

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

THAIS SUSANA DE MACEDO PEREIRA

Distribuição e abundância de botos-do-Araguaia (*Inia araguaia-ensis*) em trechos de rio fragmentados por eventos de seca

Belém – PA

2019

THAIS SUSANA DE MACEDO PEREIRA

Distribuição e abundância de botos-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*) em trechos de rio fragmentados por eventos de seca

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do convênio da Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ecologia.

Área de Concentração: Ecologia

Linha de Pesquisa: Ecologia de Comunidades e Ecossistemas

Orientador: Prof. Dr. Raphael Ligeiro
Instituto de Ciências Biológicas - UFPA

Co-orientadora: Dra. Renata Emin-Lima
Museu Paraense Emílio Goeldi, Mastozoologia
GEMAM

Belém – PA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

Pereira, Thais Susana de Macedo

Distribuição e abundância de botos-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*) em trechos de rio fragmentados por eventos de seca / Thais Susana de Macedo Pereira. — 2019.
35 f.

Orientador(a): Prof. Dr. Raphael Ligeiro

Coorientação: Prof^a. Dra. Renata Emin-lima

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Golfinhos fluviais. 2. seleção de habitat. 3. armadilha ecológica. 4. afluentes. 5. conservação de água doce.. I. Título.

CDD 574.524
Acesse o Wi
Acesse Configu

THAIS SUSANA DE MACEDO PEREIRA

Distribuição de botos-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*) em trechos de rio fragmentados por eventos de seca

Banca Examinadora

Prof. Dr. Raphael Ligeiro Barroso Santos
Universidade Federal do Pará (Presidente)

Prof^a. Maria Aparecida Lopes, Ph.D.
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Salvatore Siciliano
Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Prof^a. Dr^a. Larissa Rosa de Oliveira
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

*Dedico essa dissertação ao
meu marido Gil por todo amor,
carinho e incentivo ao longo
dessa jornada.*

AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao Instituto Araguaia pelo apoio técnico, logístico e pelo financiamento do projeto. Em especial ao George e a Silvana que me deram a oportunidade de trabalhar com os encantadores botos-do-Araguaia. Ao assistente de pesquisa Juarez Sena Feitosa por todas as maravilhosas histórias de botos. Obrigada!
- Agradeço ao meu orientador o Prof. Dr. Raphael Ligeiro, por verdadeiramente me orientar nos momentos de dúvidas, por toda a compreensão, pelos conselhos e ensinamentos. Obrigada por embarcar nessa aventura com os botos!
- À minha co-orientadora Dra. Renata Emin-Lima pelo incentivo e amizade. Agradeço todos os ensinamentos, trocas de ideias e aventuras nas expedições ao Cantão. Obrigada por me acolher em sua casa e por me receber com tanto carinho. Serei sempre grata!
- À Tayanna Amaral que foi voluntária desse projeto e hoje se tornou uma amiga querida. Obrigada por encarar todos os desafios dessa aventura com bom humor e disposição!
- À dona Neusa Emin que sempre me recebeu com tanto carinho em sua casa.
- Ao Haroldo Moreira por toda ajuda com as análises estatísticas, e pela troca de informações e experiências.
- Ao Naturatins pelo apoio logístico durante o trabalho.
- Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pela oportunidade da realização desse trabalho.
- Aos meus pais (João e Meire) e ao meu irmão (Caio), que mesmo longe sempre estiveram perto do meu coração, me incentivando e me dando apoio.
- Ao Gil, amor da minha vida, meu marido e companheiro. Obrigada por me ajudar nessa jornada e obrigada por ser o melhor piloto de barco e de Drone. Obrigada por estar ao meu lado sempre, me apoiando e me dando força para continuar. Te amo!

*“ No final, só conservamos aquilo que amamos.
Só amaremos aquilo que compreendermos.
Só compreenderemos aquilo que nos ensinaram...”*

Baba Dioum

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
MATERIAIS E MÉTODOS	7
Área de estudo.....	7
Mensuração de dados ambientais	8
Levantamento da população de botos-do-Araguaia	11
Análise de dados.....	12
RESULTADOS	13
DISCUSSÃO	16
Densidade de botos-do-Araguaia na região amostrada.....	16
Estrutura social dos grupos avistados.....	17
Seleção de habitat por botos-do-Araguaia.....	18
Desdobramentos para a conservação da espécie	19
CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Boto-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*)4

FIGURA 2 –Esquema ilustrando o período de vazante e a segmentação de rios.
a) botos -do-Araguaia transitam livremente pelo rio durante o período de cheia;
b) mesmo após o surgimento dos bancos de areia, por algum tempo os botos
ainda transitam ao longo do rio atravessando canais rasos; c) com o nível da
água extremamente baixo à passagem dos botos é interrompida, e os botos fi-
cam confinados em trechos isolados.....5

FIGURA 3 – Rio Araguaia e seus afluentes, com destaque para o rio do Coco...7

FIGURA 4 - Trecho do rio do Coco no auge da cheia em abril e no auge da
estação seca em setembro, demonstrando o isolamento dos trechos nessa esta-
ção.....9

FIGURA 5 – Esquema dos transectos realizado nas unidades amostrais10

FIGURA 6 – Imagem obtida através dos vídeos realizados pelo Drone, em des-
taque é possível observar um boto-do-Araguaia.....12

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Densidades de *Inia araguaiaensis* encontradas em cada unidade amostral (trecho).....**14**

TABELA 2: Valores das variáveis ambientais e número de botos observados em cada unidade amostral.....**15**

TABELA 3: Estimativas dos parâmetros do modelo que melhor explicou a abundância de botos nos trechos amostrados**16**

RESUMO

Fatores bióticos e abióticos determinam onde as espécies podem permanecer e sobreviver, dessa forma influenciando como as espécies selecionam e usam o habitat. Um componente crucial para promover medidas de conservação de botos-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*) é definir as características do habitat que determinam sua distribuição. Esse estudo teve como objetivo investigar se os botos-do-Araguaia selecionam os trechos de rio onde permanecem durante a estação seca, e quais fatores ambientais estariam influenciando nessa seleção. O estudo foi realizado no rio do Coco, um afluente do rio Araguaia, que durante a estação seca fica fragmentado em uma sequência de trechos isolados. Foram amostrados 14 trechos (um total de 53 km de quilômetros percorridos), no período entre setembro e novembro de 2017 e agosto e outubro de 2018, e em cada um registramos a quilometragem linear, a sinuosidade, a largura, a presença ou ausência de áreas de confluências, a profundidade, atenuação luminosa da água e os tipos de margem. Realizamos levantamentos aéreos através de drones para a detecção e registro dos botos. Foram testados modelos lineares generalizados (GLM) com o objetivo de verificar a existência de relações entre as variáveis ambientais e o número de botos encontrados nos trechos. Registramos um total de 49 botos, e a densidade encontrada foi de 10,42 botos por km² e 0,92 botos por km. Um alto valor de explicação ($r^2 = 0,95$) foi encontrado no modelo que incluiu o comprimento linear do trecho e a porcentagem da vegetação de varjão nas margens. Isso pode indicar que de fato existe uma seleção de habitat por parte dos botos-do-Araguaia: esses animais estão buscando locais maiores, com maior oferta de recursos alimentar e menor propensão à competição intraespecífica. A bacia do Araguaia tem sofrido intenso processo de alterações antrópicas, e alertamos para a necessidade do entendimento do uso do habitat por indivíduos de botos-do-Araguaia para um melhor manejo e a conservação da espécie.

Palavras chave: Golfinhos fluviais, seleção de habitat, afluentes, armadilha ecológica, conservação de água doce.

ABSTRACT

Biotic and abiotic factors determine where species can live and survive, thereby influencing how species select and use their habitat. Therefore, determining the habitat characteristics that drive their distribution is crucial for promoting the conservation of Araguaia river dolphin (*Inia araguaiaensis*). The objective of this study was to investigate whether the Araguaia river dolphins select the isolated river reaches where they remain during the dry season, and which environmental factors are influencing this selection. The study was carried out in the Coco River, a tributary of the Araguaia River (TO), which during the dry season is fragmented in a sequence of isolated reaches. We sampled 14 reaches (a total of 53 km of kilometers traveled), were sampled in the period between september and november 2017 and august and cctober 2018 and in each one we recorded the linear length, the sinuosity, the width, the presence or absence of confluence areas, depth, light attenuation and margin types. We conducted aerial surveys through drones for the detection and registration of dolphins. For data analyses Generalized linear models (GLM) were performed with the objective of verifying the existence of relationships between the environmental variables and the number of dolphin found in each reach. We recorded a total of 49 dolphins, and the density found was 10.42 dolphins per km² and 0.92 dolphins per km. A high coefficient of determination ($r^2 = 0.95$) was found in the model that included the linear length of the reaches and the percentage of “varjão” vegetation in the margins. This may indicate that actually it is happening a habitat selection by the Araguaia river dolphins. These animals are looking for larger sites, with greater supply of food resources and less propensity for intraspecific competition. The Araguaia basin has undergone an intense process of anthropogenic alterations, and here we warn for the need of understanding the habitat use by Araguaia river dolphin individuals for a better management and conservation of the species.

Key words: River dolphins, habitat selection, tributaries, ecological trap, freshwater conservation.

INTRODUÇÃO

O habitat constitui um espaço que apresenta recursos e outros atributos ambientais (químicos, físicos e biológicos) que permitem a ocupação e manutenção de indivíduos em um ecossistema (Morrison *et al.*, 1992). Os fatores bióticos e abióticos determinam onde as espécies podem permanecer e sobreviver, dessa forma influenciando como as espécies selecionam e usam o habitat (Hall, 1997). Assim, a seleção de habitats ocorre como uma consequência comportamental de animais que ativamente selecionam onde viver, ou passivamente persistem em certos locais. É um processo complexo influenciado pela morfologia dos organismos, adaptações fisiológicas, e fatores comportamentais inatos e aprendidos (Boyce e McDonald, 1999). Nos últimos anos foram realizados diversos estudos com intuito de conhecer o uso e a seleção de habitat realizada por golfinhos fluviais em função das características ambientais dos ambientes aquáticos (Godoy *et al.*, 2015).

Os golfinhos fluviais do gênero *Inia* (popularmente chamados de botos no Brasil) são cetáceos exclusivos de água doce da América do Sul (Best e da Silva, 1993). Até recentemente o gênero era considerado monotípico, entretanto após estudos envolvendo análises de DNA, atualmente três espécies são reconhecidas: *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817), (esta abriga a subespécie *I. geoffrensis humboldtiana*); *Inia boliviensis* (D'ORBIGNY, 1834) o boto boliviano ou bufeo boliviano, e o recentemente descoberto *Inia araguaiaensis* (HRBEK *et al.*, 2014).

Os cetáceos que habitam ambientes fluviais são considerados um dos grupos de mamíferos mais ameaçados do mundo (Braulink *et al.*, 2014). Botos são importantes predadores de topo de cadeia, e sua redução ou desaparecimento podem ocasionar drásticas transformações nos ecossistemas aquáticos, incluindo impactos em vários níveis das cadeias tróficas e mudanças no fluxo de energia (Gomez-Salazar *et al.*, 2012). Ao mesmo tempo são animais carismáticos e, portanto, podem ser usados como espécies emblemáticas (“bandeira”) para aumentar a conscientização do público sobre questões de conservação e manejo dos ambientes aquáticos (Sergio *et al.*, 2008).

O boto-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*) (Figura 1) foi recentemente descrito por Hrbek e colaboradores (2014). Anteriormente acreditava-se que esses animais eram da espécie *Inia geoffrensis*. A distribuição originalmente proposta para essa espécie recém descoberta abrangia somente a bacia Araguaia-Tocantins (Hrbek *et al.*, 2014). Contudo, uma população de *I. araguaiaensis* foi recentemente encontrada na baía do Marajó (Siciliano *et al.*, 2016). Isto torna o boto-do-Araguaia o único cetáceo endêmico do Brasil. O estado de conservação de *I. araguaiaensis* não pode ainda ser avaliado pela IUCN, mas merece especial atenção. A espécie parece ter baixos níveis de diversidade genética, e uma distribuição restrita. A estimativa é de que existam cerca de 1000 indivíduos da espécie na natureza (Hrbek *et al.*, 2014).



Figura 1: Boto-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*). Fonte: Instituto Araguaia.

Ao contrário da maioria dos cetáceos que vivem em habitats oceânicos, com variação ambiental relativamente pequena ao longo do ano, os botos habitam ambientes que mudam drasticamente ao longo do ano (Martin e da Silva, 2004a). As mudanças sazonais do nível da água são fortes estruturadores da distribuição e ocorrência dos botos (da Silva, 2009). Em estudos realizados na bacia Amazônica, as variações sazonais dos níveis de água influenciaram na distribuição dos botos-vermelhos (*Inia geoffrensis*) (Martin e da Silva, 2004a). Tais estudos indicam preferência por habitats específicos das redes fluviais, e podem ser explicadas pelas diferenças na complexidade dos mesmos, influenciando o acesso a parceiros, presença e densidade de presas, bem como facilidade em captura-las (McGuire e Winemiller, 1998). O estudo realizado com o golfinho-de-rio-do-sul-da-Ásia (*Platanista gangetica*) no rio Karnali, localizado nas planícies do Nepal, demonstrou uma mudança na distribuição da espécie

devido a mudanças na profundidade dos canais da região, sendo que os golfinhos buscaram habitats mais profundos (Khanal *et al.*, 2016).

O rio Araguaia faz parte da bacia hidrográfica do Araguaia-Tocantins, considerada a quarta maior bacia de drenagem da América do Sul. É um sistema fluvial de grande importância, e sua área de drenagem inclui dois dos mais biodiversos e complexos biomas: a floresta Amazônica ao norte e o Cerrado, a savana brasileira, ao sul (Aquino *et al.*, 2008; Latrubesse *et al.*, 2006). Toda a bacia hidrográfica do Araguaia passa por ciclos anuais de enchentes que resultam em dramáticas mudanças sazonais na quantidade e na qualidade dos habitats aquáticos. A sazonalidade é bem definida, e o período de estiagem dura aproximadamente seis meses (maio a setembro). Quando o nível da água dos rios baixa, os bancos de areia do leito emergem formando diversas praias. Contudo, nas últimas quatro décadas o rio vem sofrendo ~~em os~~ processos de erosão e sedimentação devido à intensa expansão de atividades agropecuárias e degradação do ambiente natural (Latrubesse *et al.*, 2009). Em alguns afluentes, os níveis da água ficam tão baixos que ocorre a fragmentação do rio em trechos de diferentes tamanhos, formas e características ecológicas.

O boto-do-Araguaia é a única espécie de cetáceo na região e desenvolveu estratégias para a travessia de canais rasos. A redução do nível da água é gradativa, e os botos são comumente vistos atravessando os bancos de areia que começam a separar os trechos de rio. No auge da seca, os níveis da água ficam extremamente baixos, impossibilitando a travessia dos botos, que acabam ficando isolados nos trechos de rios (Figura 2). Vale ressaltar que os trechos permanecem hidrologicamente conectados, e o fluxo de água e de peixes não é interrompido. Ao longo dos anos, a posição dos trechos também não muda, ou seja, os locais dos bancos de areia são sempre os mesmos e, conseqüentemente, a fragmentação dos rios ocorre sempre nos mesmos pontos.

Ao longo de sete anos (2010-2017) de monitoramento de mamíferos aquáticos na região do médio rio Araguaia não foram observados botos solitários confinados em trechos de rio (Instituto Araguaia, dados não publicados), ainda que *Inia* spp. sejam consideradas predominantemente solitárias (Aliaga-Rossel *et al.*, 2006). Os botos podem ser mais frequentemente observados em duplas, geralmente formadas por mães e seus filhotes, ou pequenos grupos não-estáveis, com fraca coesão social (Aliaga-Rossel *et al.*, 2006).

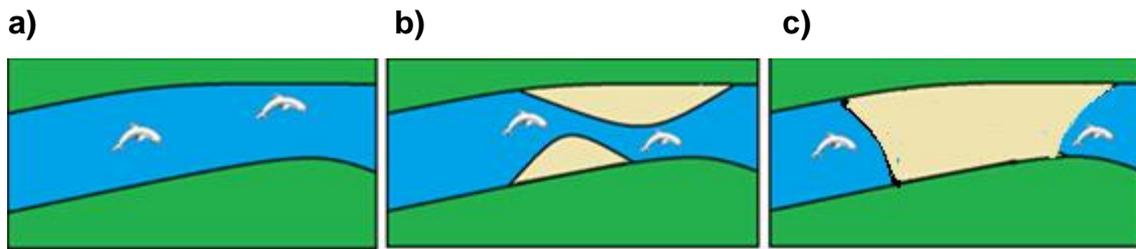


Figura 2: Esquema ilustrando o período de vazante e a segmentação de rios. a) botos-do-Araguaia transitam livremente pelo rio durante o período de cheia; b) mesmo após o surgimento dos bancos de areia, por algum tempo os botos ainda transitam ao longo do rio atravessando canais rasos; c) com o nível da água extremamente baixo, a passagem dos botos é interrompida e os botos ficam confinados em trechos isolados.

Um componente crucial para a proteção dos botos é determinar as características do habitat que determinam sua distribuição (Hall, 2012). De forma geral, as espécies escolhem os habitats baseadas em respostas desenvolvidas ao longo do processo evolutivo e respondem às mudanças nos habitats com base nas sugestões e estímulos ambientais (Khanal *et al.*, 2016). A capacidade dos animais em adquirir informações a partir de seu ambiente é um componente vital para sua sobrevivência, e mudanças no ambiente oriundas das atividades humanas frequentemente aumentam o descompasso entre as pistas ambientais e as associações evolutivas dos animais (Arthington *et al.*, 2009).

Com as recentes mudanças ocorridas na bacia do Araguaia em decorrência das atividades antrópicas, é preciso entender se os botos-do-Araguaia selecionam os trechos de rio em que ficarão durante o período de seca, ou se a permanência desses animais nesses trechos isolados ocorre de forma aleatória. Caso haja seleção por parte dos botos, será possível compreender os requisitos de habitat para a espécie e futuramente será possível detectar áreas prioritárias para a proteção e conservação desses animais. Se a permanência dos botos nos trechos for aleatória, isso pode ser um indicativo de que esses animais não estão adaptados ao confinamento, ou seja, os botos não estão conseguindo detectar as rápidas mudanças em seu ambiente, o que pode acarretar em sérios problemas para essa população. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar se os botos-do-Araguaia selecionam os trechos de rio durante a estação seca, e quais fatores ambientais estariam influenciando nessa seleção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no rio do Coco, um afluente da margem direita do rio Araguaia (Figura 3). Localizado a oeste do estado do Tocantins, percorre em grande parte os municípios de Pium, Caseara e Marianópolis. Possui uma extensão de aproximadamente 180 km e uma largura média de 100 m (Tocantins, 2016). É um rio de água negras, com transparência medindo entre 0,4 e 2,0 m (disco de Secchi) e pH que varia entre 5,2 e 7,9 (Ferreira *et al.*, 2011). As temperaturas médias anuais variam entre 24°C e 26°C nos meses das chuvas, e entre 28°C e 35°C na seca. As precipitações médias anuais variam entre 1.300 mm e 1.800 mm (SEPLAN, 2015).

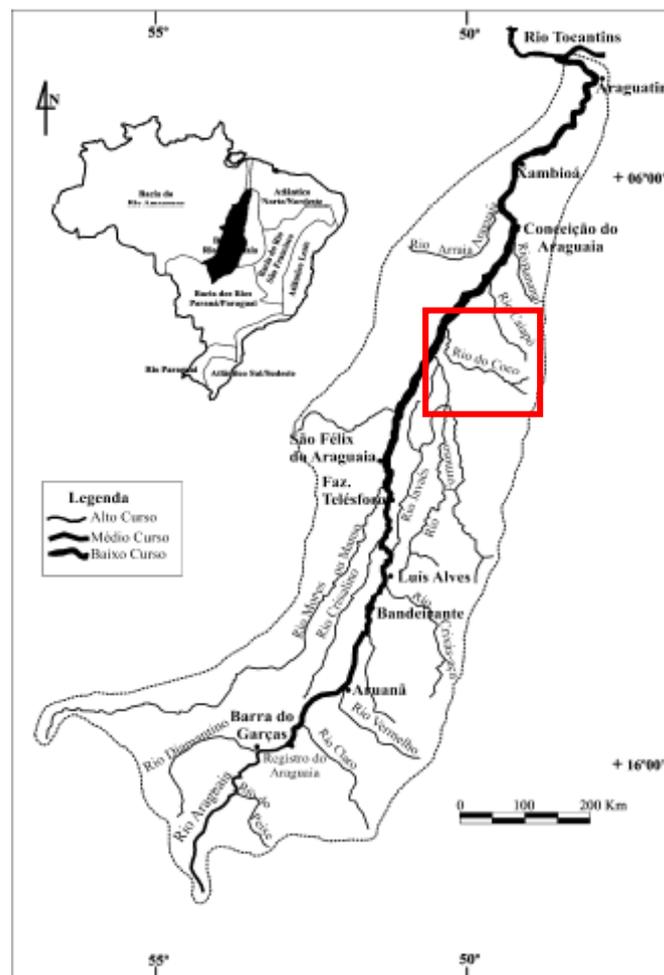


Figura 3: Rio Araguaia e seus afluentes, com destaque para o rio do Coco. Fonte: Aquino *et al.*, 2008.

Localizado em um ecótono entre os biomas Cerrado e Amazônia, o rio do Coco está no limite oeste do Parque Estadual do Cantão (PEC), uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral (Tocantins, 2016). Ele é considerado um rio em bom estado de conservação e concentra uma alta diversidade de espécies de peixes (Ferreira *et al.*, 2011). Contudo, sua integridade ecológica encontra-se ameaçada por processos de degradação ambiental provocados pelo desmatamento e aumento da exploração dos recursos naturais em sua bacia de drenagem que decorrem do aumento da população nos municípios circunvizinhos (Instituto Ecológica, 2008).

A região de estudo é marcada por uma forte sazonalidade climática. No período chuvoso (outubro a abril) toda a planície é alagada, havendo um aumento de 7 a 10 m no nível da água dos rios. No período de estiagem (maio a setembro), o clima é seco, promovendo significativa redução do nível das águas, fazendo emergir vários bancos de areia dos leitos dos canais (Tocantins, 2016). Contudo, moradores da região relatam que nos últimos 20 anos houve alterações nesse regime. Segundo os mesmos, o aumento do nível da água do rio do Coco não é mais tão alto como antes e, conseqüentemente, as secas estão mais severas. Uma evidência disso é que no passado era possível navegar em todo o rio mesmo no período de seca e, atualmente a navegação já não é mais possível nesse período. Durante a estação chuvosa, os botos usam toda a área do PEC, inclusive a floresta inundada. Já na estação seca, o rio do Coco fica fragmentado em uma seqüência de trechos isolados, e com isso os botos acabam confinados nesses trechos (Figura 4).

Mensuração de dados ambientais

As coletas foram realizadas durante a estação seca, entre setembro e outubro de 2017 e agosto e outubro de 2018. Foram amostrados 14 trechos de rio, cada um considerado uma unidade amostral independente. Para a contagem do número de botos e a mensuração de características ambientais foram realizados transecções lineares de 1 km nos trechos de rios baseados na metodologia de *distance sampling* (Buckland *et al.*, 2011). Para evitar que os botos fossem reamostrados, os transectos dentro do mesmo trecho tiveram um intervalo de cerca

de um quilômetro um do outro. Dessa forma, a quantidade de transectos realizados em cada unidade amostral variou conforme o comprimento linear de cada trecho (Figura 5). Por exemplo, em um trecho de 5 km lineares realizamos três transectos (1 km de distância entre eles), e em um trecho de 3 km lineares foram realizados apenas dois transectos. Vale ressaltar que os transectos foram realizados apenas uma única vez e em média cada transecto levou cerca de 13 minutos para ser percorrido, e a taxa de esforço acumulado foi de 38h e 34min. Os pontos iniciais e finais de cada transecto foram georreferenciados através de um GPS Garmin GPSMAP 64s.



Figura 4: Trecho do rio do Coco no auge da cheia em abril (esquerda) e no auge da estação seca em setembro (direita), demonstrando o isolamento dos trechos nessa estação. Fonte: Planet Inc.

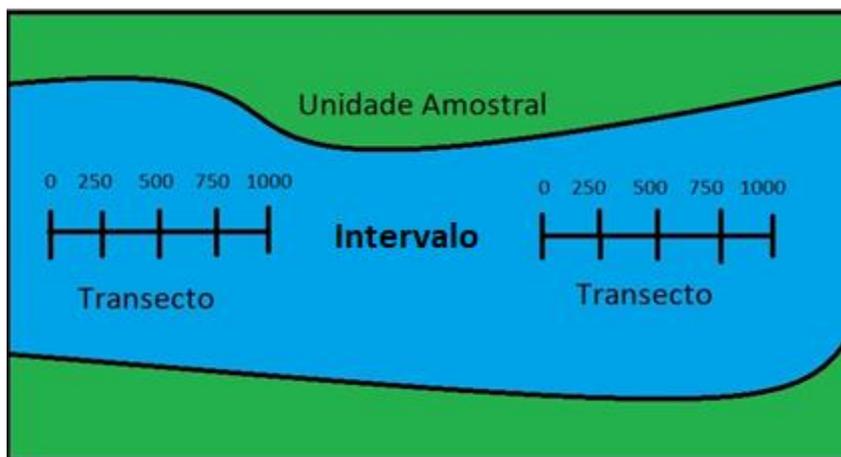


Figura 5: Esquema dos transectos realizado nas unidades amostrais.

Pelo barco registramos a quilometragem linear de cada trecho e a presença ou ausência de áreas de confluências (consideradas áreas de preferência dos botos).

Vários dados ambientais foram mensurados em cinco pontos equidistantes em cada transecto (Figura 5). Em cada ponto registramos a profundidade (através de um sonar portátil com sonda ultrassônica *fish finder*), a atenuação luminosa (por meio de um disco de Secchi) e a largura (por imagens de satélite). Posteriormente foram calculados os valores máximos, os valores mínimos, a média e o desvio-padrão de cada trecho. As variáveis foram tomadas sempre no centro do canal do rio, não ocorrendo nessa área apenas quando a navegação no centro do canal foi impossibilitada.

Ao longo dos transectos também registramos os tipos de margens. Foram categorizados quatro tipos, sendo elas: o igapó (florestas anualmente inundadas) que se desenvolve em corpos de água (canais, meandros e lagos) assoreados e crescem em terrenos que ficam submersos por um período de 4 a 8 meses durante as cheias; a “mata de torrão” (floresta estacional semidecidual) encontrada em terrenos elevados e raramente são atingidos pelas cheias; o varjão (campos inundáveis dominados por gramíneas), a flora do varjão cresce rapidamente acompanhando o aumento do nível das águas com o início das enchentes. Em pouco tempo aparecem grandes tapetes de vegetação flutuante que formam emaranhados de raízes em suspensão que capturam sedimentos e matéria orgânica; e as praias com vegetação arbustiva que surgem no período da seca.

Calculamos a frequência percentual em que cada tipo de margem foi observado em cada trecho, dividindo o número de observações de cada tipo pelo número total de observações tomadas por trecho (sendo 10 observações por transecto, margens direita e esquerda do rio).

Para o cálculo da sinuosidade (S) utilizamos a fórmula $S = (CR/CL) - 1$, onde (CR) representa o comprimento linear do trecho obtido via barco, e (CL) o comprimento mínimo linear obtido pelas imagens de satélite. Todas as imagens de satélites foram cedidas pela empresa americana Planet.

Levantamento da população de botos-do-Araguaia

Devido à baixa transparência das águas dos rios, os botos normalmente são detectados apenas quando estão na superfície da água. Mesmo na superfície, um boto pode facilmente não ser avistado devido a seu comportamento de superfície ser rápido e discreto (Richman *et al.*, 2014). Uma abordagem alternativa para a detecção dos botos é a realização de levantamentos aéreos utilizando um *Blimp*, que vem a ser um dirigível não tripulado com uma câmera acoplada ou drones. No estudo conduzido por Oliveira e colaboradores (2017), o monitoramento e a detecção dos botos-do-Araguaia foram mais eficientes quando realizadas por meio de levantamentos aéreos quando comparado aos levantamentos feitos de maneira tradicional, a partir de embarcações. Neste trabalho optamos por realizar levantamentos aéreos utilizando drones. Utilizamos os modelos Phantom 2 e um Phantom 4 da marca DJI. Os drones ficaram posicionados no centro do rio a uma altura em que fosse possível visualizar ambas as margens (cerca de 80m). Os trechos foram percorridos em um barco de alumínio de sete metros de comprimento, com um motor de popa Yamaha 15 HP, a uma velocidade média de 6 a 7 km/h. A equipe de trabalho foi composta por três membros; um deles responsável por pilotar o drone, o segundo membro teve a função de pilotar o barco, enquanto o terceiro coletava e tomava nota dos dados ambientais. A cada encontro com os botos, o número e a composição dos grupos foram registrados e georreferenciados. Os grupos foram definidos como indivíduos próximos um do outro, que muitas vezes interagiram ou emergiram juntos. O termo "grupo" não implicava que os botos estavam em coesão social (McGuire e Winemiller, 1998). Ao final das amostragens os vídeos foram analisados e o número total de botos foi registrado para cada trecho de rio (Figura 6).

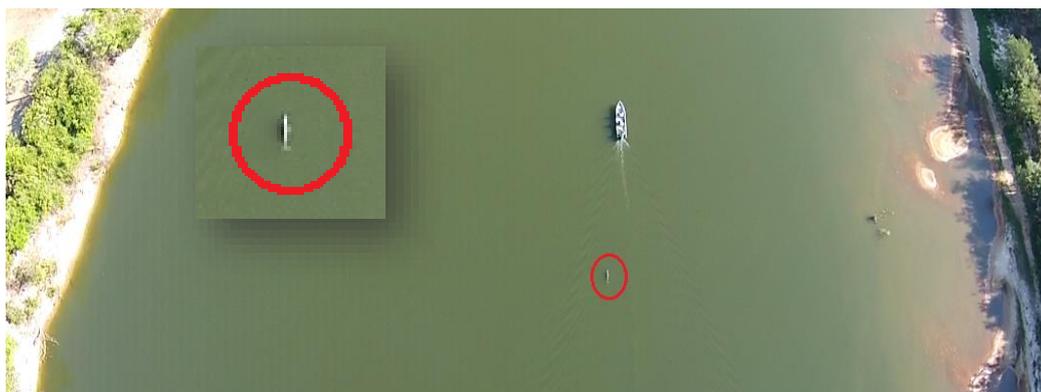


Figura 6: Imagem obtida através dos vídeos realizados pelo drone, em destaque é possível observar um boto-do-Araguaia.

Análise de dados

Para a análise dos dados foram realizados modelos lineares generalizados (GLM) com o objetivo de verificar a existência de uma relação entre as variáveis ambientais (preditoras) e o número de botos observados em cada trecho (variável resposta). Vinte variáveis ambientais foram inicialmente consideradas potenciais preditoras, sendo elas: comprimento linear do trecho, sinuosidade, presença de áreas de confluência, número de confluências, largura (média, máxima, mínima e desvio padrão), profundidade (média, máxima, mínima e desvio padrão), atenuação luminosa da água (média, máxima, mínima e desvio padrão), além das proporções dos quatro tipos de margens (igapó, torrão, varjão e praia).

Antes de realizarmos o GLM fizemos correlações de Pearson no intuito de eliminar variáveis colineares, com o critério de exclusão de $|r| > 0,8$. Após a realização das correlações, oito variáveis foram eliminadas, restando 12 variáveis: comprimento linear, sinuosidade, confluência (presença/ausência), largura (média e desvio padrão), profundidade (máxima e mínima), atenuação luminosa (média e desvio padrão) e os percentuais de margens do tipo igapó, varjão e praia.

Usamos um procedimento do tipo *best-subsets* utilizando a função do R *bestglm*. Esse procedimento calcula modelos com todas as combinações possíveis entre os preditores, selecionando o melhor modelo que explica a variável resposta por meio do Critério de Akaike (AIC). Os modelos foram limitados a um

máximo de duas variáveis preditoras, dessa forma evitando *model overfitting* em relação ao nosso tamanho amostral. Uma vez que a variável resposta são dados de abundância, utilizamos a família *Poisson* para construir os modelos. Os testes estatísticos foram executados através do programa *R Statistical Software*, na versão 3.5.1.

RESULTADOS

Percorremos cerca de 53 km do rio do Coco nos 14 trechos isolados amostrados. Não foram encontrados botos em apenas três trechos. Registramos um total de 49 botos, compreendendo 46 adultos e três filhotes. Devido ao comportamento discreto da espécie, a diferenciação entre adultos e juvenis é dificultada, sendo assim, nesse trabalho optamos por identificar os indivíduos apenas entre adultos e filhotes. Os filhotes possuem menos de um ano de vida e geralmente menos de um metro de comprimento, além de apresentar uma coloração cinza escuro.

A maioria dos animais avistados (N = 43) foi encontrada em duplas. Foram 17 grupos avistados, o maior composto por cinco indivíduos. Os animais solitários representaram apenas 12% (N = 6) dos botos avistados e não registramos nenhum trecho com apenas um boto.

A densidade de *Inia araguaiaensis* encontrada nesse estudo foi alta, cerca de 10,42 botos por km² e 0,92 botos por km linear. Se considerarmos apenas a área amostrada pelos transecto (cerca de 27 km) a taxa de encontros foi de 1,8 botos/km linear. As abundâncias e densidades encontradas em cada unidade amostral estão apresentadas na Tabela 1.

As características dos trechos variaram bastante (Tabela 2). O maior trecho teve 10,7 km lineares, e o menor apenas 0,7 km. A média ficou em 3,8 km lineares. O rio do Coco é relativamente estreito, e a largura média dos trechos foi de 75,36m ($\pm 20,29m$). O valor médio de profundidade foi de 1,8m ($\pm 0,9$) e a atenuação luminosa teve média de 0,80 cm ($\pm 0,09$).

Tabela 1: Densidades de *Inia araguaiaensis* encontradas em cada unidade amostral (trecho) ao longo do rio Coco, Tocantins.

Unidade Amostrал	Número de Botos	Área da UA (km ²)	Densidade de botos por Km ²	Comprimento Linear da UA	Densidade de botos por quilometragem linear
UA1	6	0,54	11	4,6	1,3
UA2	14	1,6	9,7	10,7	1,3
UA3	4	0,58	6,9	5,3	0,75
UA4	0	0,07	0	1,2	0
UA5	3	0,19	15,8	2,4	1,25
UA6	4	0,24	16,6	3,5	1,14
UA7	0	0,11	0	2,7	0
UA8	3	0,08	37,5	1,7	1,76
UA9	2	0,11	18,2	2,5	0,8
UA10	2	0,15	13,3	2,2	0,9
UA11	2	0,03	66	0,7	2,85
UA12	0	0,11	0	2,3	0
UA13	7	0,35	20	7,3	0,96
UA14	2	0,49	4	6,1	0,32

A sinuosidade (S) média encontrada foi de 0,23, com valores de sinuosidade tão baixos quanto 0 (zero) (ausência de sinuosidade). O rio do Coco também possui muitas áreas de confluências. Entre as 14 áreas amostradas, 11 possuíam áreas de confluência. Tais áreas são formadas basicamente pelo encontro do canal principal (rio do Coco) com lagos “boca franca” (lagos que permanecem hidrológicamente conectados ao canal principal). Com relação aos tipos de margens encontradas, o igapó foi o mais representativo com 38% do total de observações, seguido do torrão (33%), varjão (20%) e praia (9%).

O *bestglm* analisou todos os modelos GLM possíveis, combinando todas as variáveis preditoras até encontrar a combinação que melhor explicasse a variável resposta (número de botos). O melhor modelo encontrado (AIC = 47,83) incorporou as variáveis comprimento do trecho e % varjão nas margens, ambas relacionadas positivamente com o número de botos (Tabela 3). O coeficiente de determinação foi bastante alto ($r^2 = 0,95$) e os resíduos desse modelo apresentaram-se normais (Shapiro-Wilk, $W = 0,9$, $p = 0,33$).

Tabela 2: Valores das variáveis ambientais e número de botos observados em cada unidade amostral (UA).

Unidade Amostrai	Comprimento Linear	Sinuosidade	Confluência presença/ ausência	Largura	Largura	Profundidade	Profundidade	Atenuação luminosa	Atenuação luminosa	Porcentagem de Tipos de margens			Número de Botos
				(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	% Igapó	% Varjão	% Praia	
				média	desvio padrão	máxima	mínima	média	desvio padrão				
UA1	4,6	0,09	1	117,68	15,61	3,1	1,2	1,2	0,07	20	40	0	6
UA2	10,7	0,11	1	150,75	50,53	10,9	0,8	1	0,17	6	30	16	14
UA3	5,3	0,51	1	110,29	43,32	3,3	0,9	1	0,13	50	23	4	4
UA4	1,2	0	1	63,31	26,05	2,9	1,1	0,97	0,06	20	10	30	0
UA5	2,4	0,26	1	80,34	14,14	4,2	1,2	0,95	0,15	80	10	10	3
UA6	3,5	0,16	1	71,12	33,57	4,9	1,1	0,75	0,05	25	35	0	4
UA7	2,7	0,17	1	44,22	7,94	2,1	1,4	0,8	0,06	50	0	0	0
UA8	1,7	0,13	1	52,17	15,24	2,6	0,7	0,85	0,12	10	40	10	3
UA9	2,5	0,25	0	46,87	9	2,1	1,3	0,72	0,03	30	20	20	2
UA10	2,2	0,1	0	70,51	21,18	3,2	0,4	0,59	0,17	70	20	20	2
UA11	0,7	0,4	1	57,88	7,6	3,5	0,5	0,58	0,09	25	12,5	0	2
UA12	2,3	0,28	0	49,88	6,5	1,4	0,5	0,57	0,04	20	10	0	0
UA13	7,3	0,82	1	58,5	16,88	3,1	0,4	0,65	0,1	47,5	25	7,5	7
UA14	6,1	0,05	1	81,61	16,55	2,4	0,4	0,66	0,13	87	13	0	2

Tabela 3: Estimativas dos parâmetros do modelo que melhor explicou a abundância de botos nos trechos amostrados.

Intercepto	-0,9	0,5	-1,8	0,07
Comprimento linear do trecho	0,2	0,04	4,46	8,1e-06
% Variação nas margens	0,05	0,02	2,99	0,003
Graus de liberdade: 2,13			$r^2 = 0,95$, AIC = 47,83	

DISCUSSÃO

Densidade de botos-do-Araguaia na região amostrada

As densidades de *Inia araguaiaensis* por área (10,42 botos/km²) e por quilometragem linear (0,92 botos/km) encontradas nesse estudo podem ser consideradas altas quando comparadas às encontradas em outras regiões. Para *Inia geoffrensis*, Vidal *et al.* (1997) encontraram uma densidade de 0,57 botos/km² no rio Amazonas, na fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru. A densidade encontrada por Martin *et al.* (2004a) na Amazônia Central variou entre 0,17–1,6 botos/km². Aliaga-Rossel (2002) registrou uma densidade de 1,1 botos/km no rio Tijamuchi, um afluente do rio Mamoré, na Bolívia.

Diferentemente desse estudo, Araújo e da Silva (2014) encontraram uma densidade baixa de botos (0,8/Km² e 0,19 Km) no rio Araguaia entre as cidades de Aragarças e Luiz Alves durante a estação seca. Pivari *et al.* (2017) encontrou uma densidade que variou de 0,15–0,89 botos/Km no Araguaia próximo ao encontro com o rio Tocantins. O estudo em questão foi realizado nas quatro estações hidrológicas (enchente, cheia, vazante e seca), e o período de seca foi o que apresentou a menor densidade, apenas 0,04 botos/Km. Segundo os autores o número reduzido de observações durante a estação seca está associado a

algumas características peculiares desse período, como a baixa profundidade da água, o maior tráfego de barcos e a aglomeração de turistas nas praias.

Entretanto em outro estudo realizado na mesma região, Oliveira (2015) encontrou uma densidade ainda maior no rio do Coco (19,7 botos por km² e 2,6 botos por km). A diferença expressiva na densidade de botos entre nosso estudo e desse autor pode ter ocorrido devido a diferenças nos métodos de observação. Oliveira (2015) utilizou imagens aéreas geradas por um *blimp* que possibilitou a amostragem de todo o trecho e não apenas de transectos. Apenas com mais estudos será possível afirmar se essa redução observada na densidade de botos entre os estudos ocorreu devido a diferenças de métodos ou se realmente está havendo uma redução de botos-do-Araguaia na região. Isso demonstra a importância de dados de densidade populacional estatisticamente robustos e padronizados para monitorar as tendências populacionais e o estado de conservação de golfinhos fluviais em todo o mundo (Reeves *et al.*, 2000).

A alta densidade de botos encontrada no rio do Coco pode estar relacionada ao bom estado de conservação e a alta diversidade e abundância de peixes encontradas na região (Ferreira *et al.*, 2011). Além disso, a grande redução das áreas de habitat que ocorre durante a seca pode acabar concentrando os animais nas áreas remanescentes, o que facilita o registro da espécie. Botos apresentam comportamento discreto, emergem por um período muito curto de tempo e possuem uma alta capacidade de dispersão, o que complica os esforços para estimar a abundância dessa espécie (Reeves *et al.*, 2000). Oliveira (2015) demonstrou em seu estudo que os levantamentos aéreos foram mais eficientes que os tradicionais levantamentos realizados através de embarcações.

Estrutura social dos grupos avistados

Diversos estudos indicam que os botos pertencentes ao gênero *Inia* são predominantemente solitários, pois a grande maioria das observações realizadas são de indivíduos isolados, seguido de observação de pares, que geralmente são representados por mães com seus filhotes (Aliaga-Rossel *et al.*, 2006; Gomez-Salazar *et al.*, 2011). Entretanto, nesse estudo a maioria dos registros de botos foi em grupos com um tamanho médio de 2,6 indivíduos. Dos 17 grupos avistados, cerca de 70% das observações foram de duplas, seguidas de trios (18%). O maior grupo avistado consistia de cinco indivíduos. Apenas 12% dos

registros foram de animais solitários, contudo, esses botos não estavam isolados nos trechos, mas sim em trechos onde havia outros grupos de botos. Um estudo realizado na mesma região por Oliveira (2015), verificou que os indivíduos solitários representaram 47% das observações, seguido de duplas (31,3%) e grupos de três botos (13,4%).

No rio Cianuro na Venezuela, McGuire e Winemiller (1998) também relataram que os avistamentos de botos mais frequentes foram de grupos, principalmente de pares. Embora essa frequência tenha sido observada em todas as estações, houve um aumento no número de pares durante a estação seca. Segundo os autores, este aumento sazonal pode estar relacionado com o acasalamento da espécie, uma vez que grupos de botos foram vistos acasalando durante períodos com pouca água.

Seleção de habitat por botos-do-Araguaia

Um alto coeficiente de determinação ($r^2 = 0,95$) foi encontrado no modelo que incluiu o comprimento linear do trecho e a porcentagem de varjão nas margens, o que pode indicar uma seleção de habitat pelos botos-do-Araguaia. Os varjões são campos inundáveis dominados por gramíneas, macrófitas flutuantes, além de espécies arbustivas e arbóreas. Comparado aos demais tipos de margens encontradas na região, são de grande importância ecológica pois concentram uma grande quantidade de nutrientes e apresentam uma alta produtividade, disponibilizando alimento e refúgio para diversas espécies de peixes (referências). Assim, essa seleção de botos-do-Araguaia por margens de varjão pode estar diretamente relacionada à disponibilidade de peixes, seu principal recurso alimentar. A distribuição de presas é provavelmente um dos fatores mais importantes que influenciam a distribuição de golfinhos fluviais (Bearzi *et al.*, 2008).

Botos têm preferência por habitats com correntes lentas e alta concentração de presas, como baías e confluências (Gomez-Salazar *et al.*, 2011; Martin e da Silva, 2004b). Entretanto, não encontramos correlação entre tais áreas com o número de botos, possivelmente porque entre os 14 trechos amostrados, 11 possuíam áreas de confluência, dessa forma não sendo possível detectar algum efeito estatístico. Confluências são escolhidas pelos peixes que migram ao longo dos rios principais porque são áreas de alta produtividade e oferecem estrutura subaquática para refúgio (Martin e da Silva, 2004c; Vidal *et al.*, 1997).

O comprimento linear dos trechos dá um bom indicativo de seus tamanhos e área total. A maioria dos trechos amostrados são pequenos, com uma média de 3,8 km lineares. Os maiores números de botos encontrados estavam nos trechos de maior tamanho, com cerca de 11 km (Tabela 1). Essa forte correlação pode indicar que de fato existe uma seleção de habitat por parte dos botos, e que esses indivíduos estão procurando locais maiores, com maior oferta de recursos e menor propensão à competição intraespecífica. Áreas maiores certamente apresentam capacidade ecológica para comportar mais indivíduos. Porém, não podemos descartar que tal relação pode ser simplesmente obra do acaso, ou seja, mesmo na hipótese de não haver qualquer comportamento de seleção de trechos pelos botos, ainda assim seria esperado que trechos maiores tivessem maior número de indivíduos. Mesmo que os resultados em relação ao tamanho dos trechos não sejam conclusivos, a literatura relata que os botos necessitam de extensas áreas com grande disponibilidade de recurso alimentar (Reeves *et al.*, 2000). Isso, somado ao fato de que os botos estão efetivamente selecionando áreas com maior presença de varjão, é um indicativo que de fato está ocorrendo um comportamento de escolha dos botos por trechos maiores.

Vários estudos demonstraram que a presença de botos não foi afetada diretamente por características ambientais como profundidade da água, quantidade de nutrientes dissolvidos, diferenças de pH e transparência da água (Best e da Silva, 1989; Aliaga-Rossel, 2002; Moreira Junior 2017), o que demonstra uma relativa tolerância do grupo a variações das características limnológicas. Isso, aliado às baixas variações dessas características em estudos de menor escala (pequenas redes fluviais), faz com que as variáveis físico-químicas da água não tenham importância em modelos que busquem explicar a estrutura dessas populações.

Desdobramentos para a conservação da espécie

Os afluentes costumam concentrar uma maior densidade de botos quando comparado aos rios principais (Aliaga-Rossel *et al.*, 2006), e o rio do Coco parece conter uma população significativa de botos-do-Araguaia. Tal fato pode estar relacionado com a quantidade de recursos disponíveis, menor tráfego de embarcações e correntes mais brandas (Aliaga-Rossel *et al.*, 2002). Entretanto, apesar de estar inserido em uma UC de Proteção Integral, nos últimos

anos o Coco vem sofrendo indiretamente com os impactos causados à bacia do Araguaia (Tocantins, 2016). Desde a década de 1960 a bacia do rio Araguaia tem sofrido intensas pressões de atividades agrícolas, pecuárias e a construção de hidrelétricas (Hrbek *et al.*, 2014). Essas mudanças em larga escala levam à deterioração da qualidade do habitat (Battin, 2011). Relatos de antigos moradores locais revelaram que as secas estão mais severas e que a fragmentação do rio do Coco durante a estação seca é algo recente acentuando-se nas últimas décadas. Os botos-do-Araguaia estão adaptados a viver em locais rasos, mas não sabemos se estão adaptados ao confinamento em curtos trechos de rio durante 3 a 4 meses consecutivos.

O processo de fragmentação na estação seca não é exclusivo do rio do Coco, uma vez que outros afluentes da região sofrem com o mesmo processo. Se os botos não tiverem a capacidade de avaliar os riscos gerados pelo confinamento sazonal ao qual são submetidos, isso pode levar esses indivíduos a uma armadilha ecológica.

Em uma armadilha ecológica, os animais fazem erros na avaliação do habitat como resultado de alguma incompatibilidade entre os sinais ambientais que eles usam para selecionar os habitats e o real estado dos ambientes (Kristan, 2003). Quanto menos tempo os organismos tiverem para adaptar-se a um ambiente em mudança, por meio de conformação fisiológica ou mudança comportamental, é mais provável que eles façam erros de seleção de habitat (Battin, 2011). Assim, não podemos descartar a hipótese de que as mudanças ambientais na região do médio Araguaia possam estar ocorrendo em um ritmo mais rápido do que a capacidade das populações de se adaptarem a elas, o que pode ter consequências catastróficas para a restrita espécie de botos-do-Araguaia.

Como exemplo, o impacto das secas severas na população de botos já foi observado no rio Formoso, outro afluente do Araguaia (Emin-Lima *et al.*, 2018). Ao contrário do Coco, esse rio sofre diretamente com os impactos antrópicos típicos da região. Adicionalmente, ao longo de sua extensão o Formoso apresenta dezenas de bombas utilizadas para a captação de água para os projetos de monoculturas de larga escala. Os produtores da região possuem outorga para a captação de água, porém, sem o devido monitoramento, aliado a eventos de secas severas, o nível da água tem chegado a níveis alarmantes. Em 2016 foi necessário resgatar e fazer a translocação de nove botos-do-Araguaia, uma

vez que os animais ficaram confinados em um trecho com bombas d'água e também uma represa. Sem essa intervenção, muito provavelmente os botos viriam a óbito devido à escassez de recurso alimentar (Emin-Lima *et al.*, 2018).

O golfinho-do-rio-Ganges (*Platanista gangetica gangetica*) também está ameaçado pela redução do fluxo de água causado por grandes represas e barragens (Smith *et al.*, 2008). Estudos na Índia já indicam que os desvios de água doce para projetos de irrigação agravaram ainda mais a escassez de água no período de seca, causando grandes declínios na conectividade de habitat e disponibilidade de recursos (Dudgeon *et al.*, 2006). Várias espécies adaptadas às dinâmicas naturais do fluxo fluvial têm sido seriamente afetadas, e muitas tornaram-se ameaçadas após tais alterações (Robinson *et al.*, 2002). No caso dos golfinhos, um dos maiores problemas é a redução do espaço disponível (Braulik, 2012). Além disso, os desvios de água doce comprometem a qualidade da água remanescente, a produtividade e os processos geomorfológicos fluviais, causando alterações na velocidade média, na profundidade e o aumento da temperatura da água (Dudgeon *et al.*, 2006).

CONCLUSÕES

Esse estudo foi pioneiro em avaliar a existência de seleção de habitats pelos botos-do-Araguaia em uma situação de fragmentação de habitats. Os ambientes de águas doce estão experimentando declínios na biodiversidade muito maiores do que nos ecossistemas terrestres (Arthington *et al.*, 2009). Uma questão fundamental, ainda sem resposta pelos biólogos da conservação, é a rapidez com que as espécies desaparecem dos fragmentos de rios e quais os fatores influenciam a extinção de espécies em habitats de água doce (Braulik *et al.*, 2014). O boto-do-Araguaia tem distribuição limitada a uma bacia hidrográfica (Araguaia-Tocantins), o que gera sérias implicações para a sua conservação (Emin-Lima *et al.*, 2018). A bacia do médio Araguaia tem sofrido intensivamente os efeitos da expansão da agricultura e do desmatamento e seus afluentes já refletem sinais de fragmentação acentuada e, no entanto, ainda não sabemos

se os botos estão conseguindo acompanhar tais mudanças. Sendo assim, a necessidade de mais estudos sobre uso e seleção de habitat são imprescindíveis para alertar a sociedade e os tomadores de decisão acerca da necessidade e da urgência da conservação da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, S., E.M.Latrubesse, E.E.Souza Filho, 2008. Relações entre o regime hidrológico e os ecossistemas aquáticos da planície aluvial do rio Araguaia. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 30.4:361-369.
- Arthington, A.H., R.J.Naiman, M.E.McClain, C.Nilsson, 2009. Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Freshwater Biology* 55:1-16.
- Aliaga-Rossel, E., 2002. Distribution and abundance of the river dolphin (*Inia geoffrensis*) in the Tijamuchi River, Beni, Bolivia. *Aquatic Mammals* 28.3:312-323.
- Aliaga-Rossel, E., T.L.McGuire, H.Hamilton, 2006. Distribution and encounter rates of the river dolphin (*Inia geoffrensis boliviensis*) in the central Bolivian Amazon. *Journal of Cetacean Research Management* 8.1:87-92.
- Araújo, C.C., V.M.F da Silva, 2014. Spatial distribution of river dolphins, *Inia geoffrensis* (Iniidae), in the Araguaia River (central Brazil). *Mammalia* 78:1-6.
- Batin, J., 2011. When Good Animals Love Bad Habitats: Ecological Traps and the Conservation of Animal Populations. *Conservation Biology* 18.6:1482-1491.
- Bearzi, G., S.Agazzi, J.Gonzalvo, M.Costa, S.Bonizzoni, E.Politi, C.Piroddi, R.R.Reeves, 2008. Overfishing and the disappearance of short-beaked common dolphins from western Greece. *Endangered species research* 5:1-12.
- Best, R.C., V.M.F. da Silva, 1993. *Inia geoffrensis*. *Mammalian Species* 426:1-8.
- Boyce, M.S., L.L.Mcdonald, 1999. Relating populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Ecology & Evolution* 14:268-290.
- Braulink, G.T., A.P.Reichert, T.Ehsan, S.Khan, S.P.Northridge, J.S.Alexander, R.Garstang, 2012. Habitat use by a freshwater dolphin in the low-water season. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22:533-546.
- Braulink, G.T., M.Arshad, U.Noureen, S.P.Northridge, 2014. Habitat Fragmentation and Species Extirpation in Freshwater Ecosystems; Causes of Range Decline of the Indus River Dolphin (*Platanista gangetica minor*). *PLoS ONE* 9(7): e101657.
- Buckland, S.T., D.R.Anderson, K.P.Burnham, J.L.Laake, D.L.Borchers, L.Thomas, 2001. Introduction to distance sampling. Oxford University Press, Oxford.

- da Silva, V.M.F., 2009. Amazon river dolphin: *Inia geoffrensis*. Em: W.F.Perrin, B.Würsig, J.G.M.Thewissen, eds. Encyclopedia of marine mammals. London: Academic Press, 26–28.
- Dudgeon, D., A.H.Arthington, M.O.Gessner, Z.I.Kawabata, D.J.Knowler, L.Naiman, R.J.Prieur-Richard, A.H.Soto, M.L.J.Stiassny, C.A.Sullivan, 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81.163:182.
- Emin-Lima, R., S. Siciliano, R.H.M. Moreira Junior, T.S. Pereira, T.M.M.M. Amaral, W.S. Paula, 2018. Unrecognized and so many threats: case studies in conservation of the Araguaian Boto (*Inia araguaiaensis*). Documento SC/67b/SM13 apresentado no Comitê Científico da Comissão Baleeira Internacional (SC/IWC), Bled, Slovenia, 24 April-6 May 2018. Disponível em https://archive.iwc.int/pages/search.php?search=collection29565&bc_from=themes#
- Ferreira, E., J.Zuanon, G.dos Santos, S.Amadio, 2011. A ictiofauna do Parque Estadual do Cantão, Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Neotropica* 11.2:277–284.
- Godoy, D.F., A.Andriolo., G.F.Filla, 2015. The influence of environmental variables on estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) spatial distribution and habitat used in the Estuarine Lagunar Complex of Cananéia, southeastern Brazil. *Ocean & Coastal Management* 106:68-76.
- Gomez-Salazar, C., F.Trujillo, H.Whitehead, 2011. Ecological factors influencing group sizes of river dolphins (*Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*). *Marine Mammal Science* 28:124-142.
- Gomez-Salazar, C., F.Trujillo, M.Portocarrero-Aya, H.Whitehead, 2012. Population, density estimates, and conservation of river dolphins (*Inia* and *Sotalia*) in the Amazon and Orinoco river basins. *Marine Mammal Science* 28:124-158.
- Hall, E., 2012. Group Size, Habitat Use and Behavioral Ecology of Amazon River dolphins (*Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*) in the Pacaya-Samiria National Reserve, Peru. Queen's University School of Environmental Studies BSc (Honours) program.
- Hall, L.S. P.R Kraus man, M.L.Morrison, 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25.1:173-182.
- Hrbek, T., V.M.F. da Silva, N.Dutra, W.Gravena, A.R.Martin, I.P.Farias, 2014. A new species of river dolphin from Brazil or: How little do we know our biodiversity PLoS ONE 9:e83623.
- Khanal, G., K.R.Suryawanshi, K.D.Awasthi, M.Dhakai, N.Subedi, D.Nath, R.C. Kandel, N.Kelkar, 2006. Irrigation demands aggravate fishing threats to river dolphins in Nepal, *Biological Conservation* 204:386-393.

- Kristan,W.B.,2003. The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink system and ecological traps. *Oikos* 103:457-468.
- Latrubesse,E.M, J.C.Stevaux, 2006. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do Rio Araguaia, Brasil Central. *Revista UnG Geociências* 5.1:65-73.
- Latrubesse,E.M., M.L.Amsler, R.P. de Moraes, S.Aquino, 2009. The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South merican tropics: The case of the Araguaia River. *Geomorphology* 113:239-252.
- Martin,A.R., V.M.F. da Silva, 2004a. River dolphins and flooded forest: seasonal habitat use and sexual segregation of botos (*Inia geoffrensis*) in an extreme cetacean environment. *Journal Zoological Society of London* 263:295–305.
- Martin,A.R, V.M.F. da Silva, 2004b. Number, seasonal movements, and residency characteristics of river dolphins in an Amazonian floodplain lake system. *Canadian Journal of Zoology* 82:1307–1315.
- Martin,A.R., V.M.F da Silva, D.L.Salmon, 2004c. Riverine habitat preferences of botos (*Inia geoffrensis*) and tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) in the Central Amazon. *Marine Mammal Science* 20.2:189–200.
- McGuire,T.L., K.O.Winemiller, 1998. Occurrence patterns, habitat associations, and potential prey of the river dolphin, *Inia geoffrensis*, in the Cinaruco river, Venezuela. *Biotropica* 30.4:625–638.
- Moreira Junior,R.H.M., 2017. Avaliação da população de botos-do-Araguaia (Cetacea: Iniidade: *Inia araguaiaensis* Hrbek et al., 2014) no baixo rio Tocantins, Amazônia Oriental. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará.
- Morrison,M.L., B.G.Marcot, R.W.Mannan, 1992. Wildlife- habitat relationships: concepts and applications. Univ. University of Wisconsin Press, Madison. 343pp.
- Oliveira,J.S.F., 2015. Evaluation of aerial Blimp and visual boat surveys for counting the Araguaian River Dolphin (*Inia araguaiaensis*) in the Cantão State Park, Brazil. Thesis for the attainment of the academic degree Master of Science. Albert Ludwigs Universität Freiburg.
- Oliveira,J.S.F., G.Georgiadis, S.Campello, R.A.Brandão, S.Ciutti, 2017. Improving river dolphin monitoring using aerial surveys. *Ecosphere* 8.8:e01912
- Pivari,D., H.M.Pacca, T.C.G.Sebrian, 2017. Occurrence of boto-do-Araguaia (*Inia araguaiaensis*) in a Region of the Araguaia River, Brazil, Documented for

an Environmental Impact Study for a Hydroelectric Dam. *Aquatic Mammals* 43.5:530-536.

Reeves, R.R., B.D. Smith, T. Kasuya, 2000. *Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 23:152.

Richman, N.I., J.M. Gibbons, S.T. Turvey, T. Akamatsu, B. Ahmed, E. Mahabub, B.D. Smith, J.P.G. Jones, 2014. To see or not to see: investigating detectability of Ganges River dolphins using a combined visual-acoustic survey. *PLoS ONE* 9: e96811.

Robinson, C.T., K. Tockner, J.V. Ward, 2002. The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47:661–677.

SEPLAN- Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. 2015. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Disponível em: <http://seplan.to.gov.br/zoneamento/atlas-do-tocantins/>. Acesso em: 12/09/2017.

Sergio, F., T. Caro, D. Brown, B. Clucas, J. Hunter, J. Ketchum, K. McHugh, F. Hiraldo, 2008. Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annual Review of Ecology and Systematics* 39:1–19.

Siciliano, S., V.H. Valiati, R. Emin-Lima, A.F. Costa, J. Sartor, T. Dorneles, J.S. Silva Júnior, L.R. Oliveira, 2016. New genetic data extend the range of river dolphins *Inia* in the Amazon Delta. *Hydrobiologia* 777:255-269.

Smith, B.D., G. Braulink, S. Strindberg, R. Mansur, M.A.A. Diyan, B. Ahmed, 2008. Habitat selection of freshwater-dependent cetaceans and the potential effects of declining freshwater flows and sea-level rise in waterways of the Sundarbans mangrove forest, Bangladesh. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19:209-225.

Tocantins, 2016. Plano de manejo do parque estadual do cantão: revisão. Governo do Estado do Tocantins.

Vidal, O., J. Barlow, L.A. Hurtado, J. Torre, P. Cendón, Z. Ojeda, 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.