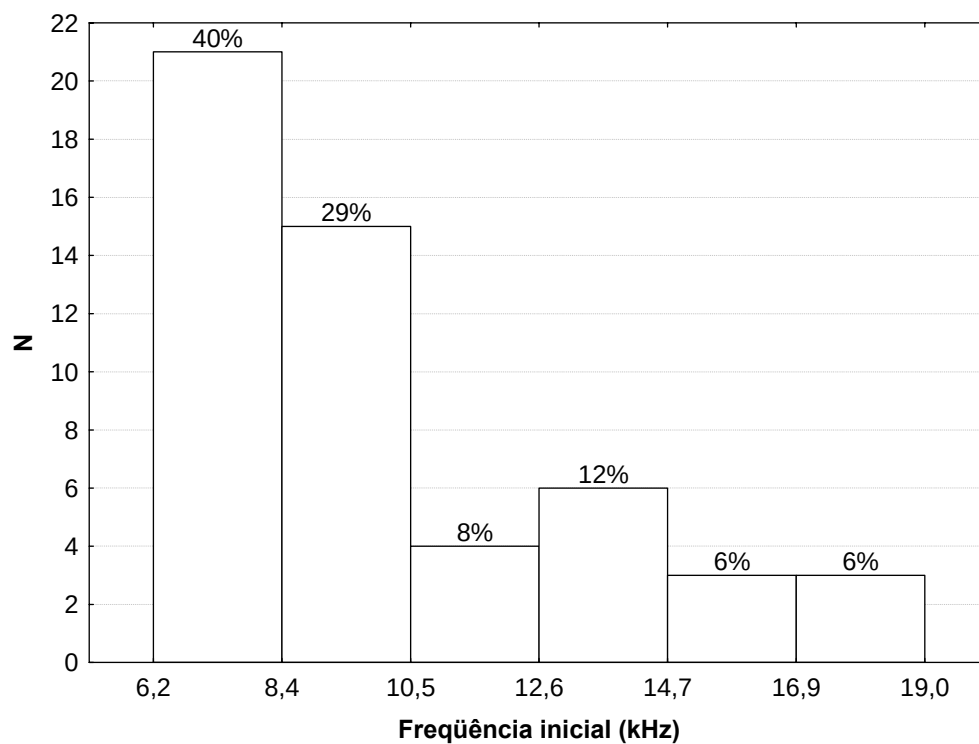


Figura 24. Distribuição de valores de frequências iniciais dos assobios emitidos por *S. fluviatilis* em categorias.

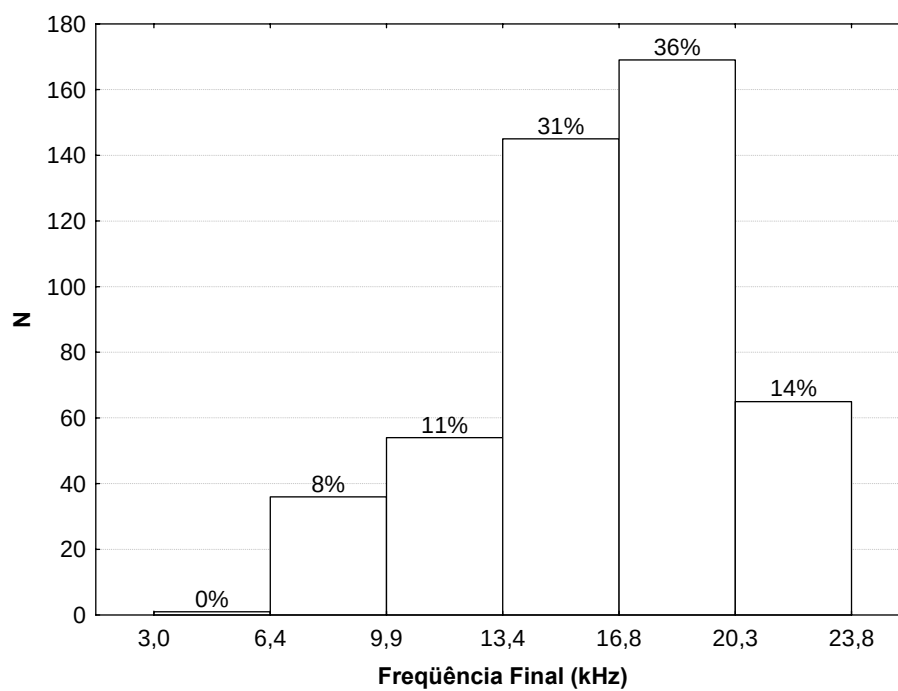


Figura 25. Distribuição de valores de frequências finais dos assobios emitidos por *S. fluviatilis* em categorias.

A mesma estatística descritiva foi aplicada para cada tipo e subtipo de assobios analisados (Tabelas 11 a 16).

Tabela 11. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo I de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará (N = 16).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	40,0	370,0	160,1	92,7	57,9%
Frequência Mínima (kHz)	8,2	17,3	13,9	2,5	17,9%
Frequência Máxima (kHz)	11,0	20,7	16,6	2,7	16,5%
Frequência Inicial (kHz)	8,2	18,9	14,3	2,8	19,1%
Frequência Final (kHz)	11,0	20,7	16,2	2,7	17,1%

Tabela 12. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo II de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará (N = 13).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	53,0	450,0	201,8	144,5	68,9%
Frequência Mínima (kHz)	4,8	19,8	14,8	4,3	34,7%
Frequência Máxima (kHz)	6,8	22,0	17,3	4,0	29,1%
Frequência Inicial (kHz)	4,8	21,1	15,8	4,4	36,3%
Frequência Final (kHz)	6,8	20,4	16,8	4,0	28,7%

Tabela 13. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo III de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	80,0	348,0	175,7	85,2	48,5%
Frequência Mínima (kHz)	8,7	18,7	14,7	3,3	23,5%
Frequência Máxima (kHz)	10,6	22,0	17,6	3,4	20,2%
Frequência Inicial (kHz)	8,7	19,0	15,3	3,6	24,9%
Frequência Final (kHz)	10,6	22,0	17,3	3,6	22,0%

Tabela 14. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo IV de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará (N = 3).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	122,0	298,0	194,3	92,1	47,4%
Frequência Mínima (kHz)	16,9	19,7	17,9	1,6	8,8%
Frequência Máxima (kHz)	18,4	19,9	19,4	0,9	3,1%
Frequência Inicial (kHz)	17,8	19,7	18,6	1,0	5,6%
Frequência Final (kHz)	18,2	19,9	19,3	1,0	3,1%

Tabela 15. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo V de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará (N = 3).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	192,0	667,0	460,3	243,4	52,9%
Frequência Mínima (kHz)	11,9	17,3	15,0	2,8	21,3%
Frequência Máxima (kHz)	18,9	21,9	20,3	1,5	7,8%
Frequência Inicial (kHz)	11,9	19,5	16,5	4,1	27,2%
Frequência Final (kHz)	17,5	21,1	19,5	1,8	10,5%

Tabela 16. Estatística descritiva das variáveis acústicas dos assobios do Tipo VI de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, Pará (N = 4).

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	D.P.	C.V.
Duração (ms)	234,0	725,0	394,8	223,1	56,5%
Frequência Mínima (kHz)	10,3	20,0	16,0	4,1	26,6%
Frequência Máxima (kHz)	19,3	22,2	20,9	1,3	6,3%
Frequência Inicial (kHz)	10,3	21,5	17,2	4,9	28,6%
Frequência Final (kHz)	18,9	21,7	20,7	1,3	7,1%

Os assobios do tipo I são caracterizados por apresentar os menores valores médios de todos os parâmetros acústicos mensurados: duração, frequência mínima, máxima, inicial e final (Tabela 11).

Os assobios do tipo II, III e VI apresentaram valores intermediários para os parâmetros acústicos observados, como vemos nas Tabelas 12 e 13.

Já o assobio do tipo IV caracterizou-se por apresentar os maiores valores médios de frequência final ($19,3 \pm 1,0$ kHz) e máxima ($19,4 \pm 0,9$ kHz), enquanto que o assobio do tipo VI apresenta as maiores médias de frequência mínima ($16,0 \pm 4,1$ kHz) e inicial ($17,2 \pm 4,9$ kHz).

Os assobios do tipo V destacam-se por serem os mais longos, com duração média de $460,3 \pm 243,4$ ms (Tabela 15).

6. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE BIOACÚSTICA ENTRE *Sotalia guianensis* e *S. fluviatilis*

Os grupos de *Sotalia guianensis* observados neste estudo foram em média maiores que os grupos de *S. fluviatilis* ($\bar{X}_{S. guianensis} = 5.88$ vs $\bar{X}_{S. fluviatilis} = 2.44$, $U = 4841.0$, $p < 0.0001$). Da mesma forma como a variação no tamanho de grupo na Baía de Marapanim foi maior (1 a 60 botos) que aquela encontrada no Rio Tapajós (1 a 10 indivíduos).

Os assobios emitidos pelas duas espécies estudadas apresentaram padrão ascendente em relação à frequência inicial e final (teste t para amostras pareadas; $p < 0.05$). Os assobios emitidos por *S. fluviatilis* no Rio Tapajós, apresentaram maiores valores médios de frequência que os emitidos por *S. guianensis* na Baía de Marapanim.

Observamos uma menor variação no número de pontos de inflexão entre os assobios de *S. guianensis* (0 a 4) em comparação com os assobios de *S. fluviatilis* (0 a 5). Segundo as categorias formuladas de acordo com o número de pontos de inflexões, foram vistos cinco tipos de assobios para *S. guianensis* e seis tipos para *S. fluviatilis*. Apesar da grande variação, em ambas as espécies é observada uma predominância de assobios sem pontos de inflexão, este padrão está representado em 54% nos assobios de *S. guianensis* e em 33% nos de *S. fluviatilis*.

Através da análise de conglomerados representada na Figura 26 os assobios emitidos pelas duas espécies estudadas foram separados em dois grandes grupos. Em ambos os grupos, observamos a presença tanto de

assobios de *S. guianensis* quanto de *S. fluviatilis*. Os membros de cada grupo estão relacionados nas Tabela dos Anexos 1 e 2 (páginas 85 e 86).

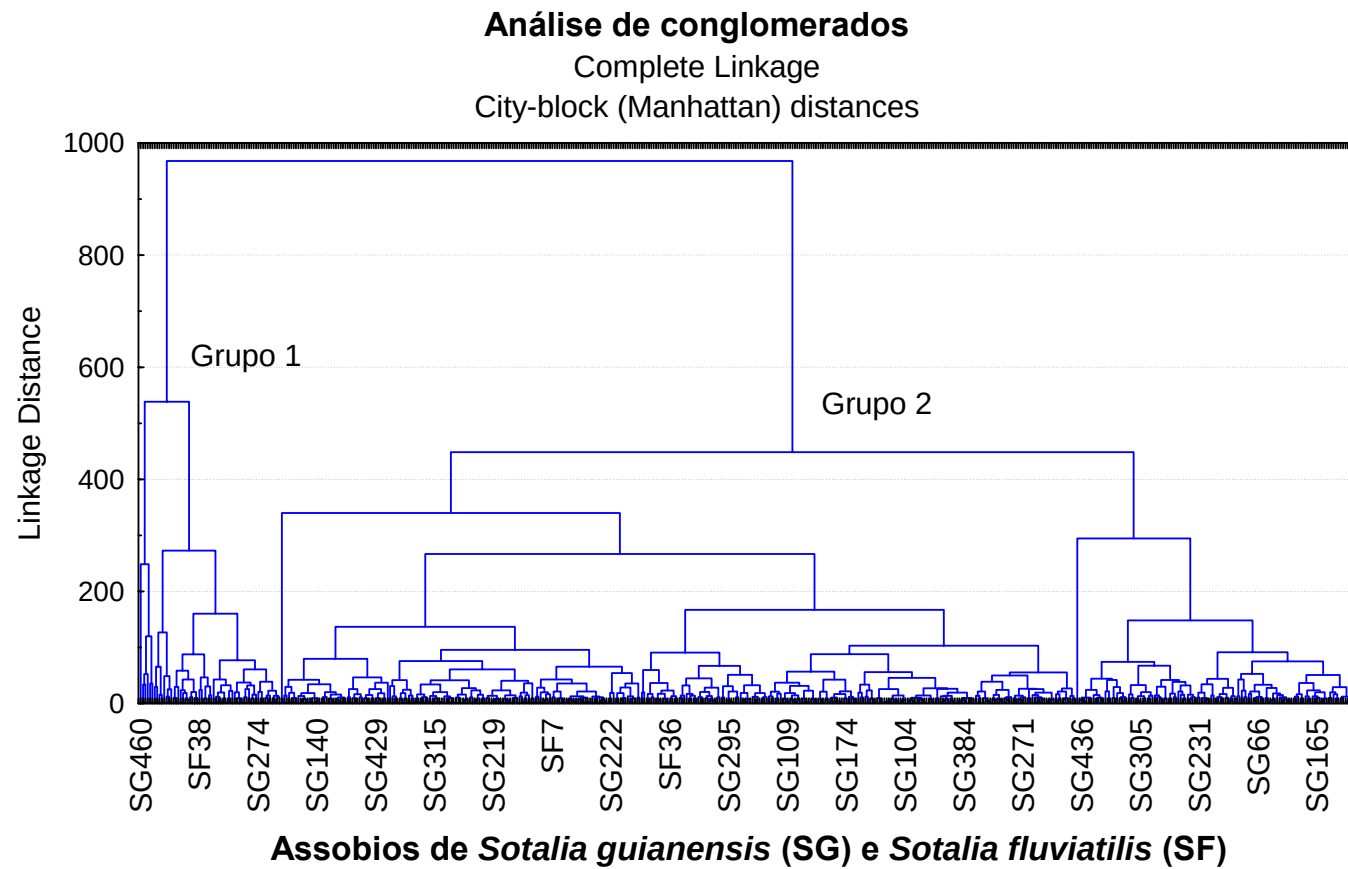


Figura 26. Dendrograma utilizando como parâmetros duração, frequência inicial, final, mínima, máxima e número de pontos de inflexão.

Embora haja assobios de ambas as espécies nos dois grupos apresentados pela análise de conglomerados, a análise de discriminantes feita com os parâmetros acústicos mensurados indicou uma diferença significativa entre os assobios das duas espécies de *Sotalia* (Wilks Lambda = 0.857; $F_{(6,511)} = 14.208$; $p < 0.001$). A tabela 17 mostra as comparações entre as médias dos parâmetros duração, frequência mínima, frequência máxima, frequência inicial, frequência final e pontos de inflexão dos assobios das duas espécies estudadas. Com exceção do parâmetro frequência final, todos os outros diferiram significativamente entre os assobios de *S. guianensis* e *S. fluviatilis*.

Tabela 17. Teste Mann Whitney para amostras independentes, os valores em vermelho representam os resultados significativos.

	Média <i>S. guianensis</i>	Média <i>S. fluviatilis</i>	valor de <i>U</i>	valor de <i>p</i>
Duração (ms)	253.500	214.750	8663.5	0.008
F. Mínima (kHz)	9.969	14.798	3225,5	0.000
F. Máxima (kHz)	16.685	17.730	9212,0	0.0364
F. Inicial (kHz)	10.755	15.509	3880,5	0.000
F. Final (kHz)	16.353	17.349	9347,5	0.051
Inflexões	0.681	1.458	8167,0	0.002

7. DISCUSSÃO

7.1. Características de formação de grupos

Os grupos de *S. guianensis* na baía de Marapanim apresentaram número de indivíduos semelhantes aos grupos observados em outras áreas de sua distribuição (Geise e cols.; 1998; Di Benedetto e cols. 2001), com exceção do tamanho de grupo registrado por Azevedo e cols., (2004) na baía de Guanabara que são formados por $13 \pm 9,5$ indivíduos e por García e Trujillo (2004) que observaram grupos formados por $10,5 \pm 8,6$ botos. Da mesma forma que os resultados do presente estudo, a variação do tamanho de grupo foi considerável na maioria das populações (Torres e Beasley, 2003; Azevedo e cols., 2004; Lodi e Hetzel, 1998).

Tanto a variação no tamanho de grupo de Tucuxis no Rio Tapajós (1 a 10 indivíduos), quanto à média de indivíduos por grupo ($2,6 \pm 2,1$ botos) foram maiores que as anteriormente descritas em outros trabalhos (Magnusson e cols., 1980; Vidal e cols., 1997).

Essa diferença no tamanho de grupo encontrada entre as duas espécies pode estar relacionada com o fato de que a maioria das gravações no Rio Tapajós tenha sido realizada na estação seca. Segundo o estudo desenvolvido com tamanho de grupos na Baía de Marapanim, observamos que os botos formam agrupamentos de diferentes tamanhos entre as estações seca e chuvosa, com um menor tamanho de grupo observado na estação seca (Emin-Lima e cols., 2006).

7.2. Características gerais dos assobios de *S. guianensis*

De maneira geral, os assobios de *S. guianensis* se enquadram nos padrões acústicos descritos para a espécie (Monteiro-Filho e Monteiro, 2001; Erber e Simão, 2004; Pivari, 2004; Azevedo e Van Sluys, 2005; Pivari e Rosso, 2005) (Tabela 18).

Tabela 18. Médias e desvios padrão de parâmetros acústicos dos assobios de *Sotalia guianensis* apresentados em estudos anteriores.

Parâmetros Acústicos	ESTUDOS					Este estudo
	Monteiro-Filho e Monteiro (2001), Cananéia-SP	Azevedo e Simão (2002), Baía de Guanabara-RJ	Erber e Simão (2004), Baía de Sepetiba-RJ	Azevedo e Van Sluys (2004), Baía. de Marapanim-PA	Pivari e Rosso (2005), Cananéia-RJ	
Duração (ms)	210±20	102,5±81,0	789±3,12	321,4±133,1	229±109,91	253,5±130,4
Freq. Mínima (kHz)	-	7,6±2,9	10,52±4,52	10,85±3,03	7,97±2,89	10,0±3,0
Freq. Máxima (kHz)	-	13,0±4,1	13,31±4,85	19,38±3,05	14,46±2,88	16,7±3,5
Freq. Inicial (kHz)	-	7,9±2,9	10,70±4,97	11,61±3,39	8,15±3	10,8±3,5
Freq. Final (kHz)	-	12,8±4,5	11,11±4,72	18,90±3,36	14,35±3,04	16,4±3,6
Pontos de Inflexão	-		1,3±1	0,61±1,21	0,17±0,51	0,7±0,9
N	94	5086	3350	829	1294	470

Em relação ao parâmetro duração, houve algumas diferenças entre os valores da média encontrados em outras populações analisadas e o presente estudo (Monteiro-Filho e Monteiro, 2001; Azevedo e Simão, 2004; Erber e Simão, 2004; Pivari e Rosso, 2005), com exceção da média encontrada na população de Fortaleza por Azevedo e Simão (2005), que praticamente não apresentou diferença em relação à média aqui descrita para a Baía de Marapanim. Azevedo e Van Sluys (2005) também descreveram os assobios de *S. guianensis* na Baía de Marapanim e encontraram médias de duração maiores ($321 \pm 133,1$ ms) que as aqui descritas ($253,5 \pm 130,4$ ms) (Tabela 2), no entanto, a variação desse parâmetro está dentro do limite de variação encontrado nas análises do presente estudo, podendo, portanto ser explicado pelo número de assobios analisado por Azevedo e Van Sluys (2005), que foi bem menor ($N = 95$) que os apresentados nesse estudo ($N = 470$), além de variações relacionadas ao sistema de gravação.

S. guianensis apresentou uma grande variação de frequência (3 a 24 kHz), muitas vezes produzindo assobios tão agudos a ponto de serem cortados pelo limite superior do sistema de gravação, portanto ultrapassando o limite de 24 kHz. Somente a partir das análises feitas por Azevedo e Van Sluys (2005) valores tão altos de frequência máxima foram registrados, anteriormente o maior valor de frequência (21,7 kHz) foi o apresentado por Erber e Simão (2004).

A média da frequência final ($16,4 \pm 3,6$ kHz) é significativamente ($t(469) = 27,659$; $p < 0,05$) maior que a frequência inicial ($10,8 \pm 3,5$ kHz). O mesmo padrão foi anteriormente citado para outras populações de *Sotalia* e outras espécies de delfínídeos (Mathwes e cols., 1999; Bazúa-Duran, 2004; Azevedo e Van Sluys, 2005).

Os assobios variam em número de pontos de inflexão de 0 a 4, onde aqueles sem pontos de inflexão representam 54% de todos os assobios analisados. Foram classificados 5 tipos de assobios baseados no número de pontos de inflexão corroborando com os resultados obtidos por Pivari (2004) para os assobios da população do estuário de Cananéia-SP. Erber e Simão (2004) mediram assobios com até 10 pontos de inflexão na Baía de Sepetiba, RJ. Azevedo e Van Sluys (2005) encontraram assobios na população da Baía de Marapanim com pontos de inflexão variando de 0 a 5. No entanto, esta diferença pode estar relacionada com o conceito de ponto de inflexão adotado por cada autor.

7.3. Características gerais dos assobios de *S. fluviatilis*

As características aqui apresentadas para os assobios de *S. fluviatilis* diferem bastante da caracterização feita para a espécie em outros estudos (Tabela 19).

Tabela 19. Médias e desvios padrão de alguns parâmetros de assobios de *Sotalia fluviatilis* apresentados em estudos anteriores

Parâmetros acústicos	ESTUDOS			
	Wang e cols. (2001), R. Amazonas, Marañon e Tigre	Podos e cols. (2002), RDS Mamirauá-AM	Azevedo e Van Sluys (2005), Rio Pacajás-PA	Este estudo
Duração (ms)	410 ± 210	630 ± 320	381,0 ± 172,1	214,8 ± 152,8
Freq. Mínima (kHz)	10,21 ± 3,10	9,18 ± 3,05	10,93 ± 3,39	14,8 ± 3,3
Freq. Máxima (kHz)	15,41 ± 3,11	15,65 ± 2,49	19,95 ± 2,43	17,7 ± 3,2
Freq. Inicial (kHz)	10,76 ± 3,53	9,70 ± 3,64	11,36 ± 3,81	15,5 ± 3,6
Freq. Final (kHz)	14,35 ± 2,89	14,64 ± 2,66	19,63 ± 2,41	17,3 ± 3,3
Pontos de Inflexão	-	-	0,44 ± 0,74	1,5 ± 1,6
N	155	50	61	48

Os Tucuxis do Rio Tapajós apresentam assobios com menor duração dentre os resultados obtidos em outros estudos desenvolvidos na Amazônia (Wang e cols., 2001; Podos e cols., 2002; Azevedo e Van Sluys, 2005).

Registramos para os assobios de *S. fluviatilis*, no Rio Tapajós, os maiores valores de frequência mínima e inicial, quando comparado com os estudos anteriores para esta espécie (Tabela 10).

Em relação aos parâmetros frequência máxima e final, os valores encontrados no Rio Tapajós só não foram maiores que aqueles registrados por Azevedo e Van Sluys (2005) no Rio Pacajás.

Os assobios de *S. fluviatilis* no Rio Tapajós apresentaram de 0 a 5 pontos de inflexão, diferente do padrão apresentado por Azevedo e Van Sluys (2005) para os botos do Rio Pacajás (0 a 3 pontos de inflexão).

7.4. Comparação entre assobios de *S. guianensis* e *S. fluviatilis*.

As duas espécies estudadas produziram assobios predominantemente ascendentes, assim como foi visto por Wang e cols. (1995), Podos e cols. (2002), Erber e Simão (2004), Azevedo e Van Sluys (2005).

De maneira geral os assobios de *S. fluviatilis* são mais agudos que os de *S. guianensis*. Esse padrão pode ser observado pela avaliação da frequência inicial de cada uma das espécies apresentadas neste estudo. Nota-se que *S. fluviatilis* emite assobios em uma faixa de frequência média superior estreita, ao passo que *S. guianensis* em uma faixa mais larga, portanto não apresentando diferença significativa entre as frequências finais.

De acordo com Wang e cols. (1995), existe uma relação inversa entre o tamanho do corpo e a frequência máxima dos assobios emitidos por golfinhos. Estes autores gravaram assobios emitidos por grupos mistos de *Inia geoffrensis* (Boto-vermelho) e *Sotalia fluviatilis*, e atribuíram os assobios de mais alta frequência aos tucuxis e os de baixa frequência aos Botos-vermelhos. O Tucuxi é um dos menores golfinhos da família Delphinidae (da Silva e Best, 1996).

A partir dos resultados obtidos neste estudo, observamos que os assobios de *S. guianensis* foram significativamente mais longos que os de *S. fluviatilis*, o que difere do estudo feito por Azevedo e Van Sluys (2005), que apresentaram uma média de duração para *S. fluviatilis* do Rio Pacajás maior que as registradas para as populações de *S. guianensis*.

A análise de conglomerados não separou os assobios de *S. guianensis* dos emitidos por *S. fluviatilis*, mas em dois grupos que continham assobios de ambas as espécies. Adicionalmente, os resultados obtidos da comparação entre as médias dos parâmetros acústicos que definem os assobios, mostram que apenas o parâmetro frequência final não apresentou diferença significativa entre as médias de cada espécie. Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Azevedo e Van Sluys (2005), que demonstram grande variação populacional nos assobios, mesmo em populações geograficamente próximas.

Pode ser que assobios de *Sotalia* apresentem uma porção constante nos assobios e outra variável, a qual pode estar relacionada com o contexto comportamental (Wang e cols., 1995; Bazúa-Duran, 2004; Azevedo e Van Sluys, 2005). Talvez esse padrão possa estar relacionado com a grande variação de assobios em uma população que não realiza grandes migrações.

8. SÍNTESE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

1. Quanto ao tamanho de grupo de *Sotalia guianensis*, embora o valor da média encontrado ter sido de 6 indivíduos, foi observada uma alta variação nos agrupamentos formados (1 a 60 indivíduos);
2. Para uma avaliação melhor fundamentada quanto aos grupos formados por *S. fluviatilis* é necessário que se faça um estudo tanto na estação chuvosa, quanto na seca, para que a média de tamanho de grupo seja confirmada;
3. Houve uma predominância de assobios ascendentes em ambas as espécies;
4. De maneira geral, as medidas dos parâmetros físicos que caracterizam os assobios de *S. guianensis* corroboram com os dados obtidos por outros autores;
5. Os assobios de *S. fluviatilis* do Rio Tapajós diferem quanto aos parâmetros duração, frequência mínima, inicial e pontos de inflexão dos padrões apresentados em estudos anteriores;
6. Observou-se assobios mais agudos entre os emitidos por *S. fluviatilis*, estes ocupam uma banda de frequência menor que os de *S. guianensis*;
7. Não foi possível estabelecer diferenças em níveis específicos entre assobios de *Sotalia*, tendo em vista que nossos resultados mostram grande variância, corroborando com estudos realizados anteriormente, além disso, essas variações podem representar inclusive diversidade intrapopulacional.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- André, M. e Kamminga, C. (2000). Rhythmic dimension in the echolocation click trains of sperm whales: a possible function of identification and communication. *Journal of the Marine Biological Association*, 80, 163-169.
- Azevedo, A.F.; Viana, S.C.O; Oliveira, A.M. e Van Sluys, M. (2004). Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association*, 85, 209-212.
- Azevedo, A.F. e Simão, S. M. (2002). Whistles produced by marine Tucuxi Dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Guanabara Bay, southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*, 28, 261-266.
- Azevedo, A.F. e Van Sluys, M. (2005). Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: comparisons among populations. *Journal of Acoustic Society American*, 117(3), 1456-1464.
- Baptista, L. F. e Gaunt, S. L. L. (1997). Bioacoustics as a tool in conservation studies. Em Clemmons, J. R. e Buchholtz, R. (eds.), *Behavioral Approaches to Conservation in the wild*. (pp. 212-242). USA: Cambridge University Press.
- Barros, N.B.; Zanelatto, R.C.; Oliveira, M.R.; Rosas, F.C.W. e Simões-Lopes, P.C. (1998). Hábitos alimentares do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*, no extremo sul de sua distribuição. Em VIII Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul, Olinda, Brasil, Outubro 25-29.
- Barros, N.B. e Teixeira, R. L. (1994). Incidental catch of marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in Alagoas, northeastern Brazil. *Report International Whale Commission Special Issue*, 15, 265-268.

- Bastida, R. e Rodriguez, D. (2003). *Mamíferos marinos de Patagonia y Antártida* (1ª ed.). Buenos Aires: Vasquez Mazzini Editores. 208p.
- Bazúa-Duran, C. (2004). Differences in the whistle characteristics and repertoire of Bottlenose and Spinner Dolphins. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76(2), 386-392.
- Berta, A. e Sumich, J.L. (1999). *Marine Mammals: Evolutionary Biology*. California: Academic Press.
- Borobia, M., Siciliano, S., Lodi, L. e Hoek, W. (1991). Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology*, 69, 1025-1039.
- Bradbury, J. W. e Vehrencamp, S. L. (1998). Chapter 1 – Introduction. Em Bradbury, J. W. Vehrencamp, S. L. (eds.). *Principles of Animal Communication*. (pp. 1-14). Massachusetts: Sinauer Associates Inc. Publishers.
- Caldwell, M. C. E Caldwell, D. K. (1965). Individualized whistle contours in bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). *Nature*, 207, 434-435.
- Castro, M.A.C. (2005). *Alimentação e reima no Vale do Tapajós*. Monografia, Centro de Ciências Sociais, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Cremer, M.J. (2000). *Ecologia e Conservação do Golfinho Sotalia fluviatilis guianensis (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Babitonga, Litoral Norte de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Biol[ógicas], Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brazil. 226p.
- Cremer, M.J. e Simões-Lopes, P. C. (2004). Interações entre aves marinhas e *Sotalia guianensis* (P.J. Van Bénédén, 1864) na Baía da Babitonga sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 6(1), 103-114.

- Cunha, H.A., Da Silva, V.M.F., Lailson-Brito Jr, J., Santos, M.C.O, Flores, P.A.C., Martin, A.R. e cols. (2005). Riverine and marine ecotypes of *Sotalia dolphins* are different species. *Marine Biology*, 148(2), 449-457.
- Da Silva, V.M.F. e Best, R.C. (1994). Tucuxi, *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). Em Ridgway, S.H. e Harrison, R.J. (eds.), *Handbook of Marine Mammals* (pp. 43-69). London: Academic Press.
- Da Silva, V.M.F. e Best, R.C. (1996). *Sotalia fluviatilis*. *Mammalian Species*, 527, 1-7.
- Da Silva, V.M.F., Fetuccia, D.C. e Martin, A.R. (2006). Distribution, movement patterns and home range of river dolphins of the genus *Sotalia*. *Workshop on Research and Conservation of the genus Sotalia*, Armação dos Buzios, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.
- Dawkins, M.S. (1989). *Explicando o comportamento animal*. São Paulo: Editora Manole.
- Di Benedetto, A.P.M., Ramos, R.M.A. e Lima, N.R.W. (2001). *Os golfinhos: origem, captura acidental, habito alimentar*. Porto Alegre: Cinco continentes. 152p.
- Di Benedetto, A. P. M., Ramos, R. M. A. e Lima, N. R. W. (2001). Sightings of *Pontoporia blainvillei* (Gervais e D'Orbigny, 1844) and *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea) in South-eastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(3), 291-296.
- Domit, C. (2006). *Comportamento de pesca do Boto-cinza Sotalia guianensis*. Dissertação de mestrado, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

- Edwards, H.H.e Schnell, G.D. (2001). Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. *Marine Mammal Science*, 17(3), 445-472.
- Emin-Lima, N.R.; Rodrigues, A.L.F.; Moura, L.N. e Silva, M.L. (2006). Habitat use and group characteristics of Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Marapanim Bay, Pará, Brasil. Em *Workshop on Research and Conservation of the genus Sotalia*, Armação dos Buzios, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.
- Erber, C. e Simao, S. M. (2004). Analysis of whistles produced by the Tucuxi Dolphin *Sotalia fluviatilis* from Sepetiba Bay, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76(2), 381-385.
- Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H.e Merritt. J. F. (1999). Cetacea. Em Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., Merritt. J. F.(eds.) *Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology*, USA (pp. 271-289). Boston: McGraw-Hill Co.
- Flores, P.A.C. (2003) *Ecology of the marine tucuxi dolphin (Sotalia fluviatilis) in southern Brazil*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Fraser, F.C. e Purves, P.E. (1954). Hearing in cetaceans. *Bulletin Britsh Museum (Nat. His.)*, 2, 103-116.
- García, C. e Trujillo, F. (2004). Preliminary observations on habitat use patterns of the marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in Cispatá Bay, Colombian Caribbean coast. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 3(1), 53-59.
- Geise, L.; Gomes, N. e Cerqueira, R. (1999). Behavior, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) in Cananéia estuary region São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59(2), 183-194.

- Geise, L. (1991). *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brasil. *Mammalia* 55(3): 371-379.
- Green, S. e Marler, P. M. (1979). The analysis of animal communication. Em Marler, P. and Vanderbergh, J. G. (eds.) *Handbook of behavioral neurobiology: Vol. 3 Socialbehavioral and comunication* (pp. 73-158). New York: Plenun Press.
- Halliday, T. R. e Slater, P. J. B. (1983). Introdution. Em Halliday, T. R. e Slater, P. J. B. (eds.) *Animal Behaviour. Communication*. Volume 2 (pp. 82-113). Oxford : Blackwell Scientific Publications.
- Hetzel, B. e Lodi, L. (1993). *Baleias, botos e golfinhos: guia de identificação para o Brasil*. Rio Janeiro: Nova Fronteira.
- Hoffmann, L.S. (2004). *Um estudo de longa duração de um grupo costeiro de golfinhos Tursiops truncatus (Montagu, 1821) (Cetácea: Delphinidae) no Sul do Brasil, aspectos da sua biologia e bioacústica*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- IBAMA. (2001). *Mamíferos aquáticos do Brasil: plano de ação, versão II*. –2.ed. Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 102p.
- IUCN. (1991). Dolphins, porpoises and whales of the world. Em: *The IUCN Red Data Book*. Compiled by M. Kinowska Gland. Switzerland. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. viii+429p.
- Janik, V.M. e Slater, P.J.B. (1998). Context-specific use suggests that Bottlenose Dolphin signature whistles are cohesion calls. *Animal Behaviour*, 56, 829-838.
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S. e Weber, M.A. (1993). *FAO species identification guide. Marine mammals of the world*. FAO. Rome.

- Junk, W.J. e Da Silva, V.M.F. (1997). Mammals, Reptiles and Amphibians. *Ecological studies*, 126, 409-417.
- Kamminga, C., Van-Hove, M. T., Engelsma, F. J. e Terry, R. P. (1993). Investigation on cetacean sonar X: A comparative analysis of underwater echolocation clicks of *Inia* spp. *Aquatic Mammals*, 19, 31-43.
- Ketten, D. R. (1992). The marine mammal ear: Specializations for aquatic audition and echolocation. Em D.Webster, R. Fay and A. Popper (eds.), *Evolutionary Biology of Hearing* (pp. 717–750). New York: Springer-Verlag.
- Krebs, J. R. e Davies, N.B. (1996). *Introdução à Ecologia comportamental*. São Paulo: Atheneu Editora.
- Lammers, M.O., Au, W.W.L. e Herzing, D.L. (2003). The broadband social acoustic signaling behavior of Spinner and Spotted Dolphins. *Journal of Acoustic Society American*, 114, 1629-1639.
- Larson, R., Hostetler, R. P., e Edwards, B. H. (1998). *Cálculo com geometria analítica*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 2v. il. 5 ed.
- Leatherwood, J.S., Reeves, R.R., Wursig, B. e Shearn, D. (2000). Habitat preferences of river dolphins in Peruvian Amazon. *Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia*, 23, 131-144.
- Lodi, L. e Hetzel, B. (1998). Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Bioikos*, 12 (2), 26-30.
- Lodi, L. (2000). *Uso de habitat e preferências do boto-cinza, Sotalia fluviatilis (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- Lodi, L. e Hetzel, B. (2000). Cleptoparasitismo entre fragatas (*Fregata magnificens*) e botos-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Biociências*, 8(1), 59-64.
- Magnusson, W.E.; Best, R.C. e Da Silva, V.M.F. (1980). Numbers and behaviour of Amazonian dolphins, *Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis* in the rio Solimões, Brazil. *Aquatic Mammals*, 8, 27-41.
- Martin, A.R.; Da Silva, V.; e Salmon, D.L. (2004). Riverine habitat preferences of Botos (*Inia geoffrensis*) and Tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in the central Amazon. *Marine Mammal Science*, 20(2), 189-200.
- Mathwes, J. N., Rendall, L. E. e Gordon, J. C. D. (1999). A review of frequency and tim parameters of cetacean tonal calls. *Bioacoustics*, 10, 47-71.
- Miller, B.S.; Zosuls, A.L.; Ketten, D.R. e Mountain, D.C. (2006). Middle-Ear Stiffnes of the Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 31(1), 87-94.
- Monteiro-Filho, E. L. A. (1991). *Comportamento de caça e repertório sonoro do golfinho Sotalia brasiliensis (Cetacea: Delphinidae) na região de Cananéia, estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Monteiro-Filho, E. L. A.; Reis, S.F. e Monteiro, L. (1999). Geometric analisys of tridimensional skull shape in *Sotalia*: discrimination between freshwater and marine dolphins. *Abstracts XIII Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Wailea, Maui, Hawaii, Nov. 28-Dec.03, USA, p.129.
- Monteiro-Filho, E. L. A. (2000). Group organization in the dolphin *Sotalia fluviatilis* guianensis in an estuary of southeastern Brazil. *Ciência e Cultura*. 52(2), 97-101

- Monteiro-Filho, E.L.A. e Monteiro, L. (2001). Low-frequency sounds emitted by *Sotalia fluviatilis guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in an estuarine region in southeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 56-66.
- Morris, R. (1989). The world of the senses. Em: Harrison, R. e Bryden, M. M. (eds). *Whales, dolphins and porpoises* (pp. 122-133). New York..
- Norris, K.S. e Harvey, G.W. (1974). Sound transmission in the porpoise head. *Journal of Acoustic Society American*, 56(2), 659-664.
- Pantoja, T.M. (2001). *Ecologia alimentar do tucuxi Sotalia fluviatilis no estuário amazônico e costa do Amapá*. Monografia, Centro de Ciências Biológicas, Belém.
- Pereira, K.F. (2006). *Interações ecológicas e comportamentais entre aves marinhas e o tucuxi Sotalia fluviatilis na Baía de Marapanim, Pará, Brasil*. Monografia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Perrin, W.F. e Reilly, S.B. (1984). Reproductive parameters of dolphins and small whales of the family delphinidae. *Report of International. Whale Commition, Cambridge*, 6, 97-133.
- Piacentini, V. Q., (2003). *Associações de pesca entre aves marinhas e o Boto-cinza Sotalia guianensis (Cetacea: Delphinidae) na Baía Norte de Santa Catarina, sul do Brasil*. Monografia, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.
- Pivari, D. (2004). *Caracterização das emissões sonoras de Sotalia fluviatilis (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) durante o comportamento alimentar em duas praias do estuário de Cananéia, São Paulo*. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Pivari, D. e Rosso, S. (2005). Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southern Brazil. *Journal of Acoustic Society American*, 118(4), 2725-2731.
- Podos, J.; Da Silva, V.M.F. e Rossi-Santos, M.R. (2002). Vocalizations of Amazon River Dolphins, *Inia geoffrensis*: Insights into the Evolutionary Origins of Delphinid Whistles. *Ethology*, 108, 601-612.
- Popov, V.V., e Supin, A.Y. (1990). Electrophysical studies on hearing in some cetaceans and a manatee. Em J. A. Thomas and R. A. Kastelein Plenum(eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 405–41). New York.
- Popper, A.N. (1980). Sound emission and detection by delphinids in Cetacean Behavior: Mechanisms and Functions. Em L.M. Herman(eds.), (pp. 1-52). New York: Wiley Interscience.
- Prost, M. T. (2001). Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de um estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). Em: Prost, M. T. e Mendes, A. C. (eds.). *Ecossistemas costeiros: Impactos e gestão ambiental* (pp. 75-87). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Ramos, R.M.A. (1997). *Determinação de idade e biologia reprodutiva de Pontoporia blainvillei e da forma marinha de Sotalia fluviatilis (Cetacea: Pontoporiidae e Delphinidae) no Norte do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado, Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.
- Randall, R.R.; Stewart, B.S.; Clapham, P.J. e Powell, J.A. (2002). *Guide to marine mammals of world*. National Audubon Society. 1st ed. 528p.
- Rosas, F.W. (2000). *Interações com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de Sotalia guianensis e Pontoporia blainvillei (Cetacea: Delphinidae e Pontoporiidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e do*

Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Rosas, F.C. W. e Monteiro-Filho, E.L.A. (2002). Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 83(2), 507-515.

Rice, D.W. (1997). *A list of the marine mammals of the world*. 3rd ed. NOAA Tech. Rep. MMFS SSRF 771, 15pp.

Santos, M.E. (1998). *Golfinhos-Rozes do Sado: Estudos de sons e comportamento*. Tese de Doutorado, Instituto de Psicologia Aplicada, Lisboa.

Santos, M.C.O., Rosso, S., Santos, R.A., Lucato, S.H.B. e Basso, M. (2002). Insights on small cetacean feeding habits in southeastern Brazil. *Aquatic Mammals*, 28, 38–45.

Sauerland, M. & Dehnhardt, D. (1998). Underwater audiogram of a Tucuxi (*Sotalia fluviatilis guianensis*). *Journal of Acoustic Society American*, 103, 1199-1204.

Siciliano, S., Moreno, I.B., Silva, E.D. e Alves, V.C. (2006). *Baleia, botos e golfinhos na Bacia de Campos*. Rio de Janeiro: ENSP/FIOCRUZ. 100p.

Siciliano, S. e Di Benedetto, A.P. (2007). Stomach contents of the marine tucuxi-dolphin (*Sotalia guianensis*) from Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. *Journal Marine Biology Association U.K.*, 87, 253-254.

Silva, M. L. (2001). *Estrutura e organização de sinais de comunicação complexos: o caso do Sabiá-laranjeira Turdus rufiventris (Aves, Passeriformes, Turdinae)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Simão, S.M., Pizzorno, J.L.A., Perry, V.N. e Siciliano, S. (2000). Aplicação da técnica de foto-identificação do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) da Baía de Sepetiba. *Floresta e Ambiente*, 7, 31-39.
- Simões-Lopes, P.C. (1988). Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853, Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 1, 57-62.
- Sioli, H. (1984). The Amazon and its main affluent: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. Em Sioli, H. (ed.), *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basins* (pp. 127-165) Dordrecht: Dr. W. Junk Publisher.
- Souza-Lima, R. S. (1999). *Comunicação acústica em Peixes-boi (Sirenia: Trichechidae): Repertório vocal, discriminação vocal e aplicações no manejo e conservação das espécies no Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- STATSOFT, Inc. (1995). *STATISTICA for Windows* (Computer program manual). Tulsa, OK.
- Torres, D. e Beasley, C. (2003). Pattern of use of a small bay in northern Brazil by *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae). *Amazoniana*, XVII(3/4), 583-594.
- Tyack, P. (1986). Population biology, social behavior and communication in whales and dolphins. *TREE*, 1(6), 144-150.
- Vidal, O.; Barlow, J.; Hurtado, L.A.; Torre, J.; Cendón, P. e Ojeda, Z. (1997). Distribution and abundance of the Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*) and the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the upper Amazon River. *Marine Mammal Science*, 13(3), 427-445.

Wang, D., Wursig, B. e Evans, W.E. (1995). Whistles of bottlenose dolphins: comparison among populations. *Aquatic Mammals*, 21, 65-77.

Wang, D., Wursig, B. e Leatherwood, S. (2001). Whistles of boto, *Inia geoffrensis*, and tucuxi, *Sotalia fluviatilis*. *Aquatic Mammals*, 9, 57-66.

ANEXOS

Anexo 1. Membros do Grupo 1 separados na análise de conglomerados.

GRUPO 1								
SG 3	SG 80	SG 139	SG 189	SG 241	SG 301	SG 360	SG 422	SF 2
SG 4	SG 81	SG 140	SG 190	SG 242	SG 302	SG 361	SG 423	SF 3
SG 5	SG 83	SG 141	SG 191	SG 243	SG 303	SG 364	SG 424	SF 4
SG 9	SG 84	SG 142	SG 192	SG 244	SG 304	SG 365	SG 425	SF 7
SG 12	SG 87	SG 143	SG 193	SG 245	SG 306	SG 366	SG 429	SF 9
SG 13	SG 88	SG 144	SG 197	SG 246	SG 307	SG 367	SG 433	SF 10
SG 14	SG 92	SG 145	SG 199	SG 247	SG 308	SG 370	SG 434	SF 11
SG 22	SG 93	SG 146	SG 200	SG 248	SG 309	SG 373	SG 435	SF 12
SG 26	SG 94	SG 149	SG 201	SG 249	SG 310	SG 376	SG 437	SF 13
SG 27	SG 96	SG 152	SG 202	SG 250	SG 311	SG 379	SG 439	SF 14
SG 32	SG 97	SG 153	SG 203	SG 251	SG 312	SG 380	SG 441	SF 16
SG 34	SG 98	SG 154	SG 204	SG 252	SG 313	SG 381	SG 442	SF 18
SG 36	SG 99	SG 156	SG 205	SG 253	SG 314	SG 382	SG 443	SF 19
SG 37	SG 100	SG 157	SG 206	SG 254	SG 315	SG 383	SG 444	SF 20
SG 39	SG 102	SG 158	SG 207	SG 255	SG 318	SG 384	SG 450	SF 21
SG 40	SG 104	SG 159	SG 208	SG 256	SG 319	SG 385	SG 451	SF 23
SG 41	SG 107	SG 160	SG 209	SG 258	SG 324	SG 388	SG 458	SF 24
SG 42	SG 108	SG 161	SG 210	SG 259	SG 325	SG 389	SG 459	SF 25
SG 43	SG 109	SG 162	SG 211	SG 260	SG 327	SG 393	SG 462	SF 26
SG 44	SG 111	SG 163	SG 212	SG 262	SG 328	SG 396	SG 463	SF 27
SG 46	SG 113	SG 164	SG 213	SG 263	SG 329	SG 397	SG 464	SF 28
SG 53	SG 114	SG 167	SG 214	SG 265	SG 330	SG 398	SG 465	SF 30
SG 54	SG 115	SG 168	SG 215	SG 266	SG 332	SG 401	SG 470	SF 31
SG 55	SG 116	SG 169	SG 219	SG 267	SG 333	SG 402		SF 32
SG 57	SG 117	SG 170	SG 220	SG 268	SG 334	SG 403		SF 33
SG 58	SG 118	SG 172	SG 221	SG 270	SG 335	SG 404		SF 35
SG 61	SG 119	SG 173	SG 222	SG 271	SG 339	SG 406		SF 36
SG 63	SG 120	SG 174	SG 223	SG 272	SG 340	SG 408		SF 37
SG 64	SG 121	SG 175	SG 224	SG 278	SG 341	SG 409		SF 39
SG 67	SG 122	SG 176	SG 225	SG 281	SG 342	SG 410		SF 41
SG 68	SG 124	SG 177	SG 226	SG 282	SG 343	SG 411		SF 43
SG 69	SG 127	SG 178	SG 227	SG 284	SG 344	SG 412		SF 45
SG 70	SG 128	SG 179	SG 229	SG 286	SG 348	SG 413		SF 46
SG 71	SG 130	SG 180	SG 232	SG 288	SG 349	SG 414		SF 47
SG 73	SG 132	SG 181	SG 234	SG 289	SG 350	SG 415		SF 48
SG 74	SG 133	SG 182	SG 235	SG 290	SG 351	SG 417		
SG 75	SG 134	SG 183	SG 236	SG 292	SG 352	SG 418		
SG 76	SG 135	SG 184	SG 237	SG 293	SG 357	SG 419		
SG 77	SG 137	SG 186	SG 238	SG 295	SG 358	SG 420		
SG 78	SG 138	SG 187	SG 239	SG 300	SG 359	SG 421		

Anexo 2. Membros do Grupo 2 separados na análise de conglomerados.

GRUPO 2						
SG 1	SG 52	SG 150	SG 283	SG 368	SG 446	SF 1
SG 2	SG 56	SG 151	SG 285	SG 369	SG 447	SF 5
SG 6	SG 59	SG 165	SG 287	SG 371	SG 448	SF 6
SG 7	SG 60	SG 166	SG 291	SG 372	SG 449	SF 8
SG 8	SG 62	SG171	SG 294	SG 374	SG 452	SF 15
SG 10	SG 65	SG 185	SG 296	SG 375	SG 453	SF 17
SG 11	SG 66	SG 188	SG 297	SG 377	SG 454	SF 22
SG 15	SG 72	SG 194	SG 298	SG 378	SG 455	SF 29
SG 16	SG 79	SG 195	SG 299	SG 386	SG 456	SF 34
SG 17	SG 82	SG 196	SG 305	SG 387	SG 457	SF 38
SG 18	SG 85	SG 198	SG 316	SG 390	SG 460	SF 40
SG 19	SG 86	SG 216	SG 317	SG 391	SG 461	SF 42
SG 20	SG 89	SG 217	SG 320	SG 392	SG 466	SF 44
SG 21	SG 90	SG 218	SG 321	SG 394	SG 467	
SG 23	SG 91	SG 228	SG 322	SG 395	SG 468	
SG 24	SG 95	SG 230	SG 323	SG 399	SG 469	
SG 25	SG 101	SG 231	SG 326	SG 400		
SG 28	SG 103	SG 233	SG 331	SG 405		
SG 29	SG 105	SG 240	SG 336	SG 407		
SG 30	SG 106	SG 257	SG 337	SG 416		
SG 31	SG 110	SG 261	SG 338	SG 426		
SG 33	SG 112	SG 264	SG 345	SG 427		
SG 35	SG 123	SG 269	SG 346	SG 428		
SG 38	SG 125	SG 273	SG 347	SG 430		
SG 45	SG 126	SG 274	SG 353	SG 431		
SG 47	SG 129	SG 275	SG 354	SG 432		
SG 48	SG 131	SG 276	SG 355	SG 436		
SG 49	SG 136	SG 277	SG 356	SG 438		
SG 50	SG 147	SG 279	SG 362	SG 440		
SG 51	SG 148	SG 280	SG 363	SG 445		