

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Ana Silveira de Souza

**Análise de comunicação acústica e visual de araras-canindé (*Ara ararauna*  
(Linnaeus, 1760), Aves: Psittaciformes, Psittacidae, Arini) em diferentes  
contextos comportamentais**

São Paulo

2023

ANA SILVEIRA DE SOUZA

**Análise de comunicação acústica e visual de araras-canindé (*Ara ararauna* (Linnaeus, 1760), Aves: Psittaciformes, Psittacidae, Arini) em diferentes contextos comportamentais**

**Versão corrigida**

Dissertação apresentada como requisito para a conclusão do mestrado no Programa de Pós-graduação em Psicologia Experimental - PPGPSE.

**Discente:** Ana Silveira de Souza

**Linha de Pesquisa:** Comportamento Animal e Etologia Humana

**Orientadora:** Maria Luisa da Silva

**Instituto:** Instituto de Psicologia- USP

São Paulo

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação  
Biblioteca Dante Moreira Leite  
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo  
Dados fornecidos pela autora

Souza, Ana Silveira de

Análise de comunicação acústica e visual de araras-canindé (*Ara ararauna* (Linnaeus, 1760), Aves: Psittaciformes, Psittacidae, Arini) em diferentes contextos comportamentais / Ana Silveira de Souza; orientadora Maria Luisa da Silva. -- São Paulo, 2023.

184 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental) - - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2023.

1. Aves. 2. Bioacústica. 3. Comunicação animal. 4. Comportamento animal. 5. Emoções em animais não-humanos. I. da Silva, Maria Luisa, orient. II. Título

Nome: Souza, Ana Silveira

Título: Análise de comunicação acústica e visual de araras-canindé (*Ara ararauna* (Linnaeus, 1760), Aves: Psittaciformes, Psittacidae, Arini) em diferentes contextos comportamentais

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Mestre em Ciências

Aprovado em: **09/12/2023**

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria Luisa da Silva

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA) / Universidade de São Paulo (IP-USP)

Julgamento: **Aprovada**

Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Érica Hasui

Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)

Julgamento: **Aprovada**

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Guilherme Sementili Cardoso

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Julgamento: **Aprovada**

Assinatura: \_\_\_\_\_



Este trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (CNPq).

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer antes de tudo aos meus pais, Cláudia e Ricardo, por nunca medirem esforços em atender a qualquer demanda que eu precisei, por terem me apoiado emocionalmente e financeiramente durante toda a minha vida e por sempre incentivarem os meus sonhos e colocarem meus estudos como a maior prioridade. Eu não chegaria até aqui sem o apoio de vocês, obrigada por tudo. Agradeço também à Alice, minha querida irmã, por sempre me apoiar em tudo, por se preocupar tanto comigo, por ser a voz da razão na minha vida e pela paciência em conviver comigo nas tantas noites não dormidas.

Agradeço à minha amada família, do maior coração do mundo, meus tios, primos e avós, que antes de tudo me apoiaram, incentivaram e sempre fizeram tanta questão de prestigiar os meus trabalhos, mesmo não entendendo muito das questões técnicas e científicas envolvidas. O carinho mais especial pela minha avó (em memória) e pela minha tia Sheila (em memória), as pessoas mais amorosas que já conheci, que nunca mediam esforços para dizer o quanto se orgulhavam de mim. Sinto muitas saudades de vocês.

Não poderia deixar de agradecer às minhas amadas tias, Carla e Cássia, que me apoiaram e sustentaram os meus sonhos durante toda a minha vida, sempre encontrando formas diferentes de me ajudar a passar pelos desafios da vida acadêmica. Obrigada por acreditarem em mim. Agradeço imensamente às minhas primas e ‘primos’, Iasmin, Iara, Rafael e Carlinhos, que me receberam tão bem durante todo o período de coleta de dados em Poços de Caldas, sem vocês esse trabalho não seria possível. Agradeço também por todo o carinho e incentivo, por me ajudarem literalmente em tudo e por terem deixado tudo mais leve com a alegria de vocês.

Agradeço aos meus amigos e colegas de profissão que estiveram comigo durante essa fase tão desafiadora da minha vida, vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Meu especial agradecimento à minha amiga Carol Manzano, que foi uma das primeiras pessoas a me acolher em São Paulo quando a gente ainda nem se conhecia, por ter se tornado minha parceira nos perrengues acadêmicos, monitorias, congressos e cursos, por todos os desabafos, pelos momentos divertidos também, por ter me amparado durante todo o mestrado e por tudo que me ensinou sobre bioacústica nestes últimos meses. Ao Tomás, que se tornou um grande amigo além da pós e com quem também aprendi muito, obrigada por topa dividir comigo os congressos, cursos e perrengues da vida acadêmica. Quero agradecer à Carol Wood, minha grande amiga de tantos anos e que esteve presente em todas as minhas fases, obrigada por ser meu ombro amigo tanto em Alfenas quanto em São Paulo, por me acolher

mesmo quando as coisas não estavam fáceis para você e por todas as vezes que você me salvou em momentos difíceis. Às minhas amigas, Lívia e Bruna, pelas melhores noites de videochamada, por sempre se fazerem presentes mesmo estando longe e por tornarem todo o percurso mais leve. Vocês são as melhores amigas que eu poderia ter. À minha querida amiga Tainá, que também é minha colega de bioacústica e que se fez presente durante todo o meu mestrado, obrigada por nunca medir esforços em me ajudar mesmo com a distância e com a correria do dia a dia, obrigada por fazer questão de estar presente em todos os momentos, pelos desabafos, pelas vezes em que te pedi para revisar meus longos textos, pelas noites de ensaio, obrigada por tudo amiga. Quero agradecer também à minha melhor amiga de toda a vida, Maria Paula, que é a pessoa mais doce que eu conheço e que sempre me apoiou e incentivou a ver o lado bom das coisas, tenho muito orgulho da pessoa e da profissional que você está se tornando.

Meu agradecimento mais especial ao meu parceiro de vida, Márcio, que foi a minha base e sustentação nestes últimos dois anos tão desafiadores. Obrigada por me incentivar e acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava mais, obrigada por colocar os meus sonhos e a minha felicidade acima de tudo, por me ouvir falar por horas intermináveis sempre que aprendia algo novo, especialmente obrigada pelo incansável suporte emocional e estrutural durante todas as etapas desta dissertação. Agradeço também aos meus sogros, Joisa e Márcio, e ao meu cunhado Léo, por me acolherem como filha/irmã durante os últimos anos e pelo suporte físico e emocional que foram essenciais nessa etapa específica da minha vida.

À minha orientadora Malu, meus sinceros agradecimentos. Obrigada por ter me introduzido à bioacústica e por ter aberto portas que eu sequer sonhava há dois anos. A sua experiência de vida e o seu amor pela bioacústica são meus maiores exemplos, sua força e sua trajetória me incentivam a continuar trilhando esse longo caminho que ainda tenho pela frente. Agradeço também aos professores Érica e Humberto, que me orientaram com tanto carinho durante a graduação, me ensinaram muito do que eu sei e foram determinantes para que eu desenvolvesse um amor tão grande pela ornitologia.

Por fim, gostaria de agradecer imensamente à Leticia, à Priscila e a todos os funcionários do Zoo das aves que foram os grandes responsáveis pela viabilidade e sucesso deste estudo. Agradeço especialmente à Leticia, por ter aberto as portas do Zoo para mim tão prontamente, e à Pri, que não pensou duas vezes ao me auxiliar em tudo que precisei durante as semanas de coleta. Sou muito grata também ao programa de Psicologia Experimental pelo apoio e auxílio durante esses anos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro que viabilizou este trabalho.

## RESUMO

Souza, A. S. (2023). *Análise de comunicação acústica e visual de araras-canindé (Ara ararauna (Linnaeus, 1760), Aves: Psittaciformes, Psittacidae, Arini) em diferentes contextos comportamentais* (Dissertação de Mestrado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

As formas de comunicação mais utilizadas pelas aves são as modalidades acústica e visual. A emissão de sinais acústicos e visuais pode transmitir informações importantes para a sobrevivência e perpetuação da espécie, além de desempenhar um papel fundamental na capacidade de reconhecimento espécie-específico e na manutenção da estrutura e coesão em espécies sociais. Sendo assim, o estudo da comunicação pode ser um grande aliado quando buscamos entender o comportamento e as emoções desses animais, especialmente quando desejamos mensurar o impacto da ação humana sobre aves introduzidas ao cativeiro. Uma das formas de analisar esse impacto é identificando as respostas que são produzidas pelos animais em condições de estresse e bem-estar, traçando um paralelo entre os padrões de comportamento e comunicação observados em condições artificiais e naturais de sobrevivência. Este estudo teve por objetivo descrever o repertório acústico, visual e comportamental de araras-canindé (*Ara ararauna*) em cativeiro sob diferentes contextos comportamentais, buscando descrever os padrões que caracterizam a rotina destas aves e verificar quais destes padrões podem ser usados como forma de manifestar de emoções. Este estudo foi realizado com as araras do Zoo das Aves de Poços de Caldas-MG, em um recinto de imersão, o qual permite contato direto do público com as aves. Registramos dados referentes à comunicação acústica através das técnicas de *all occurrences sampling* e *focal animal*. Os dados referentes ao comportamento e à comunicação visual foram coletados através da técnica de *scan sampling* e *focal animal* e contando com o apoio do repertório de comportamentos e *displays* visuais descritos para a espécie. Esses dados foram analisados com auxílio de softwares de análise de som/vídeo e catalogados em planilhas. Aplicamos estatística descritiva para auxílio da descrição e caracterização do repertório vocal da espécie e calculamos as frequências relativas dos comportamentos e sinais visuais associados às vocalizações. Plotamos gráficos de barras para visualizar a dinâmica dos comportamentos e da comunicação exibidos pelas aves no recinto e realizamos análises exploratórias para identificar os padrões que caracterizavam a rotina destas aves. Também aplicamos testes estatísticos do tipo t-test, ANOVAs e Tukey para identificar os possíveis parâmetros que

estivessem relacionados à manifestação de emoções de valências positivas ou negativas em contextos de estresse e bem-estar. Nossos resultados revelaram um extenso repertório vocal para a espécie em cativeiro, com a presença de 22 tipos de vocalizações distintas, descritas em seis contextos comportamentais. Também foi possível observar a presença marcante de associações entre sinais acústicos e visuais para a maioria das vocalizações registradas, revelando que araras-canindé exibem uma forte tendência a manifestar comunicação multimodal em diferentes contextos. O repertório de sinais visuais descrito para as aves contou com oito categorias de *displays*, dentre os quais destacamos a exibição de rubor facial e *eye pinning*. Estes sinais se mostraram significativamente associados a vocalizações emitidas em contextos de valência negativa, nos permitindo inferir que ambos são usados pela espécie como forma de manifestar emoções negativas. Outra possível forma de manifestação de desconforto está na estrutura das vocalizações emitidas, nossos dados sugerem que vocalizações mais longas estão associadas a contextos mais estressantes. Também foi possível identificar manifestações negativas analisando os padrões de comportamento exibidos pelos animais, os quais tenderam a exibir comportamentos atípicos e estereotipados em contextos de estresse, tendência que se refletiu no aumento das taxas de comportamentos de valência negativa pelos animais em contextos de visitação invasiva. O estudo constatou, entretanto, que a visitação quando não invasiva e realizada por grupos pequenos, não constitui um fator estressante o suficiente para impactar negativamente na saúde e rotina dos animais, se mostrando uma alternativa interessante a ser explorada por instituições de cativeiro para a manutenção do bem-estar, especialmente quando aliada às técnicas de enriquecimento ambiental. Este   o primeiro estudo a descrever o repertório vocal de *A. ararauna*, tanto em cativeiro quanto em vida livre. O trabalho em questão se provou de grande relevância ao destacar questões fundamentais para o entendimento da manifestação das emoções de araras-canind e através da comunicação vocal e visual, fornecendo informações adicionais aos estudos clássicos de comportamento que já vinham sendo realizados para a espécie. Para fortalecer ainda mais essa compreensão, recomendamos que estudos como este sejam realizados para araras-canind e de vida livre, promovendo um diálogo onde seja possível identificar com ainda mais clareza as anomalias oriundas do cativeiro.

**Palavras-chave:** Psitacídeos; bem-estar animal; comportamento animal; bioacústica.

## ABSTRACT

Souza, A. S. (2023). *Analysis of acoustic and visual communication of blue-and-yellow macaws (Ara ararauna (Linnaeus, 1760), Birds: Psittaciformes, Psittacidae, Arini) in different behavioral contexts* (Master's Dissertation). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

The most commonly used forms of communication by birds are acoustic and visual modalities. The emission of acoustic and visual signals can convey important information for the survival and perpetuation of the species, as well as play a fundamental role in the capacity for species-specific recognition and in maintaining structure and cohesion in social species. Thus, the study of communication can be a great ally when we seek to understand the behavior and emotions of these animals, especially when we wish to measure the impact of human action on birds introduced to captivity. One way to analyze this impact is by identifying the responses that are produced by the animals under conditions of stress and well-being, drawing a parallel between the patterns of behavior and communication observed in artificial and natural survival conditions. This study aimed to describe the acoustic, visual, and behavioral repertoire of blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) in captivity under different behavioral contexts, seeking to describe the patterns that characterize the routine of these birds and verify which of these patterns can be used as a way to express emotions. This study was conducted with the macaws of the Zoo das Aves in Poços de Caldas-MG, in an immersion enclosure, which allows direct public contact with the birds. We recorded data related to acoustic communication using the techniques of *all occurrences sampling* and *focal animal*. Data on behavior and visual communication were collected through the *scan sampling* and *focal animal* technique, with the support of the repertoire of behaviors and visual *displays* described for the species. These data were analyzed with the help of sound/video analysis software and cataloged in spreadsheets. We applied descriptive statistics to aid in the description and characterization of the species' vocal repertoire and calculated the relative frequencies of behaviors and visual signals associated with vocalizations. We plotted bar graphs to visualize the dynamics of the behaviors and communication displayed by the birds in the enclosure and performed exploratory analyses to identify the patterns that characterized the routine of these birds. We also applied statistical tests such as t-tests, ANOVAs, and Tukey to identify possible parameters related to the manifestation of emotions with positive or negative valences in contexts of stress and well-being. Our results revealed an

extensive vocal repertoire for the species in captivity, with the presence of 22 different types of vocalizations, described in six behavioral contexts. It was also possible to observe a marked presence of associations between acoustic and visual signals for most of the recorded vocalizations, revealing that blue-and-yellow macaws exhibit a strong tendency to manifest multimodal communication in different contexts. The repertoire of visual signals described for the birds included eight categories of *displays*, among which we highlight the exhibition of facial flushing and *eye pinning*. These signals proved to be significantly associated with vocalizations emitted in contexts of negative valence, allowing us to infer that both are used by the species as a way to express negative emotions. Another possible way of manifesting discomfort is in the structure of the vocalizations emitted, our data suggest that longer vocalizations are associated with more stressful contexts. It was also possible to identify negative manifestations by analyzing the patterns of behavior exhibited by the animals, which tended to *display* atypical and stereotyped behaviors in contexts of stress, a tendency that was reflected in the increase in rates of negative valence behaviors by the animals in contexts of invasive visitation. The study found, however, that visitation when not invasive and conducted by small groups, does not constitute a stressful factor enough to negatively impact the health and routine of the animals, proving to be an interesting alternative to be explored by captivity institutions for the maintenance of well-being, especially when combined with environmental enrichment techniques. This is the first study to describe the vocal repertoire of *A. ararauna*, both in captivity and in the wild. The work in question proved to be of great relevance in highlighting fundamental issues for the understanding of the manifestation of emotions of blue-and-yellow macaws through vocal and visual communication, providing additional information to the classic behavior studies that had already been conducted for the species. To further strengthen this understanding, we recommend that studies like this be conducted for wild blue-and-yellow macaws, promoting a dialogue where it is possible to identify even more clearly the anomalies arising from captivity.

**Palavras-chave:** Parrots; animal welfare; animal behavior; bioacoustics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Modelo esquemático representando resumidamente as etapas dos materiais e métodos empregados. 1. Descrição da área de estudo, objeto de estudo e período de coleta de dados. 2 e 3. Descrição dos tratamentos estatísticos analisados. 4. Descrição da metodologia de coleta de dados. 5. Descrição de softwares e análises de dados. 6. Descrição dos procedimentos adotados para a análise estatística.....38
- Figura 2.** Morada das Araras do Zoo das Aves de Poços de Caldas. No recinto de imersão, as araras ficam soltas e espalhadas nos poleiros, casas, grades e chão. O público passa pelo caminho isolado por cercas, como é possível visualizar na imagem, e são acompanhados por monitores para evitar que os mesmos causem danos aos animais e vice-versa.....39
- Figura 3.** Morada das Araras do Zoo das Aves de Poços de Caldas. 1. Entrada: parte inicial do percurso, onde os visitantes entram. 2. Centro: metade do percurso no recinto. 3. Saída: parte final do percurso, onde os visitantes saem. 4. Teto: parte de cima do recinto, onde apenas as aves têm acesso.....40
- Figura 4.** Araras-canindé (*A. ararauna*). 1. Lateral. 2. Perfil. 3. Fronte.....41
- Figura 5.** Sonograma e oscilograma representando vocalizações de *A. araruna* em bando e durante o voo. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. ....50
- Figura 6.** Sonograma, oscilograma (A) e espectro de frequência (B) representando vocalizações de *A. araruna* durante o voo, exemplificando os conceitos de harmônicos e formantes. A. O eixo x representa a duração em segundos (s), os eixos y representam a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. B. O eixo x representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo y representa a amplitude em decibéis (dB).....50
- Figura 7.** Enriquecimentos ambientais aplicados no recinto. 1. Corda bamba. Também é possível observar a monitora inserindo novos enriquecimentos no local. 2 e 3. Brinquedos. 4. Caixa surpresa. 5 e 6. Espetos de frutas.....55
- Figura 8.** Exemplo de análise de comportamento realizada através do software Boris. Através do programa, é possível registrar o comportamento no momento exato em que o mesmo foi



realizado, sendo possível manipular o vídeo em zoom e velocidade para facilitar a identificação. Os registros ficam catalogados em uma tabela de eventos e um sonograma é gerado para cada intervalo de tempo registrado.....59

**Figura 9.** Exemplo de análise de acústica realizada com auxílio do software Raven Pro 1.6.5. Através do programa, é possível gerar representações gráficas de um arquivo sonoro em oscilogramas e sonogramas, sendo que no eixo x está representada a duração da onda (s) e no eixo y estão representadas a amplitude (kU) e da frequência (kHz), respectivamente. O software também permite o processamento e edição do som e a extração de valores que representam os parâmetros acústicos do mesmo. Para isso, é necessário traçar caixas ao redor da emissão cujo foco será dado, os valores referentes a essas caixas são registrados em uma tabela de atributos, como pode ser visualizado na parte inferior da figura. A escolha dos parâmetros acústicos a serem mensurados é manual, assim como a área de seleção das caixas. Nesta figura estão representadas vocalizações de *A. araruna*, as caixas laranja representam vocalizações de “Repouso”, as caixas azuis representam vocalizações de “Agressividade”, as caixas verdes representam vocalizações de “Alerta”. Abaixo, é possível visualizar tabelas com as respectivas cores para cada área de seleção, as quais fornecem valores de “Tempo inicial (s)”, “Tempo final (s)”, “Intervalo de tempo (s)”, “Frequência mínima (Hz)”, “Intervalo de frequência (Hz)”, “Frequência máxima (Hz)”, “Densidade de potência média (dB)”, “Entropia média (bits)” .....61

**Figura 10.** Exemplo de sonograma representando vocalizações de *A. araruna* e demonstrando os parâmetros acústicos mensurados: número de emissões, duração (s), faixa de frequência (Hz). O eixo x representa a duração em segundos (s) e o eixo representa a frequência em kilohertz (kHz). .....62

**Figura 11.** Exemplo de sonograma representando vocalizações de *A. araruna* e demonstrando a diferença entre o harmônico fundamental e o harmônico dominante em uma mesma vocalização. Paralelamente, as frequências fundamentais mínima e máxima diferem das frequências dominantes mínimas e máximas e estão indicadas pelas setas tracejadas azuis e amarelas, respectivamente. O eixo x representa a duração em segundos (s) e o eixo representa a frequência em kilohertz (kHz).....63

**Figura 12.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de agressividade presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Agressividade 1. B. Agressividade 2. C. Agressividade 3. D. Agressividade 4. E. Agressividade 5. F. Agressividade 6. O eixo x

representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....72

**Figura 13.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de agonia presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Agonia 1. B. Agonia 2. C. Agonia 3. D. Agonia 4. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....74

**Figura 14.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de estresse presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Estresse 1. B. Estresse 2. C. Estresse 3. D. Estresse 4. E. Estresse 5. F. Imitação da fala humana 6. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....77

**Figura 15.** onograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de alerta presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Variações de vocalizações de alerta em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....79

**Figura 16.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de voo presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Vocalizações de voo 1 (forrageamento). B. Variações da vocalização de voo 2 (canto) em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....81

**Figura 17.** Sonograma e oscilograma representando o canto emitido durante o voo de *A. araruna*, comparando emissões em contexto de cativeiro (A) e vida livre (B). A. Emissões de canto durante o voo em cativeiro. B. Emissões de canto durante o voo em ambiente natural. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....81

**Figura 18.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de chamados de contato presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Variações dos chamados de contato tipo 1 em araras-canindé. B. Variações dos chamados de contato tipo 2 em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....83

**Figura 19.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de banho presentes no repertório vocal de *A. araruna*. A. Variações de vocalizações de banho em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente.....84

**Figura 20.** Variedade de *displays* visuais registrados para araras-canindé em cativeiro. A. *Eye pinning* com presença de contração da pupila (miose). B. Rubor facial, com a presença de dilatação dos vasos da face. C. *Display* de posição das penas da face, onde as penas aparecem eriçadas. D. *Display* de posição das penas da coroa, onde as penas aparecem eriçadas. E. *Display* de posição das penas da nuca, onde as penas aparecem eriçadas. F. Conjunto de *displays* de *eye pinning* (miose) e posição das penas da face, coroa e nuca, que aparecem eriçadas. G. *Display* de abertura das asas. H. *Display* de dobramento das asas. I. *Display* de bater asas sem sair do lugar.....89

**Figura 21.** Representação gráfica da distribuição dos dados através de histograma. É possível observar que nossos dados não seguem uma distribuição normal padrão, temos um gráfico bimodal e assimétrico à esquerda, com a maior parte dos dados concentrada nos valores de frequência relativa do primeiro ao segundo quartil e do terceiro ao último quartil.....91

**Figura 22.** Representação gráfica da distribuição dos dados através de histogramas (acima) e gráficos de densidade (abaixo). Os dados estão diferenciados por categorias de *displays* visuais, nenhuma das categorias segue uma distribuição normal padrão. A e H. Temos aqui histogramas assimétricos à direita, onde a maior ocorrência dos dados está concentrada em valores de frequência relativa inferiores ao segundo quartil. B, C, D, E, F e G. Temos aqui histogramas em despenhadeiro à direita, onde a maior ocorrência dos dados está concentrada em valores de frequência relativa inferiores ao primeiro quartil.....92

**Figura 23.** Representação gráfica da frequência relativa de *displays* visuais totais associados à vocalizações em contextos de valência negativa (azul) e neutro-positiva (amarelo). A. Temos aqui um histograma bimodal e assimétrico à esquerda. É possível observar através da comparação entre os histogramas A e B que existe uma tendência a maiores frequências relativas de *displays* visuais associados à vocalizações de contexto negativo (A), sendo que na maior parte das amostras de A, pelo menos 50% das vocalizações estão associadas a *displays* visuais. B. Temos aqui um histograma bimodal à direita. É possível observar através do histograma que em vocalizações de contexto neutro-positivo existem duas tendências quanto à associação de *displays* visuais, na maior parte das amostras, menos de 35% das vocalizações

estão associadas à *displays* visuais, mas também há uma parcela de amostras onde mais de 95% das vocalizações estão associadas à *displays* visuais. C. Através do gráfico de densidades, é possível visualizar as mesmas tendências de frequências observadas nos histogramas A e B. As áreas de densidade correspondentes aos *displays* em contextos negativo (azul) e neutro-positivo (amarelo) se sobrepõem em partes, indicando que não há diferença significativa entre as médias de *displays* nos dois tratamentos.....95

**Figura 24.** Representação gráfica da frequência relativa de *displays* visuais de “ruborizar a face” associados à vocalizações em contextos de valência negativa (azul) e neutro-positiva (amarelo). A e B. Temos aqui dois histogramas assimétricos à direita. É possível observar através dos histogramas que em contextos negativos (A) existe uma tendência à maiores associações de vocalizações à *displays* de rubor facial com relação aos contextos neutro-positivos (B), onde as amostras estão limitadas à menos de 15% de vocalizações associadas à este display. C. Através do gráfico de densidades, é possível visualizar as mesmas tendências de frequências observadas nos histogramas A e B. As áreas de densidade correspondentes aos *displays* em contextos negativo (azul) e neutro-positivo (amarelo) quase não se sobrepõem, indicando que há diferença significativa entre as médias de *displays* “ruborizar a face” nos dois tratamentos. Também é possível verificar que o gráfico em azul se encontra deslocado à direita com relação ao gráfico em amarelo, indicando uma tendência a maiores frequências relativas de *displays* “ruborizar a face” associados à vocalizações em contextos negativos..... 96

**Figura 25.** Representação gráfica da frequência relativa de *displays* visuais de “eye pinning” associados à vocalizações em contextos de valência negativa (azul) e neutro-positiva (amarelo). A e B. Temos aqui um histograma assimétrico à direita (A) e um histograma em despenhadeiro à direita. É possível observar através dos histogramas que em contextos negativos (A) existe uma tendência à maiores associações de vocalizações à *displays* de “eye pinning” com relação aos contextos neutro-positivos (B), onde as amostras estão limitadas à menos de 15% de vocalizações associadas à este display. C. Através do gráfico de densidades, é possível visualizar as mesmas tendências de frequências observadas nos histogramas A e B. As áreas de densidade correspondentes aos *displays* em contextos negativo (azul) e neutro-positivo (amarelo) quase não se sobrepõem, indicando que há diferença significativa entre as médias de *displays* “eye pinning” nos dois tratamentos. Também é possível verificar que o gráfico em azul se encontra deslocado à direita com relação ao gráfico em amarelo,

indicando uma tendência a maiores frequências relativas de *displays* “*eye pinning*” associados à vocalizações em contextos negativos .....97

**Figura 26.** Araras-canindé (*A. ararauna*) se alimentando. 1. Bebendo água. 2. Comendo folha de bananeira (*Musa sp.*). 3. Comendo ração. 4. Comendo frutas.....99

**Figura 27.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* associadas a comportamentos de deslocamento e alimentação. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente.....99

**Figura 28.** Arara-canindé (*A. ararauna*) se locomovendo através do voo.....100

**Figura 29.** Araras-canindé (*A. ararauna*) descansando. 1. Em repouso. 2. Dormindo. 3. Realizando autopreening. 4. Realizando allopreening.....101

**Figura 30.** Arara-canindé (*A. ararauna*) brincando com o enriquecimento físico/cognitivo.....101

**Figura 31.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* associadas a brincadeira com objetos de um enriquecimento físico/cognitivo. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente.....102

**Figura 32.** Araras-canindé (*A. ararauna*) em situações de alerta. 1. Posição de alerta. 2. Posição de alerta com *display* de dobramento de asas.....102

**Figura 33.** Araras-canindé (*A. ararauna*) em situações de agressividade. 1 e 3. Projeção de bico entre *A. ararauna* e *A. hyacinthinus*. 2. Agressão entre *A. ararauna* e *A. hyacinthinus*. 4. Agressão entre *A. ararauna* e *Ara chloropterus* com exibição de *display* de abertura de asas. 5. Exibição de rubor facial e eriçamento das penas para visitantes. 6. Aproximação-retirada entre aves *A. ararauna* e visitantes.....103

**Figura 34.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* em situação de agressão com *A. macao*. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente.....104

**Figura 35.** Araras-canindé (*A. ararauna*) em situações de estresse. 1. Bicar ou esfregar bico no tronco. 2. Cavar terra com exibição de rubor facial e contração da pupila. 3. Arrancar penas e/ou arranhar a própria face. 4. Ave com muitas penas do peito, nuca, asas e cauda arrancadas.....104

**Figura 36.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* enquanto realizam automutilação, esfregando o bico na grade. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente.....105

**Figura 37.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de um casal de *A. ararauna* enquanto realizam o movimento de cavar a terra repetitivamente. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente.....105

**Figura 38.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de estresse exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....106

**Figura 39.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de interação agonística exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....107

**Figura 40.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de alerta exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....108

**Figura 41.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de locomoção exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de

vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....108

**Figura 42.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de alimentação exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....109

**Figura 43.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de descanso exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....110

**Figura 44.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de higiene exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....111

**Figura 45.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de interação social positiva exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....111

**Figura 46.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de interação com objeto exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia.....112

**Figura 47.** Representação gráfica da distribuição dos dados através de histograma (acima) e gráfico de densidade (abaixo). A. Histograma e curva de densidade dos dados de número de emissões por minuto. É possível observar que a variável segue uma distribuição normal padrão, onde vemos gráficos simétricos, com a maior parte dos dados concentrada nos valores

médios, entre o primeiro e terceiro quartis. B e C. Histogramas e curvas de densidade dos dados de duração média das emissões (s) e frequência de comportamentos de valência negativa, respectivamente. É possível observar que ambas as variáveis não seguem uma distribuição normal padrão, onde vemos dois gráficos bimodais e assimétricos à direita, com a maior parte dos dados concentrada nos valores até o segundo quartil.....114

**Figura 48.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à presença de visitantes. Cada ponto nos gráficos de dispersão representa uma observação individual, com a cor indicando a ausência (azul) ou presença (amarelo) de visitantes. As linhas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha mostram a distribuição de cada variável, separadas pela presença de visitantes. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.....120

**Figura 49.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à interação com visitantes. Cada ponto nos gráficos de dispersão representa uma observação individual, com a cor indicando a ausência (azul) ou presença (amarelo). As linhas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha mostram a distribuição de cada variável, separadas pela interação com visitantes. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.....125

**Figura 50.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à intensidade de interação com visitantes, mensurada através das quantidades de pessoas no recinto. Cada ponto nos gráficos de dispersão corresponde a uma observação, com cores representando nenhuma interação (azul), interação baixa (amarelo) média (preto) ou alta (vermelho). As curvas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha ilustram a distribuição das variáveis dentro de cada nível de interação. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos



indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.....128

**Figura 51.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à faixa etária predominante de visitantes. Cada ponto nos gráficos representa uma observação, colorida de acordo com a predominância de adultos (azul), crianças (amarelo), uma mistura de ambos (preto) ou ausência de observadores (vermelho). As curvas de densidade acima e à direita de cada gráfico de dispersão refletem a distribuição univariada de cada variável para cada categoria de faixa etária. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.....131

**Figura 52.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à presença de enriquecimento ambiental. Cada ponto nos gráficos de dispersão representa uma observação individual, com a cor indicando a ausência (azul) ou presença (amarelo). As linhas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha mostram a distribuição de cada variável, separadas pelo enriquecimento ambiental. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.....134

**Figura 53.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta ao tipo de enriquecimento ambiental aplicado. Cada ponto nos gráficos de dispersão corresponde a uma observação, com cores indicando enriquecimento alimentar (azul), enriquecimento cognitivo (amarelo), enriquecimento físico (preto) e ausência de enriquecimento (preto). As curvas de densidade acima e à direita de cada plot de dispersão ilustram a distribuição de cada variável para as categorias de enriquecimento. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.....136

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estudos envolvendo emoções em animais vertebrados nos últimos 50 anos de pesquisa, incluindo aves.....	31
<b>Tabela 2.</b> Repertório comportamental de araras-canindé ( <i>A. ararauna</i> ).....	43
<b>Tabela 3.</b> Repertório de <i>displays</i> visuais de araras-canindé ( <i>A. ararauna</i> ).....	47
<b>Tabela 4.</b> Cronograma de coleta de dados.....	51
<b>Tabela 5.</b> Descrição das técnicas de enriquecimento ambiental oferecidas às araras-canindé ( <i>A. ararauna</i> ) do Zoo das Aves de Poços de Caldas.....	54
<b>Tabela 6.</b> Descrição dos métodos empregados na coleta de dados deste estudo.....	58
<b>Tabela 7.</b> Descrição dos parâmetros acústicos mensurados.....	62
<b>Tabela 8.</b> Características das vocalizações (média $\pm$ SD) do repertório vocal de <i>A. araruna</i> em cativeiro.....	69
<b>Tabela 9.</b> Descrição da frequência relativa de <i>displays</i> visuais e comportamentos associados às vocalizações do repertório vocal de <i>A. araruna</i> em cativeiro. As vocalizações foram categorizadas em categorias de comportamentos de acordo com a presença de comportamentos associados. O contexto de valência emocional foi definido de acordo com as categorias de comportamentos dominantes em cada tipo de vocalização.....	86
<b>Tabela 10.</b> Resultados do teste t de Welch para comparação das médias de frequências relativas de <i>displays</i> visuais entre grupos de valência negativa e neutra-positiva.....	94
<b>Tabela 11.</b> Resultados das Análises de Variância (ANOVA) para comparação das médias entre grupos a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ). Foram avaliadas as respostas de “número de emissões por minuto” sob o efeito de seis tratamentos distintos, avaliados de forma individual e conjunta.....	116
<b>Tabela 12.</b> Resultados das Análises de Variância (ANOVA) para comparação das médias entre grupos a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ). Foram avaliadas as respostas de “duração média das emissões (s)” sob o efeito de seis tratamentos distintos, avaliados de forma individual e conjunta.....	117

<b>Tabela 13.</b> Resultados das Análises de Variância (ANOVA) para comparação das médias entre grupos a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ). Foram avaliadas as respostas de “frequência de comportamentos de valência negativa” sob o efeito de seis tratamentos distintos, avaliados de forma individual e conjunta.....	117
<b>Tabela 14.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Número de emissões por minuto x Presença de Visitantes.....	118
<b>Tabela 15.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Número de emissões por minuto x Presença de Visitantes.....	118
<b>Tabela 16.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Número de emissões por minuto x Interação entre presença de Visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.....	119
<b>Tabela 17.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Número de emissões por minuto x Interação entre presença de Visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.....	119
<b>Tabela 18.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Duração média das emissões (s) x Presença de Interação.....	121
<b>Tabela 19.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Duração média das emissões (s) x Presença de Interação.....	122
<b>Tabela 20.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Frequência de comportamentos de valência negativa x Presença de Interação.....	122
<b>Tabela 21.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Frequência de comportamentos de valência negativa x Presença de Interação.....	123

<b>Tabela 22.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Frequência de comportamentos de valência negativa x Interação entre presença de interação com visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.....	124
<b>Tabela 23.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Frequência de comportamentos de valência negativa x Interação entre presença de interação com visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.....	124
<b>Tabela 24.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Duração média das emissões (s) x Nível de Interação.....	127
<b>Tabela 25.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Duração média das emissões (s) x Nível de Interação.....	127
<b>Tabela 26.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Duração média das emissões (s) x Faixa etária predominante.....	130
<b>Tabela 27.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Duração média das emissões (s) x Nível de Interação.....	130
<b>Tabela 28.</b> Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Número de emissões por minuto x Presença de Enriquecimento Ambiental.....	132
<b>Tabela 29.</b> Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Número de emissões por minuto x Presença de Enriquecimento Ambiental.....	132

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>26</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>27</b>
2.1. Comunicação em aves	27
2.1.1. Comunicação visual em psitacídeos	27
2.1.2. Comunicação acústica em psitacídeos	29
2.2. Emoções em animais	31
2.3. Estratégias de conservação ex situ	33
2.3.2. Animais em cativeiro	33
2.3.3. Enriquecimento ambiental	35
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>36</b>
<b>4. JUSTIFICATIVA</b>	<b>36</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>37</b>
5.1. Área de estudo	39
5.2. Objeto de estudo	41
5.2.1. Repertório comportamental	42
5.2.2. Repertório visual	47
5.2.3. Repertório acústico	49
5.3. Coleta de dados	51
5.3.1. Período de coleta e cronograma	51
5.3.2. Descrição dos tratamentos	52
5.3.2.1. Ambiente natural: bancos de dados online	52
5.3.2.2. Cativeiro sem interação humana	52
5.3.2.3. Cativeiro com interação humana	53
5.3.2.4. Cativeiro com enriquecimento ambiental	54
5.3.3. Coleta de dados	56
5.4. Análise de dados	58
5.5. Análise estatística	64
5.5.1. Descrição de repertório vocal de araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> )	65
5.5.2. Comunicação multimodal em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> )	65
5.5.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> ) ao longo do dia	67

5.5.4. Efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> )	67
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>68</b>
6.1. Repertório vocal de araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> ) em cativeiro	68
6.1.1. Vocalizações agonísticas	70
6.2.1. Estresse	74
6.3.1. Alerta	78
6.4.1. Voo	79
6.5.1. Chamado de contato	82
6.2.1. Higiene	83
6.2. Comunicação multimodal em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> )	85
6.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> ) ao longo do dia	98
6.3.1. Dados piloto: relato de caso	98
6.3.2. Dados definitivos	106
6.4. Efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> )	113
6.4.1. Presença de Visitantes	118
6.4.2. Presença de Interação	121
6.4.3. Nível de Interação	126
6.4.4. Faixa Etária predominante	129
6.4.5. Presença de Enriquecimento Ambiental	132
6.4.6. Tipo de Enriquecimento Ambiental	135
<b>7. DISCUSSÃO</b>	<b>137</b>
7.1. Repertório vocal de araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> ) em cativeiro	137
7.2. Comunicação visual em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> ) de cativeiro	147
7.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> ) de cativeiro ao longo do dia	151
7.4. Efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ( <i>Ara ararauna</i> )	154
<b>8. CONCLUSÃO</b>	<b>158</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>161</b>

# 1. INTRODUÇÃO

O estudo das emoções é ainda uma grande lacuna para o grupo das aves, principalmente porque elas não possuem expressões faciais como os mamíferos, uma vez que não são dotadas de uma musculatura facial articulada e bem desenvolvida (Diogo *et al.*, 2008; Waller & Micheletta, 2013; Bertin *et al.*, 2018). Mas apesar da carência de expressões faciais, aves como os psitacídeos dispõem de outras estratégias visuais particulares que podem ser indicadores de emoção neste grupo (Kaplan, 2015; Bertin *et al.*, 2018, Bertin *et al.*, 2023). Muitas aves possuem a capacidade de movimentar as penas da cabeça, nuca e face em situações de interação (Homburger & de Silva, 2003, Kaplan, 2015), além de que em alguns contextos afetivos, tendem a ruborizar a parte branca da face e contrair a pupila (Negro *et al.*, 2006; Bertin *et al.*, 2018; Bryant *et al.*, 2022, Bertin *et al.*, 2023). Sinais visuais como estes podem ser bons indicadores de emoções nesses animais (Bertin *et al.*, 2018, Bertin *et al.*, 2023).

Além das penas e da face, outras partes do corpo também são usadas pelas araras na sua comunicação. O uso de movimentos do corpo ou partes do corpo como resposta a um estímulo caracteriza um comportamento. Estudos do comportamento são comumente realizados com araras-canindé (*Ara ararauna*) para avaliar a resposta da espécie a diferentes estímulos, como à sua alocação para novos ambientes (Brightsmith & Bravo, 2006; Plair, *et al.*, 2008, Leite *et al.*, 2019) ou reação a técnicas que buscam a melhoria do bem-estar (Almeida, 2016; Victoria, 2017; Almeida *et al.*, 2018; Miglioli & Vasconcellos, 2021; Amorim, 2022). Estes estudos partem de bases pré-estabelecidas para o comportamento da espécie (Uribe, 1982), a partir das quais é possível identificar estados afetivos<sup>1</sup> como estresse, agressividade e bem-estar. Entretanto, a comunicação acústica é a principal forma de comunicação utilizada pelas aves, está presente em todos os aspectos do seu cotidiano (Sick, 1997; Vielliard & Silva, 2010) e ainda é uma lacuna no que se diz respeito a araras-canindé (*A. ararauna*).

Diante da falta de expressividade facial em aves e da ambiguidade que muitos comportamentos podem transmitir, a interpretação de emoções em animais como as araras ainda é pouco compreendida. O estudo da comunicação acústica associada à comunicação visual pode auxiliar o entendimento dessas emoções.

---

<sup>1</sup> Estados afetivos: termo usado para descrever processos emocionais em animais não-humanos. Consistem em respostas comportamentais e fisiológicas - e em seres conscientes, sentimentos - que podem variar tanto em termos de valência (positiva/negativa) como em intensidade (magnitude da resposta) (Paul *et al.* 2005)

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Comunicação em aves**

A comunicação está presente em diferentes formas no mundo animal, mas, em um âmbito geral, pode-se dizer que esta parte do princípio de que há um indivíduo emissor produzindo um sinal capaz de propagar através do meio, e um indivíduo receptor que possua órgãos capazes de captar este sinal, interpretar a informação recebida corretamente e produzir uma resposta (Vielliard & Silva, 2010). A diversidade de formas em que a comunicação se expressa no mundo animal está relacionada à fontes geradoras de variação que são distintas entre os animais, com sua morfologia, taxonomia, o meio em que está inserido, seu habitat, ritmo circadiano, mobilidade e nicho (Bradbury & Vehrencamp, 1998).

#### **2.1.1. Comunicação visual em psitacídeos**

A visão é um sentido muito aguçado em aves, que possuem em um geral olhos grandes em relação ao restante do corpo e posicionados nas laterais da cabeça, proporcionando um campo visual amplo (Bryant *et. al*, 2022). Muitas espécies de aves possuem a visão em cores tetracromática, ou seja, apresentam 4 tipos de cones que lhes permitem discernir cerca de 100 milhões de cores e ter sensibilidade ao comprimento de onda ultravioleta (Bryant *et. al*, 2022).

As aves utilizam a comunicação visual para transmitir informações intrínsecas, como sua saúde física e emocional, maturidade sexual e habilidade de voo. Também através da sua visão apurada, elas são capazes de captar muitas informações importantes do meio externo, como localização geográfica, oferta de alimentos, presença de predadores, maturidade sexual de parceiros, além da capacidade de reconhecimento individual e coespecífico (Bennett & Cuthill, 1994; Kardong, 2006). Desta forma, o estudo da comunicação visual em aves nos permite obter muitas informações sobre suas características internas e sobre o meio em que elas vivem.

Apesar da carência de expressões faciais e musculatura facial desenvolvida (Diogo *et al.*, 2008), os psitacídeos dispõem de outras particularidades morfológicas e fisiológicas que são estratégias bastante vantajosas para a sua comunicação visual. Podemos citar dentre estas estratégias, a disposição de um tegumento de penas com propriedades contráteis que podem



ser erguidas ou abaixadas independentemente umas das outras (Hombberger & Silva, 2003; Kaplan, 2015) e pigmentos, como a psitacofulvina, que possibilitam uma grande variedade de coloração para as penas (McGraw *et al.*, 2004). Os movimentos de *display* das penas aliados à mudanças de coloração das mesmas são sinais visuais muito usados pelas aves em sua comunicação e podem ser grandes indicadores de emoção neste grupo (Bertin *et al.*, 2018).

As araras propriamente ditas possuem penas muito coloridas e móveis, com capacidade de eriçar as penas da cabeça, nuca e face em situações de interação, além da capacidade de ruborizar a parte branca da face ao aumentar a circulação sanguínea nessa região altamente vascularizada (Negro *et al.*, 2006; Bertin *et al.*, 2018, Bertin *et al.*, 2023). Estudos indicam que a movimentação sutil das penas da cabeça podem indicar informações afetivas, como afeição, raiva, medo ou outros estados afetivos (Morris, 1956; Kaplan, 2015; Goodwin, 1956, Bertin *et al.*, 2018, Bertin *et al.* 2023), e que o rubor facial pode estar associado a interações agonísticas e estresse (Bamford *et al.*, 2010; Ingels *et al.*, 2011; Brown & Amadon, 1968). Entretanto, o estudo recente de Bertin e seus colaboradores (2023) trouxe evidências de uso de rubor facial por araras-canindé como indicador de estados afetivos diante da união e reunião com tutores.

Além das penas, outras partes do corpo também são usadas pelas araras na sua comunicação, como o próprio olho. Os psitacídeos possuem uma capacidade de contrair e dilatar a pupila muito rapidamente graças à presença de músculos estriados nos olhos que permitem o controle consciente sobre a íris e o tamanho da pupila (Schmidt-Morand, 1992; Bryant *et al.*, 2022). Esse *display* da pupila é denominado ‘*eye pinning*’ (Bertin *et al.*, 2018, Bertin *et al.*, 2023). Em psitacídeos, esse *display* de dilatação e contração da pupila foi descrito tanto associado a comportamentos de valência positiva (Marian, 2022), como curiosidade, alimentação e afeto (Gregory & Hopkins, 1974; Moustaki, 2021, Bertin *et al.* 2023), quanto em situações de alerta e agressividade (Marian, 2022; Moustaki, 2021), podendo indicar emoções distintas de acordo com o contexto em que se insere. Até muito recentemente havia uma carência de estudos relacionados ao uso da miose (contração da pupila) e midríase (dilatação da pupila) por araras-canindé, mas o estudo publicado por Bertin *et al.* 2023 revelou a exibição deste *display* por um indivíduo de *A. ararauna* em contexto de afeto em relação ao seu tutor. Contamos também com evidências da exibição deste *display* em outras espécies do gênero *Ara* (Bryant *et al.*, 2022) e, deste modo, acreditamos que, assim como os demais psitacídeos, as canindés apresentam a capacidade de *eye pinning* e utilizam-se dela em diversos contextos de comunicação. O estudo deste *display*, assim como

dos *displays* relacionados à coloração da face e da posição das penas, pode ser muito útil para o melhor entendimento das emoções e comportamentos de araras-canindé.

### **2.1.2. Comunicação acústica em psitacídeos**

As aves possuem um sistema de produção e recepção de sons bastante complexo, dotadas de um órgão fonador duplo, a siringe, e um ouvido bastante sensível. A siringe consiste em um órgão emissor formado por duas membranas e está situada no encontro dos brônquios com a traquéia (Vielliard & Silva, 2010). Sua ligação direta com o pulmão envolve o sistema respiratório como fonte de energia, de modo o ar que sai dos pulmões produz vibrações na membrana que produzem a frequência do som conforme o número de vibrações (Catchpole, 1986; Goller & Larsen 1997; Vielliard & Silva, 2010). A vibração do ar na siringe é controlada pela tensão da musculatura e pela contra-pressão dos sacos aéreos, permitindo que esse som assuma qualquer estrutura (Vielliard & Silva, 2010). A posição da siringe, situada na junção da traquéia com os dois brônquios, também permite seu funcionamento como fonte sonora dupla, capaz de vibrar cada membrana de forma independente e produzir um som diferente para cada brônquio, denominado *double-voice* (Catchpole 1986; Vielliard & Silva, 2010).

Já os ouvidos das aves são semelhantes aos dos demais vertebrados, mas o volume de células ciliadas ocupa uma densidade 10 vezes maior do que o ouvido humano, o que torna a sua capacidade de resolução acústica muito maior (Sick, 1997). Deste modo, as aves se tornam emissoras e receptoras acústicas muito potentes, capazes de produzir sinais longos e complexos (Sick, 1997; Vielliard & Silva, 2010).

A comunicação acústica se faz então uma das principais formas de comunicação para as aves, estando presente em vários aspectos da sua vida, desde aspectos intrínsecos, como os citados anteriormente, até aspectos extrínsecos, como reconhecimento, reprodução, socialização, forrageio, defesa territorial e alerta de predador (Marler, 2004; Vielliard & Silva, 2010). A comunicação acústica das aves consiste principalmente em vocalizações de canto, que carrega o código espécie-específico, e chamados, que são relacionados a um contexto comportamental (Farabaugh & Dooling, 1996, Silva e Vielliard, 2010). O canto é a forma de manifestação acústica geralmente mais elaborada e tem como função primordial o reconhecimento específico (Catchpole, 1986; Vielliard, 1987; Mooney, 2007). Já o chamado uma série de vocalizações especializadas para uma gama de funções muito maior, sendo que a

demanda pela sinalização destas funções é o que vai determinar o tamanho e complexidade deste repertório (Marler, 2004).

Os Psittaciformes, assim como os Oscines e Apodiformes, possuem como diferencial a ontogenia do canto mediada por aprendizagem vocal, diferente das demais ordens de aves cujo canto é inato, ou seja, apenas geneticamente determinado (Javis *et al.*, 2000; Alcock, 2016). Dessa forma, o desenvolvimento é mediado por um processo cognitivo altamente influenciado pelos tutores e pelo meio, sujeitos à variações populacionais que são manifestadas por dialetos e diferenças individuais (Maler, 1970; Baptista & Petrinovich, 1986; Silva, 2001; Silva & Vielliard, 2011). Pepperberg (1994) comprovou a importância da interação social para o desenvolvimento completo da comunicação vocal em papagaios-cinzentos (*Psittacus erithacus*), demonstrando o papel fundamental da mediação pelos tutores na aprendizagem vocal para psitacídeos.

É importante pontuar que a capacidade de aprendizado vocal é notável em psitacídeos, os quais contam com um sistema de aprendizado *open-ended* que os permite modificar as vocalizações ao longo de toda a vida (Bradbury, 2003; Medina-García, *et al.*, 2015). Esta flexibilidade vocal associada a capacidade de aprendizagem permite que os psitacídeos sejam animais incrivelmente versáteis, apresentando muitas possibilidades de variação na sua comunicação (Vielliard, 1997; Silva 2001). A capacidade de aprendizagem ligada a morfofisiologia cerebral dos psitacídeos também permitiu o desenvolvimento da habilidade particular de imitar palavras utilizadas na linguagem humana, bem como reproduzir vocalizações de outros animais ou sons naturais do ambiente (Sick, 1997; Vielliard, 1987; Silva, 1995; Silva, 2021; Wojciuk, 2023). Estudos revelaram repertórios vocais complexos e diversificados para psitacídeos, observando espécies com alta plasticidade vocal, como Periquito-australiano (*Melopsittacus undulatus*) (Farabaugh *et al.*, 1994) e espécies de repertórios longos e versáteis, como é o caso do Papagaio-de-testa-branca (*A. albifrons*) (Levinson, 1980) e do Papagaio-de-mangue (*A. amazonica*) (Moura, 2007). Muitos estudos também registraram espécies Psittaciformes com altas habilidades de imitação da fala humana e de sons naturais, dentre elas o Papagaio-campeiro (*Amazona ochrocephala*) (Gregory & Hopkins, 1974; Sick, 1997), o Papagaio-cinzento (*Psittacus erithacus*) (Giret *et al.*, 2011), o Papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*), a Maracanã-pequena (*Diopsittaca nobilis*) e o Periquitão-maracanã (*Aratinga leucophthalmus*) (Sick, 1997).

## 2.2. Emoções em animais

O estudo das emoções em animais tem sido um desafio complexo, como ressaltado por Kaplan (2015) e observado por Tinbergen (1953). Os animais, essencialmente, realizam quatro atividades fundamentais: alimentar-se, lutar, fugir e reproduzir. Tinbergen propôs que essas ações derivam de sistemas motivacionais universais, cruciais para a sobrevivência, como fome, agressão, medo e sexo. Essas categorias estão associadas a processos fisiológicos subjacentes aos diversos comportamentos (Tinbergen, 1953).

Desde a proposição inicial de Tinbergen, a pesquisa sobre emoções em animais, especialmente aves, evoluiu significativamente, gerando debates intensos sobre métodos de estudo desses fenômenos complexos. A revisão de literatura realizada por Kaplan (2015) destaca o progresso nos estudos de emoções em animais vertebrados nas últimas cinco décadas, enfatizando a relevância das aves nesse contexto (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Estudos envolvendo emoções em animais vertebrados nos últimos 50 anos de pesquisa, incluindo aves.

Tradicionalmente aceito(Tinbergen)	Pesquisas em comportamento animal	Suspeito, porém aplicado como verdade	Recente	Recente
Medo	Raiva	Sofrimento	Compartilhamento	Prazer
Agressão	Competitividade	Dor	Cooperação	Felicidade
Fome	Seletividade		Ciúmes	Altruísmo
Sexo	Egoísmo		Confiança	Amor
Excitação			Positivo/Negativo	Pesar/tristeza
			Viés cognitivo	Empatia
			Decepção	Senso de humor
<b>Escala de tempo</b>	<b>1950s/1960s</b>	<b>1980s</b>	<b>2000s</b>	<b>Atual</b>

**Fonte:** Adaptado de Kaplan (2015).

O desafio de medir emoções em animais não humanos está relacionado à crença de que animais são deficientes de capacidade verbal em relatar estados emocionais (Maigrot *et al.*, 2018), um desafio que se torna ainda maior para animais que não são dotados de expressões faciais, como as aves (Bertin *et al.*, 2018). Diante desta crença e da subjetividade que envolve a manifestação de emoções, a literatura propõe que emoções em animais devem ser descritas como estados afetivos através das dimensões de valência<sup>2</sup> - negativa ou positiva - e excitação - ativação ou excitação corporal<sup>3</sup> (Paul *et al.*, 2005; Briefer, 2012; Scheumann *et al.*, 2014; Maigrot *et al.*, 2018).

Entretanto, estudos recentes utilizando mamíferos como modelo, dentre eles gatos, cachorros, ratos, cavalos, porcos, bois, javalis, chimpanzés, golfinhos, investigaram a expressão vocal sob a dimensão de valência emocional em diferentes contextos e constataram que vocalizações específicas estão associadas a situações negativas e positivas (Owren *et al.*, 1997; Weary & Fraser, 1997; Blumberg e Sokoloff, 2001; Knutson *et al.*, 2002; Panksepp e Burgdorf, 2003; Manteuffel *et al.*, 2004; Brudzynski, 2007; Esch *et al.*, 2009; Taylor *et al.*, 2009; Pond *et al.*, 2010; Yeon *et al.*, 2011; Briefer, 2012; Maigrot *et al.*, 2018). Estudos com primatas observaram ainda que a intensidade do afeto pode ser refletida nos chamados de algumas espécies (Rendall, 2003). Para aves esses estudos são mais restritos, mas ainda são evidenciadas vocalizações associadas a contextos afetivos específicos em galináceos e pássaros canoros (Zimmerman e Koene, 1998; Zimmerman *et al.*, 2000; Ritters *et al.*, 2022) sugerindo que animais podem expressar vocalmente seus estados emocionais.

Contrastando com essa perspectiva, Belin *et al.* (2008), trazem um estudo que desafia a capacidade humana de reconhecer o estado emocional apenas através de vocalizações animais. O experimento de Bertin *et al.* envolveu vocalizações humanas, de primatas não humanos (macacos *rhesus*) e de não primatas (gatos) em contextos emocionais positivos ou negativos. Embora áreas cerebrais comparáveis fossem ativadas ao ouvir vocalizações humanas e de animais, os participantes humanos não conseguiram reconhecer a valência emocional das vocalizações animais. Estes dados nos mostram que não são os animais que não sabem manifestar suas emoções, mas nós humanos que não sabemos interpretá-las. Essa dificuldade de julgamento está atrelada a um viés cognitivo muito enraizado em humanos, que aprendem desde cedo a olhar situações animais sob uma perspectiva humana. A carência de estudos quebrando esses paradigmas contribui para a perpetuação desta crença. Estudos como

---

<sup>2</sup> Valência emocional: qualidade de agradabilidade ou desagradabilidade de uma emoção (Paul *et al.*, 2005)

<sup>3</sup> Excitação corporal: qualidade de ativação fisiológica e comportamental, ligada à intensidade da resposta emocional (Paul *et al.*, 2005)

este, que buscam entender as emoções sob a perspectiva do animal e o modo como eles sinalizam essas mesmas emoções, se fazem extremamente necessários para o entendimento e melhoria da qualidade de vida de animais mantidos em cativeiro.

### **2.3. Estratégias de conservação *ex situ***

A conservação *ex situ* tem sido uma estratégia vital para a preservação da biodiversidade, atuando na proteção de espécies ameaçadas e se mostrando fundamental para o desenvolvimento de projetos científicos, conservacionistas, educativos e socioculturais. As estratégias ligadas à conservação *ex situ* e ao uso e manejo de fauna silvestre em cativeiro estão regulamentadas pela legislação brasileira com o objetivo de garantir a ética e a qualidade nas práticas relacionadas à fauna silvestre nesta condição, que está definida como:

“ (...) condição caracterizada pela manutenção temporária ou permanente de animais sob o controle e cuidado humano, fora do habitat natural da espécie “

(RESOLUÇÃO Nº 476, DE 8 DE JUNHO DE 2018)

Considerando a definição acima, podemos considerar como conservação *ex situ* as estratégias de conservação que envolvem a manutenção de espécies fora de seus habitats naturais de diversas categorias, sendo as mais conhecidas os criadouros científicos para fins de conservação e pesquisa, criadouros comerciais, centros de triagem, manejo e reabilitação, jardins zoológicos, aquários e fauna doméstica. Independente da categoria, a manutenção do animal fora do seu habitat natural implicará em mudanças significativas no seu modo de vida que irão refletir diretamente no comportamento, fisiologia e bem-estar psicológico do animal (McPhee & Carlstead, 2010). Aspectos relacionados a estas alterações e às estratégias empregadas para reduzir e mitigar o impacto negativo do cativeiro sobre as espécies mantidas fora do seu habitat natural serão abordados a seguir.

#### **2.3.2. Animais em cativeiro**

Como foi dito anteriormente, animais mantidos sob condição *ex situ* estarão sujeitos a um ambiente artificial cujas condições são bastante distintas das encontradas no seu habitat natural, prejudicando a homeostase no animal e desencadeando uma série de alterações

fisiológicas e distorções comportamentais que podem refletir diretamente na sua qualidade de vida e bem-estar psicológico (Morgan & Tromborg, 2007; Victoria, 2017). Além disso, animais cativos são geralmente mantidos sob condições de limitação de espaço e recursos, que associados à perturbação da homeostase, à falta de estímulos sensoriais e desafios, de oportunidades de expressar os comportamentos apropriados e da frustração vivenciada neste ambiente podem frequentemente desencadear distúrbios emocionais e comportamentos estereotipados (Morris, 1956; Almeida, 2016).

As condições citadas acima refletem diretamente na saúde dos animais, desencadeando alterações somáticas no organismo e respostas autonômicas geradas pelo sistema nervoso central, os quais resultam no ajuste do organismo às exigências do seu ambiente externo e interno, respectivamente (Morris, 1956). Quando os indivíduos são expostos a condições de perturbação intensas e constantes, tais alterações são responsáveis por desencadear distúrbios emocionais que englobam estados afetivos subjetivos, dentre eles, ansiedade, tensão, excitação, estresse, sobressalto, medo, raiva, ressentimento e vergonha (Morris, 1956).

Distúrbios prolongados irão refletir diretamente no comportamento e comunicação destes animais, podendo ser visíveis através de anomalias e estereotípias. Estereotípias são anomalias comportamentais observadas em cativeiro como resposta ao estresse, tédio ou como reflexo de condições patológicas, tendo como características a invariabilidade e repetição insistente sem meta ou função aparente (Carlstead, 1996). Nas aves, esses distúrbios se refletem também em outros tipos de anomalias, como a exibição de comportamentos de automutilação - arrancando as próprias penas, bicando grades e superfícies ou se arranhando - ou excessivamente agressivos (Almeida & Moreira, 2019)

McPhee & Carlstead (2010) descrevem que a resposta a um ambiente diferente do qual os animais evoluíram geralmente ocorre em três níveis. Primeiramente os animais exibem uma mudança de comportamento para atender as necessidades imediatas do novo local, como se adaptar a um ambiente diferente do seu, adequar ao horário de alimentação imposto pelos cuidadores e integralizar com os demais indivíduos que compõem o recinto. Em um segundo momento, serão observadas alterações na sua aprendizagem e respostas fisiológicas e comportamentais devido à influência das condições limitantes e perturbadoras de um ambiente restrito no desenvolvimento do animal. Por último, as características produzidas para atender ao ambiente de cativeiro serão selecionadas e desenvolvidas nas próximas gerações, podendo se tornar um traço evolutivo a longo prazo. É importante se atentar a essas questões, uma vez que a pressão seletiva gerada pelo contato com seres

humanos pode dificultar ainda mais o retorno destes animais aos seus ambientes de origem e prejudicar o desempenho de projetos conservacionistas como a reprodução em *ex situ* ou a reintrodução ambiental.

Tendo isso em mente, é necessário que estratégias e medidas mitigadoras sejam tomadas para tornar o ambiente de cativeiro o mais próximo possível do ambiente de origem destas espécies e estimular os animais a expressarem seu comportamento natural de forma adequada. Estas medidas visam reduzir a frequência de distúrbios emocionais, comportamentos atípicos e estereotípias, fornecendo os estímulos ambientais necessários para a saúde e bem-estar destes animais (Shepherdson, 1998).

### **2.3.3. Enriquecimento ambiental**

O enriquecimento ambiental é um conjunto de técnicas que envolvem a modificação e adição gradativa de estímulos ao ambiente de cativeiro, com o objetivo de beneficiar seus habitantes ao mitigar situações de estresse e proporcionar uma melhoria das condições físicas, psicológicas e nutricionais dos indivíduos (Shepherdson, 1994; Almeida, 2016; Victória, 2017; Amorim, 2022). A promoção do bem-estar através do enriquecimento ambiental oriunda de modificações nos recintos que buscam aproximar o cativeiro de um ambiente mais próximo ao natural, associadas à inserção periódica de estímulos inovadores (Almeida, 2016; Amorim, 2022).

Atualmente, existem 5 categorias de enriquecimento ambiental para animais em cativeiro, sendo elas o enriquecimento alimentar, cognitivo, físico, sensorial e social (Young *et al.*, 2019). O enriquecimento alimentar é realizado através do oferecimento de alimentos mais compatíveis com a dieta natural da espécie, técnica que pode estar associada a dispositivos que permitam a exploração e manuseio dos alimentos pelos animais, promovendo também estímulo cognitivo. O enriquecimento cognitivo consiste em elaborar exercícios físicos ou mentais, como brincadeiras, que estimulem o aprendizado e a ocupação do tempo ocioso pelos animais. O enriquecimento físico, por sua vez, consiste em inserir estruturas no recinto que possam promover maiores oportunidades de esconderijo, obstáculos e interação com o espaço. O enriquecimento sensorial é toda e qualquer estimulação dos cinco sentidos utilizados pelo animal. Por último, o enriquecimento social consiste na adição de indivíduos intra ou interespecíficos compatíveis ao recinto, de modo a promover maiores oportunidades de socialização (Almeida, 2016; Young *et al.*, 2019; Amorim, 2022). Para este estudo, serão relevantes as propostas de enriquecimento alimentar, cognitivo e físico, as quais



demonstraram resultados de melhoria no bem estar de araras-canindé de cativeiro por Almeida (2016), Victoria (2017) e Amorim (2022).

### 3. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi descrever o repertório de comportamentos e sinais acústicos e visuais de araras-canindé (*A. ararauna*) em cativeiro sob diferentes contextos comportamentais, buscando encontrar padrões que possam ser usados para caracterizar a comunicação acústica e visual associada aos comportamentos descritos na literatura.

Temos por objetivos específicos:

1. Caracterizar e descrever o repertório vocal de araras-canindé em cativeiro;
2. Identificar os padrões acústicos e visuais presentes na comunicação multimodal de araras-canindé em cativeiro;
3. Descrever os padrões de comunicação e comportamento de araras-canindé em cativeiro relacionados ao horário do dia e à presença de fatores estressores e/ou atenuantes;
4. Caracterizar as formas de comunicação e comportamento quanto à valência emocional e descrever a influência de fatores estressores e/ou atenuantes nas taxas relacionadas à valência positiva, neutra e negativa.

### 4. JUSTIFICATIVA

Até o presente momento, existem poucos estudos relativos à comunicação acústica e visual de araras-canindé (*A. ararauna*). Apesar das extensas descrições para o repertório comportamental da espécie (Uribe, 1982), a função que *displays* visuais desempenham na comunicação visual de psitacídeos ainda é muito pouco conhecida, como é o caso da movimentação da plumagem (revisado por Berg & Bennet, 2010 e Bertin *et al.*, 2023), o ruborizar da face (revisado por Bertin *et al.*, 2018 e Bertin *et al.*, 2023) e o *eye pinning* (revisado por Bertin *et al.*, 2018 e Bertin *et al.*, 2023). Diante da subjetividade dos sentimentos que estes *displays* representam e da divergência de interpretações que permeiam os estudos relacionados à comunicação visual em araras-canindé, Bertin *et al.*, 2018 e Bertin

*et al.*, 2023 enfatizam a necessidade de mais estudos buscando elucidar o uso e a função da comunicação visual no entendimento das emoções em psitacídeos.

A comunicação acústica da espécie é uma lacuna ainda maior, sendo que os pouquíssimos estudos que citam vocalizações de araras-canindé (*A. ararauna*) se restringem à vocalização emitida em voo (de Araújo, 2011) ou a descrições muito vagas, referindo às emissões como “qüaaa”, “kraak kraak”, “fala” ou apenas mensurando de modo genérico sua presença, intensidade ou período de atividade (Sick, 1997; Renton, 2004; Locatelli *et al.* 2013; Marian, 2022, Bertin *et al.*, 2023). Locatelli *et al.* (2013) alertam para a necessidade de mais pesquisas buscando esclarecer este repertório vocal.

A deficiência de conhecimento acerca da comunicação de araras-canindé (*A. ararauna*) reflete diretamente na compreensão desses animais pelos seres humanos. Essa falta de compreensão pode ser muito prejudicial ao bem-estar de animais de cativeiro, como é o caso em que grande parte das araras se encontram atualmente, uma vez que pode gerar o reforço positivo de comportamentos estressantes e/ou agressivos. Por outro lado, estudos como este, que buscam elucidar o entendimento das diversas formas de comunicação utilizadas por esses animais, podem contribuir para o melhor acesso e entendimento das emoções dos mesmos. Buscamos através deste estudo encontrar padrões que possam servir como indicadores de valência emocional negativa e positiva em condições de cativeiro, padrões que podem ser usados tanto para monitorar a saúde e qualidade de vida desses animais, e por consequência possibilitar a execução de ações mitigadoras de estresse, quanto para mensurar a eficiência de atividades que objetivam a melhoria do bem-estar, como o enriquecimento ambiental.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste trabalho, seguimos as etapas de metodologia descritas no esquema abaixo (**Figura 1**).



**Figura 1.** Modelo esquemático representando resumidamente as etapas dos materiais e métodos empregados. **1.** Descrição da área de estudo, objeto de estudo e período de coleta de dados. **2 e 3.** Descrição dos tratamentos estatísticos analisados. **4.** Descrição da metodologia de coleta de dados. **5.** Descrição de softwares e análises de dados. **6.** Descrição dos procedimentos adotados para a análise estatística. **Fonte:** da autora.

## 5.1. Área de estudo

Escolhemos conduzir coleta de dados do nosso estudo em um ambiente de cativeiro, tendo em vista da maior facilidade que o mesmo proporciona em localizar os animais de interesse, proporcionar uma melhor visualização e identificação dos mesmos e garantir um ambiente controlado, variáveis que são muito importantes para o sucesso do nosso estudo.

Levando isso em consideração, selecionamos o Zoo das Aves de Poços de Caldas - MG como local de estudo devido à sua particularidade de possuir recintos de imersão, que são ambientes em que os animais ocupam espaços maiores do que o padrão de cativeiro e recebem contato direto com os visitantes. Além disso, o Zoo possui um recinto de imersão exclusivo para as araras (*Ara* sp. e *Anodorhynchus* sp.), a Morada das Araras (**Figura 2**), a qual conta com 438.81 m<sup>2</sup> de área e 50 indivíduos dos quais 34 são araras-canindé (*A. ararauna*), trazendo as condições ideais para esse estudo. A Morada das Araras conta ainda com 6 indivíduos de arara-vermelha (*Ara chloropterus*), 4 de araracanga (*Ara macao*), 5 de arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e 1 híbrido de arara-catalina (*A. ararauna* x *A. macao*) (**Apêndice A**).



**Figura 2.** Morada das Araras do Zoo das Aves de Poços de Caldas. No recinto de imersão, as araras ficam soltas e espalhadas nos poleiros, casas, grades e chão. O público passa pelo caminho isolado por cercas, como é possível visualizar na imagem, e são acompanhados por monitores para evitar que os mesmos causem danos aos animais e vice-versa. **Fonte:** da autora.



A maior parte dessas araras, assim como as demais aves do Zoo, são procedentes do antigo Criadouro de Aves de Poços de Caldas, o qual foi fundado há aproximadamente 40 anos pelo empresário Moacyr de Carvalho Dias, que era amante de aves e tinha o intuito de preservar as espécies. Após o falecimento do mesmo, o Criadouro passou por uma transição e em 2017 foi aberto ao público como Zoo das Aves de Poços de Caldas, o qual atualmente conta com um percurso de aproximadamente 1,5 km de extensão, cinco recintos de imersão e aproximadamente 2000 aves de 200 espécies distintas, além de algumas outras espécies de outros grupos animais. As demais araras do recinto são provenientes de Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS), de permutas entre empreendimentos ou de nascimento no próprio Zoológico. Com exceção do filhote de *A. hyacinthinus* nascido no Zoo das Aves em 2019, os demais indivíduos do recinto são jovens ou adultos, tendo a maioria já atingido a maturidade sexual. Tendo em vista a extensão da Morada das Araras, não é possível para o observador visualizar com precisão o recinto por completo. Para fins deste estudo, optamos por categorizá-lo em 4 partes: Entrada, Centro, Saída e Teto (**Figura 3**). Buscando remover possíveis vieses associados à posição do recinto, conduzimos as coletas partindo cada dia de um ponto diferente do mesmo.



**Figura 3.** Morada das Araras do Zoo das Aves de Poços de Caldas. **1.** Entrada: parte inicial do percurso, onde os visitantes entram. **2.** Centro: metade do percurso no recinto. **3.** Saída: parte final do percurso, onde os visitantes saem. **4.** Teto: parte de cima do recinto, onde apenas as aves têm acesso. **Fonte:** da autora.



## 5.2. Objeto de estudo

A *Ara ararauna* (Linnaeus 1758), também conhecida como arara-canindé, arara-de-barriga-amarela ou arara-amarela, é uma ave psittaciforme da família Psittacidae descrita como uma ave grande, com cerca de 80 cm de comprimento e peso que pode chegar 1,5 kg. Suas asas e caudas são longas, o bico é forte e curvado, as pernas são curtas e dedos estão dispostos em zigodáctilo, ou seja, os dedos são agrupados em número par, com um par virado para a frente e outro par virado para trás. Esse tipo de disposição permite uma pegada firme e eficaz dos alimentos, a anatomia do bico por sua vez permite que sementes duras sejam quebradas, bem como a escavação de cavidades em árvores para a nidificação. Possuem ainda colorações fortes e exuberantes, de ventre amarelo, dorso azul, fronte verde e fileiras negras no branco da face (**Figura 4**) (Sick, 1997; Bianchi, 1998).



**Figura 4.** Araras-canindé (*A. ararauna*). 1. Lateral. 2. Perfil. 3. Fronte. **Fonte:** da autora.

A espécie possui uma vasta distribuição populacional com extensão de ocorrência superior a 20.000 km<sup>2</sup>, ocupando desde o leste do Panamá e Colômbia à Venezuela, Guianas e norte do Brasil, ao sul da Bolívia e centro-leste do Brasil, com populações persistentes no Paraguai e norte da Argentina e recentemente reintroduzidas em Trinidad (Clements *et al.*, 2021). Apresenta uma tendência de queda populacional, mas acredita-se que o declínio não seja suficientemente rápido para levá-la à categoria vulnerável, de modo que atualmente é considerada uma espécie pouco preocupante (LC) pela IUCN (BirdLife, 2022).

Apesar de ser avaliada como uma espécie de pouco risco de extinção, as araras-canindé são grandes alvos de ameaças como o tráfico ilegal e o cativeiro. De notável beleza e capacidade cognitiva que desperta atenção, as araras são muito apreciadas pelo público humano, de modo que, atualmente, estão entre as espécies mais encontradas em zoológicos, criadouros particulares e residências (Bianchi, 1998; Costa, 2018).

Ambientes *ex situ* como Zoológicos e Criadouros podem ser grandes aliados dos processos de conservação, além de contribuírem para a promoção de educação ambiental e formação do conhecimento biológico e comportamental de espécies cativas (Almeida *et al.*, 2018). Entretanto, como observado anteriormente, o ambiente de cativeiro não é o ambiente natural para o qual a espécie evoluiu e está adaptada e pode favorecer o surgimento de comportamentos considerados anormais ou estereotipados e que irão prejudicar a homeostase e o bem-estar desses animais. Deste modo, é fundamental que espécies alvo de cativeiro, como a arara-canindé (*A. ararauna*), tenham sua comunicação bem descrita e o repertório comportamental bem delineado. Estudos como este possibilitam o entendimento do que o animal tem a “dizer”, podendo levar à redução de situações que intensificam comportamentos atípicos e estereotipados gerados pelo cativeiro e o favorecimento de ações que objetivam tornar esses comportamentos mais próximos ao natural novamente.

### **5.2.1. Repertório comportamental**

Para este estudo, adotamos um modelo de etograma baseado no repertório comportamental da espécie descrito por Uribe (1982), Renton (2004), Locatelli *et al.* (2013) e (Marian, 2022), como pode ser visto na tabela abaixo (**Tabela 2**). O comportamento “Cavar terra e/ou bicar pedra/tronco” não está descrito na literatura e inicialmente não constava na tabela de repertório, mas as coletas de dados indicaram uma alta frequência de registro deste tipo de comportamento, o que nos levou a adicioná-lo ao repertório original. O comportamento de “Beber água” inicialmente constava como parte do comportamento de

“Alimentação”, como descrito na literatura (Uribe, 1982). Entretanto, devido à alta frequência desse comportamento associado ao contexto de higienização, decidimos organizá-lo em uma categoria à parte.

**Tabela 2.** Repertório comportamental de araras-canindé (*A. ararauna*).

<b>Comportamento</b>		<b>Descrição</b>
Alimentação	Alimentação	Manuseio de alimentos pelas garras ou pelo bico, animal se alimentando de ração, frutas ou folhas.
	Aloalimentação	Animal alimentando ou transferindo alimento para outro.
	Solicitar alimento	Movimentos verticais do pescoço e cabeça de forma enérgica e rápida (pelo filhote ou pela fêmea em períodos reprodutivos).
	Beber água	Animal bebendo água.
Higiene	Autopreening	Limpar e/ou arrumar as próprias penas com o bico, língua ou garras.
Estresse	Automutilação	Arrancar as penas do corpo com o bico ou com os pés, ou arranhar partes do corpo com as garras ou bater, roer ou raspar partes do corpo na grade, no poleiro ou na parede.
	Estereotipia - cabeça	Movimentar a cabeça para cima e para baixo, e/ou para frente e para trás, e/ou para os lados repetitivamente.



	Estereotipia - locomoção	Andar ou voar de um lado para o outro repetitivamente.
	Cavar terra e/ou bicar pedras/tronco	Bicar insistentemente porções de terra, pedras ou troncos, de forma repetitiva e semelhante a uma estereotipia.
Alerta	Posição de alerta	O animal fica de pé com o pescoço levantado, movimentando rapidamente a cabeça e observando atentamente ao redor.
	Aproximação-retirada	A ave residente voa ou salta para o poleiro de uma ave intrusa, que responde retirando-se para um galho diferente ou deixando a árvore.
	Agrupamento-afastamento	Um indivíduo se afasta de outro ou de uma possível ameaça voando, andando ou saltando.
Interações agonísticas	Projeção do bico	De maneira brusca e com as penas apertadas, o indivíduo se inclina para frente e se lança em direção ao outro, exibindo ou abrindo o bico. As asas podem se separar do corpo nessa fase.
	Roubar alimento	Animal tira alimento do outro, seja diretamente do bico ou na bandeja (com sinais leves de agressão).
	Perseguição aérea	Um indivíduo ou um casal voa atrás de outro, ocasionalmente mergulhando em direção ao indivíduo ou casal em fuga.
	Voar e bicar	Um animal voa em direção ao outro com o intuito de agredi-lo, os animais entrelaçam os pés e atacam um ao outro com os bicos abertos no ar.

	Destruição do ninho	Animal dirige-se agressivamente ao ninho de outro animal e/ou tenta destruí-lo.
	Agressão	Animal usa o bico e/ou as patas para agredir o outro animal ou derrubá-lo do poleiro.
Interação com objetos	Brincadeira	Bicar tela, bicar o poleiro, interagir com as lascas de madeira ou qualquer outro objeto inanimado.
	Curiosidade	Um indivíduo encara um objeto, as penas agarram-se ao corpo e o pescoço inclina-se em direção a este.
	Allopreening	Limpar e/ou arrumar as penas de outro animal com o bico, lambar a face do outro animal.
Interação social positiva	Cruzamento de bicos	Animais tocando bicos levemente entre si, seja o dorso ou de bico aberto, mas sem sinais de agressão (mútuo).
	Olhar fixamente	Um indivíduo encara o outro, as penas agarram-se ao corpo e o pescoço inclina-se perceptivelmente para a frente
	Agrupamento-aproximação	Um indivíduo se aproximava do outro voando, andando ou saltando.
Reprodução	Wheel-allopreening	Limpar e/ou arrumar as penas de outro animal com o bico ou lambar a face do outro animal em uma posição onde os indivíduos estão paralelos um ao outro e em direções opostas.

	Cópula	Animais copulando ou em monta, não inclui movimentos de transferência de espermatozóides para o poleiro.
	Postura	Animal colocando ovos, geralmente observar-se movimentos de contração do ânus.
	Incubação	Animal chocando os ovos sobre o ninho, comportamento restrito à presença confirmada dos ovos.
	Proteção	Animal protegendo o ninho.
	Entrar e sair do ninho	Voar, andar ou escalar em direção ao ninho ou saindo do mesmo.
	Locomoção	Andando, voando, escalando.
Locomoção	Suplantação de locomoção	Um indivíduo que voa ou se aproxima de outro provoca a fuga deste antes que aquele chegue ao local que foi ocupado pelo indivíduo deslocado.
	Alongamento	As asas se desdobram até a linha vertical acima das costas, a asa e o pé do mesmo lado se desdobram para baixo e ligeiramente para trás.
Descanso	Tremendo	Em repouso, os tremores podem ocorrer na cabeça, no corpo e nas asas ou em todo o indivíduo ao mesmo tempo.

	Repouso	Repouso ou inativo, porém de olhos abertos, seja com cabeça sobre corpo ou pescoço.
	Dormindo	Dormindo ou visivelmente sonolento, podendo estar na posição de cabeça sobre corpo ou pescoço.
Outros	Outros	Outros comportamentos relevantes não descritos no repertório comportamental da espécie.
Não visível	Não visível	Animal não visível.

**Fonte:** da autora. Adaptado de Uribe (1982), Renton (2004), Locatelli *et al.* (2013) e Marian (2022).

### 5.2.2. Repertório visual

Elaboramos um repertório visual prévio para a espécie com base nos *displays* visuais descritos no repertório comportamental de araras-canindé (*A. ararauna*) por Uribe (1982) e Renton (2004), e no repertório de *displays* de penas e rubor facial descritos por Bertin *et al.* (2018), como pode ser visto na tabela abaixo (**Tabela 3**). Utilizamos esse modelo de repertório como guia para as observações e registros de *displays* visuais. Não encontramos exemplos de *eye pinning* na literatura para araras-canindé (*A. ararauna*), mas tendo em vista que esse é um *display* muito utilizado na comunicação de psitacídeos e dado a frequência em que foi observado ao longo das coletas de dados, optamos por adicioná-lo ao repertório.

**Tabela 3.** Repertório de *displays* visuais de araras-canindé (*A. ararauna*).

Display visual		Descrição
Ruborizar	Face	As penas da parte branca da face assumem uma coloração avermelhada.

Posição das penas	Face	Posição das penas da face abaixadas (alisadas), dando a impressão de linhas pretas contínuas, ou levantadas (erçadas), dando a impressão de linhas pretas descontínuas.
	Nuca	Posição das penas da nuca abaixadas (alisadas) ou levantadas (erçadas).
	Coroa	Posição das penas da coroa abaixadas (alisadas) ou levantadas (erçadas).
Movimentação das asas	Exibições da asa	Animal levantando ambas as asas em um arco acima do corpo, revelando a parte inferior da asa amarela brilhante.
	Dobramento das asas	As asas se abrem totalmente até ficarem perpendiculares ao corpo.
	Bater asa	Bater asas sem se deslocar ou voar.
Display de abertura	Bico	O pescoço encolhe à medida que o bico se abre.
	Garra	Levantar a garra e mantê-la nessa posição enquanto o tarso fica quase na horizontal.
<i>Eye pinning</i>	Miose ou midríase	Contração ou dilatação da pupila.

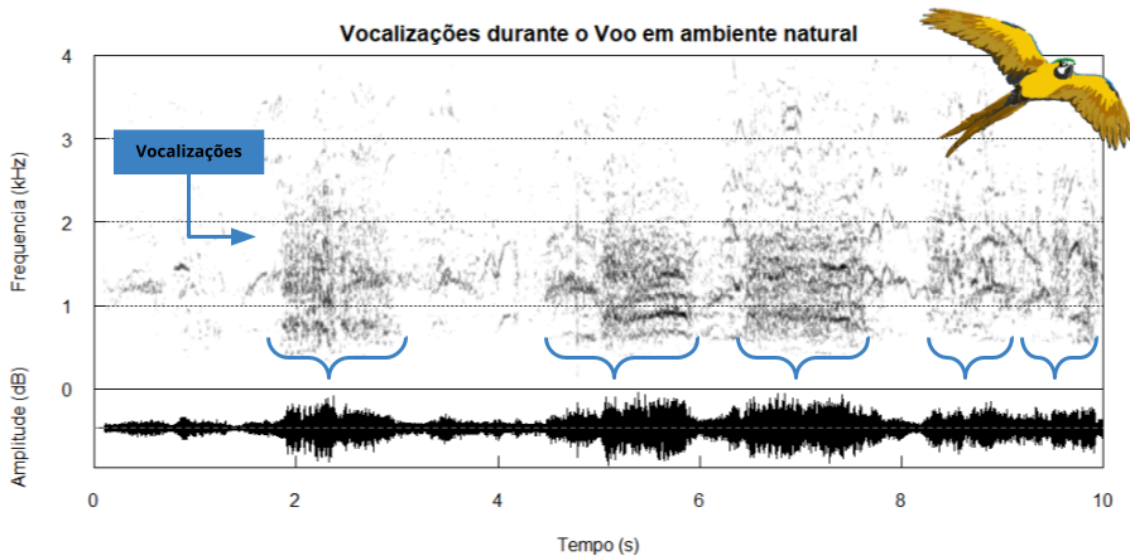
**Fonte:** da autora. Adaptado de Uribe (1982), Renton (2004), Bertin *et al.* (2018) e Bertin *et al.* (2023).

### 5.2.3. Repertório acústico

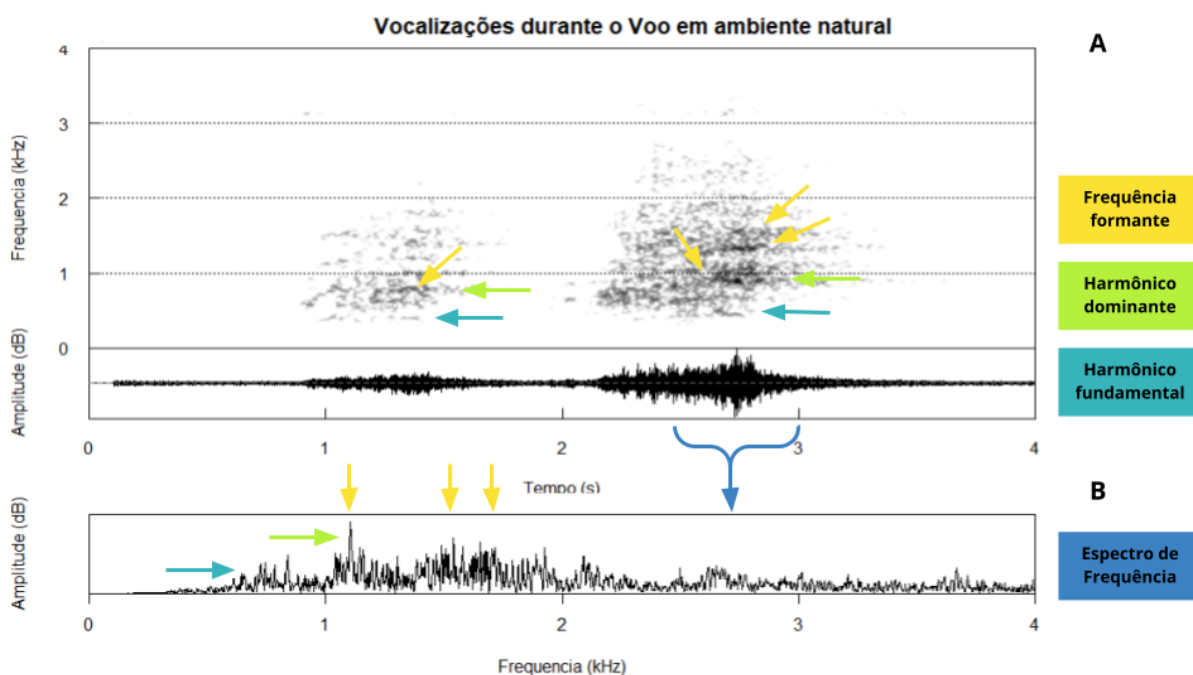
Até o presente momento, não existiam trabalhos descrevendo o repertório acústico da espécie *A. ararauna*, tão pouco estudos estabelecendo bases sólidas para a comunicação acústica na espécie. Levando isso em consideração, realizamos análises preliminares de vocalizações de *A. ararauna* utilizando gravações retiradas dos banco de dados online Xenocanto (<https://xeno-canto.org>) e Wikiaves (<https://www.wikiaves.com.br/>).

Com base nestas análises preliminares, foi possível inferir que *A. ararauna* possui um repertório vocal complexo e diversificado, com diferentes formas de manifestações vocais anasaladas e que são em geral curtas e repetitivas, ou seja, compostas de vocalizações de duração média inferior à 1s e que se repetem na maioria das amostras em intervalos de tempo inferiores à 10s. Também foi possível observar a presença de formantes e subdivisões de energia na maioria das emissões. Essas subdivisões são produto da forma como os animais modulam a vibração das membranas vocais da siringe e são denominadas harmônicos. A frequência em que a vibração é produzida é chamada de frequência fundamental, sendo este o harmônico de frequência mais baixa no espectrograma (McCallum, 2010). As demais frequências são resultantes da subdivisão de energia deste harmônico e portanto são valores múltiplos inteiros do fundamental (Pieplow, 2007; McCallum, 2010). Entretanto, nem sempre a frequência fundamental é a que carrega a maior quantidade de energia, nestes casos ela se diferencia do harmônico dominante, ou seja, o harmônico de maior intensidade (Fletcher, 2004). Quando o som produzido pelas vibrações na siringe passa pelo aparato vocal e é amplificado, apenas algumas frequências serão ressoadas, respeitando os módulos naturais de vibração das cavidades vocais (Fitch, 1997). Os formantes por sua vez são estas frequências ressonantes, aparecendo no espectrograma como regiões de concentração de energia (Fitch, 1997; Fletcher, 2004).

Para as nossas análises, definimos como padrão a mensuração de parâmetros com base na frequência dominante, uma vez que a frequência fundamental foi pouco visível nos registros sonoros. Encontramos emissões que variaram na faixa de 1 kHz a 3,5 kHz em frequência dominante, caracterizando as vocalizações de *A. ararauna* como vocalizações de baixa-média frequência (Livezey, 2016). Abaixo podem ser visualizados dois exemplos de registros sonoros de *A. ararauna* exemplificando as características descritas anteriormente (**Figura 5, Figura 6**).



**Figura 5.** Sonograma e oscilograma representando vocalizações de *A. araruna* em bando e durante o voo. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** <https://www.wikiaves.com.br/2552044> por Diego Murta. Sonogramas gerados pela autora através do pacote ‘seewave’ no software R Studio



**Figura 6.** Sonograma, oscilograma (A) e espectro de frequência (B) representando vocalizações de *A. araruna* durante o voo, exemplificando os conceitos de harmônicos e formantes. **A.** O eixo x representa a duração em segundos (s), os eixos y representam a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **B.** O eixo x representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo y representa a amplitude em decibéis (dB). **Fonte:** <https://xeno-canto.org/436016> por Jerome Fischer. Sonogramas gerados pela autora através do pacote ‘seewave’ no software R Studio.

### 5.3. Coleta de dados

#### 5.3.1. Período de coleta e cronograma

As coletas de dados foram conduzidas na primavera de 2022, entre os dias 04 e 28 de Outubro. A pesquisa e as respectivas coletas foram aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais do IP/USP (9546241022) (Anexo A). Na primeira semana, realizamos a etapa de reconhecimento da área e ambientação no recinto, com o intuito de familiarizar as aves com a observadora e reduzir quaisquer tipos de viés. Para evitar o viés de observação, todos os dados foram coletados pela mesma pesquisadora.

Na segunda, terceira e quarta semana, conduzimos as coletas de dados, reservando dias e horários específicos para cada tratamento relativamente controlado, como pode ser visto na tabela abaixo (**Tabela 4**).

**Tabela 4.** Cronograma de coleta de dados.

Contexto Comportamental	Horário	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
Cativeiro sem interação humana	Manhã	x	x	x	x	
	Tarde	x	x	x		
Cativeiro com interação humana	Manhã	x	x	x	x	x
	Tarde	x		x	x	x
Cativeiro com enriquecimento ambiental	Manhã			x	x	x
	Tarde			x	x	x

**Fonte:** da autora.

Rotineiramente, o Zoo aplica técnicas de enriquecimento físico, cognitivo e alimentar às quartas, quintas e sextas, possibilitando o registro de comportamentos neste contexto em



diferentes circunstâncias. As observações dos animais em contexto de cativeiro sem interação humana ficaram restritas aos dias e períodos em que não houve visitação do público. Em dias chuvosos e/ou início da semana o fluxo de visitantes era menor, o que facilitou esse registro. As demais observa es envolvendo intera o humana foram realizadas nas manhãs e tardes ao longo da semana, em horário comercial, sendo possível observar desde níveis baixos de intera o (< 20 visitantes por dia) até níveis altíssimos (> 300 visitantes por dia).

### **5.3.2. Descri o dos tratamentos**

Nossos dados foram coletados e analisados sob a influência dos quatro tratamentos descritos abaixo. Nos diferentes tratamentos, os animais estavam expostos a diferentes níveis de estresse e intera o social. Definimos aqui tratamentos como fatores de dois ou mais níveis aplicados às unidades experimentais do estudo cujos efeitos serão analisados de forma conjunta e/ou independente.

#### **5.3.2.1. Ambiente natural: bancos de dados online**

Trabalhando com aves de cativeiro, corremos o risco de registrar comportamentos distorcidos pelo contato contínuo com humanos ou pelo estresse de um ambiente diferente do natural, com limita es de espaço e recursos (Pimenta *et al.*, 2009; Victoria, 2017). Pensando nisso, coletamos dados referentes aos comportamentos naturais de araras-canindé (*A. ararauna*) em ambiente natural, usando como ferramenta de busca as plataformas online. Essas informa es serviram como base para as discussões seguintes dos nossos resultados.

Os dados referentes às vocaliza es da espécie foram coletados a partir das plataformas de dados Xeno-canto (<https://xeno-canto.org>) e Wikiaves (<https://www.wikiaves.com.br/>). Informa es sobre os registros de comportamentos e *displays* visuais foram retiradas da literatura.

#### **5.3.2.2. Cativeiro sem intera o humana**

  importante que sejam coletados dados dos animais em cativeiro sem a presença de humanos no recinto, a fim de observar se a presença de visitantes, monitores ou tratadores influencia o comportamento das aves de forma negativa ou positiva.

As coletas em cativeiro sem presença de interação humana foram realizadas em dias e períodos em que não houve visitação do público (**Tabela 4**). A observadora esteve presente para o registro dos comportamentos, porém usando roupas e equipamentos camuflados com o objetivo de despertar pouca atenção das aves. A observadora também não realizou em momento algum qualquer tipo de interação com as aves.

### **5.3.2.3. Cativeiro com interação humana**

Como mencionado anteriormente, o Zoo conta com recintos de imersão em que a entrada do público   permitida entre 9h e 16h, período em que realizamos coletas de dados para observar a resposta dos animais na presenç a de interação humana. Neste contexto, 6 cenários são possíveis:

1. Presenç a de visitantes sem interação ativa: as pessoas apenas percorrem o caminho livre, sem intenção de interagir com os animais.
2. Presenç a de visitantes com interação ativa: uma ou mais pessoas tentam tocar/tocam os animais, apontam ou deslocam em direção a eles.
3. Presenç a de monitores: os monitores permanecem no recinto, podendo interagir com os animais apenas em situações onde intervenções são necessárias.
4. Presenç a de tratadores: os tratadores vão ao recinto e alimentam os animais.
5. Presenç a de veterinários: veterinários ou técnicos vão ao recinto e fazem captura dos animais e/ou intervenção médica.

Com relação   presenç a de visitantes, registramos também a faixa etária predominante durante a visitação e o nível de interação, sendo:

- a. Interação baixa: menos de 5 visitantes no recinto;
- b. Interação média: de 5 a 15 visitantes no recinto;
- c. Interação alta: acima de 15 visitantes no recinto.

Para cada um desses cenários, registramos os comportamentos associados com intuito de mensurar nas análises seguintes o nível de estresse ou bem-estar gerado em resposta aos diferentes tipos de interação.

#### 5.3.2.4. Cativeiro com enriquecimento ambiental

Para uma observação mais completa do repertório comportamental, visual e acústico em situações de bem-estar, inserimos algumas medidas de enriquecimento ambiental no recinto. Buscando atender as finalidades deste estudo, adotamos propostas de enriquecimento alimentar, cognitivo e físico no recinto, seguindo os modelos propostos por Almeida (2016), Victoria (2017) e Amorim (2022).

Como enriquecimento alimentar e cognitivo, realizamos as técnicas de “espetinho de frutas” (**Figura 7.5 e 7.6**) e “caixa surpresa” (**Figura 7.4**). Como enriquecimento físico introduzimos a técnica de “caixas de madeira”. Além disso, as monitoras do Zoo inseriram as técnicas “brinquedos” (**Figura 7.2 e 7.3**), “corda bamba” (**Figura 7.1**), “bola de argila e semente” e “erva-doce” como enriquecimentos cognitivos e alimentares, Uma descrição detalhada de cada técnica pode ser conferida na tabela abaixo (**Tabela 5**).

**Tabela 5.** Descrição das técnicas de enriquecimento ambiental oferecidas às araras-canindé (*A. ararauna*) do Zoo das Aves de Poços de Caldas.

Enriquecimento	Descrição
Espetos de frutas	Frutas e/ou outros alimentos de consistência sólida dispostos em um palito de madeira. Promove uma alimentação diferenciada, onde o animal exercita a cognição ao retirar os alimentos do palito.
Caixa surpresa	Caixas de papelão contendo alimentos escondidos entre palha, folhas ou capim seco. O processo de busca dos alimentos no meio das folhas estimula a cognição e o entretenimento dos animais.
Bola de argila e semente	Argila moldada em formato de uma bola com sementes incrustadas ao redor. O processo de retirada das sementes da argila estimula a cognição e entretenimento dos animais.
Erva-doce	Introdução de folhas de erva-doce na dieta dos animais. A erva-doce possui propriedades antioxidantes, antivirais, anti-inflamatórios e antibacterianos, sendo usada para combater possíveis infecções e fortalecer o sistema imunológico.
Brinquedos	Brinquedos de papelão, madeira e sementes de pinha. Os brinquedos oferecem entretenimento aos animais, além de introduzir nutrientes novos à dieta através das sementes.

Caixas de madeira	Elaboração de esconderijos ou pontos de fuga utilizando caixas de madeira, capim seco e folhas. A oferta de esconderijos aumenta a oportunidade das aves se esconderem de possíveis ameaças, evitando assim o estresse.
Corda bamba	Corda de sisal amarrada entre as estruturas do recinto. A corda bamba oferece entretenimento aos animais, além de promover uma maior exercitação dos mesmos.

**Fonte:** da autora. Adaptado de Almeida (2016), Victoria (2017) e Amorim (2022).



**Figura 7.** Enriquecimentos ambientais aplicados no recinto. **1.** Corda bamba. Também é possível observar a monitora inserindo novos enriquecimentos no local. **2 e 3.** Brinquedos. **4.** Caixa surpresa. **5 e 6.** Espetos de frutas. **Fonte:** da autora.

As técnicas de enriquecimento ambiental foram introduzidas durante as quartas, quintas e sextas, durante manhãs ou tardes, seguidas sempre por um intervalo de pelo menos 1h de observação e registro de comportamentos.

### 5.3.3. Coleta de dados

A coleta de dados foi dividida em três partes: registro de sinais acústicos por gravador e câmeras (visando contemplar a comunicação acústica da espécie), registro de *displays* visuais por câmeras e observação (visando contemplar a comunicação visual da espécie) e registro de comportamentos por câmeras e observação (visando contemplar a resposta comportamental da espécie aos diferentes estímulos).

Para uma fase piloto, registramos todos os dados considerados relevantes através da técnica *ad libitum*, durante as manhãs e tardes dos 2 dias iniciais. Essa fase também foi importante para a ambientação da observadora no recinto e adaptação dos animais aos equipamentos. Após essa fase inicial, iniciamos os procedimentos de amostragem seguindo o cronograma descrito na **Tabela 4**, considerando o período de 7h-12h como manhã, e 12-16h como tarde.

A coleta de dados acústicos foi realizada através da técnica de all occurrences sampling (registro contínuo), registrando todos os sinais acústicos emitidos pelas aves durante o período de gravação, iniciando às 9h e finalizando às 16h, contando com o auxílio de um gravador Marantz Professional Pmd660.

A coleta de *displays* visuais foi feita através da técnica de *scan sampling* (amostragem de varredura), onde em um intervalo de 15 em 15 min a observadora realizou o registro de *displays* visuais observados no momento. Iniciamos as observações às 9:30h, após um período de 30min de ambientação no recinto, realizando 2:30h de observações e reservando um intervalo às 12h destinado aos procedimentos de controle do ambiente ou almoço. Após esse intervalo, retornamos às 13:15 e seguimos com as observações até às 15:45, totalizando 5h de coleta de dados ao dia. É importante ressaltar que, diante de limitações climáticas, nem sempre foi possível coletar em todos estes horários. Para o registro de *displays* visuais, contamos com o auxílio de uma ficha de campo (**Anexo B**) e do repertório de *displays* visuais da espécie previamente estabelecido (**Tabela 3**). Além disso, contamos com o apoio do registro de imagens contínuo por uma câmera GoPro HERO4 instalada no topo da cabeça da observadora, cujas gravações poderemos consultar futuramente para mais detalhes em situações onde as análises revelem dupla interpretação ou quaisquer outros tipos de dúvidas.

Para a coleta de dados do comportamento realizamos a observação e registro de comportamento dos animais do recinto com auxílio de uma ficha de campo (**Anexo B**) e do repertório comportamental da espécie (**Tabela 2**), também através da técnica de *scan sampling* (amostragem de varredura) em intervalos de 15 em 15 min, das 09:30h às 12h e das 13:15 às 15:45h. Os dados registrados pela câmera GoPro HERO4 também serviram como base para consultas futuras sobre quaisquer tipo de dúvidas acerca dos comportamentos registrados em campo.

É importante ressaltar que gravações audiovisuais independentes foram conduzidas de forma pontual durante todo o período de coleta de dados, nos intervalos entre as amostragens por *scan sampling* e durante a amostragem de dados por *ad libitum*, com o objetivo de servirem como base para uma descrição detalhada do repertório vocal da espécie e para a demonstração de comportamentos e *displays* visuais não descritos na literatura. Essas gravações foram conduzidas com o auxílio de uma câmera Panasonic Lumix DMC-FZ28 através da técnica *focal animal* (animal focal), estabelecendo como critério o registro audiovisual dos comportamentos mais comumente observados e registrados em campo exibidos por diferentes animais focais.

A escolha da metodologia se deu de acordo com o foco e objetivo do trabalho, seguindo os métodos de amostragem de comportamento propostos por Altmann (1974) e Lehner (1992). De acordo com Lehner (1992), a técnica de *scan sampling* é eficaz em estudos cujo foco é “quando e onde” o comportamento de interesse é realizado. É o caso deste estudo, onde o objetivo é descrever o repertório acústico, visual e comportamental de araras-canindé (*A. ararauna*) em diferentes contextos que acontecem ao longo da semana e do dia. Já a técnica de *all occurrences sampling* é ideal para gerar dados precisos de frequência e duração, e por isso escolhemos adotar um método combinado de *scan sampling* e *all occurrences sampling*, esperando representar o repertório acústico, visual e comportamental da espécie da forma mais fiel e precisa possível. A técnica *focal animal* por sua vez é idealmente empregada quando saber “quem” realiza determinado comportamento é um componente importante para a coleta de dados, sendo empregada durante as gravações pontuais como forma de assegurar que indivíduos diferentes estavam sendo registrados e reduzir o viés de seleção. A técnica de *ad libitum* foi empregada na fase piloto seguindo as sugestões propostas pelos estudos de Bernstein (1991) Lehner (1992). Uma descrição detalhada dos métodos de amostragem pode ser conferida na tabela abaixo (**Tabela 6**):

**Tabela 6.** Descrição dos métodos empregados na coleta de dados deste estudo.

<b>Metodologia</b>	<b>Descrição</b>
<i>Ad libitum</i>	Amostragem oportunista sem restrições, o observador anota todos os dados que julgar importante.
<i>All occurrences sampling</i>	Registro de todos os comportamentos em um determinado período ou intervalo de tempo.
<i>Focal animal</i>	Registro de comportamentos restritos a um animal ou a um grupo de animais.
<i>Scan sampling</i>	Registro do comportamento de um grupo de indivíduos em pontos sequenciais e predeterminados no tempo.

**Fonte:** da autora. Adaptado de Lehner (1992).

## **5.4. Análise de dados**

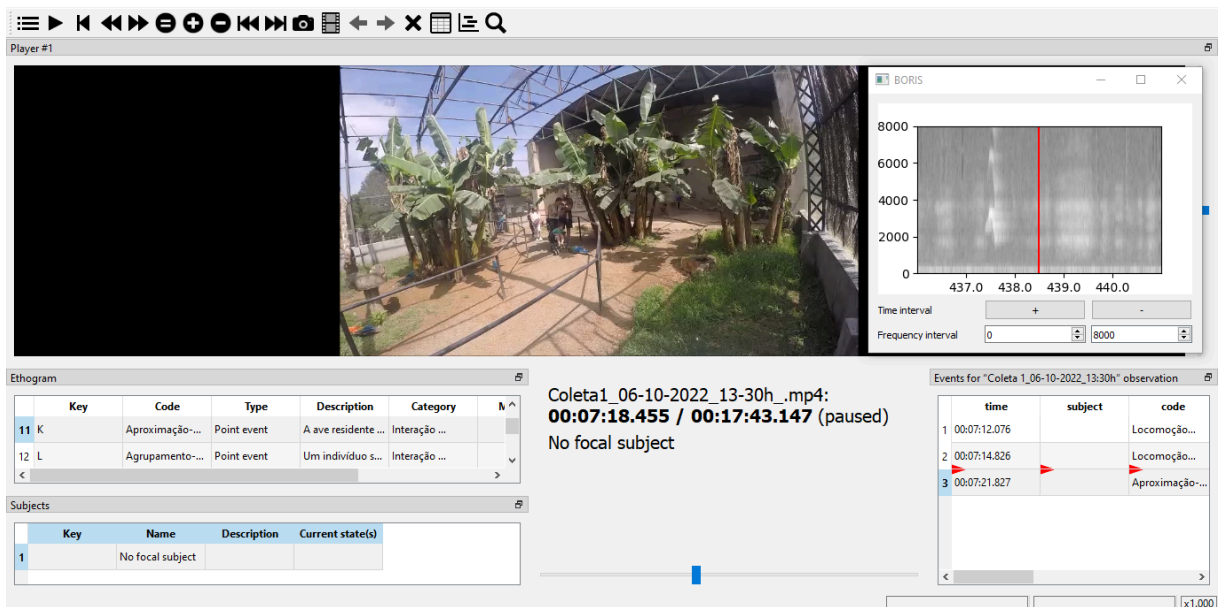
Para títulos de análises, nossos dados foram divididos em dados do comportamento, visuais e acústicos.

### **5.4.1. Análise de comportamento**

As análises de dados do comportamento foram realizadas a partir do etograma previamente estabelecido neste trabalho (**Tabela 2**) e contando com auxílio da literatura.

Após o registro de comportamentos e demais dados pertinentes na ficha de campo (**Anexo B**) durante a coleta de dados, realizamos ainda uma nova análise de comportamentos a partir das gravações e com o auxílio do software de análise de vídeos Boris (Friard & Gamba, 2016) (**Figura 8**). O intuito dessa segunda análise foi conferir se todos os comportamentos presentes foram devidamente registrados e evitar que comportamentos ambíguos fossem erroneamente interpretados. A observadora também foi a pessoa que conduziu tais análises, excluindo a possibilidade de viés experimental.





**Figura 8.** Exemplo de análise de comportamento realizada através do software Boris. Através do programa, é possível registrar o comportamento no momento exato em que o mesmo foi realizado, sendo possível manipular o vídeo em zoom e velocidade para facilitar a identificação. Os registros ficam catalogados em uma tabela de eventos e um sonograma é gerado para cada intervalo de tempo registrado. **Fonte:** da autora.

Uma vez que os comportamentos foram registrados e catalogados, elaboramos uma planilha de frequências para cada amostra de *scan sampling* (**Anexo B**), onde foi possível visualizar o número de vezes que cada comportamento foi exibido em seus respectivos dias e horários de amostragem. Em um segundo momento, categorizamos esses comportamentos em categorias de “Alimentação”, “Higiene”, “Estresse”, “Alerta”, “Interações agonísticas”, “Interação com objetos”, “Interação social positiva”, “Reprodução”, “Locomoção”, “Descanso”, “Outros” e “Não visível”, conforme estabelecido na tabela de repertório comportamental da espécie (**Tabela 2**), categorias que foram utilizadas para identificar o tipo de comportamento dominante em cada amostra e facilitar análises e associações posteriores. Por fim, ainda caracterizamos esses comportamentos em valência positiva, neutra e negativa de acordo com a qualidade emocional que eles representavam, objetivando incorporar essas informações nas análises posteriores e traçar paralelos com os resultados encontrados para a comunicação acústica e visual de araras-canindé. Os comportamentos das categorias “Interação com objetos” e “Interação social positiva” foram caracterizados como comportamentos de valência positiva; “Alimentação”, “Higiene”, “Reprodução”, “Locomoção” e “Descanso” como comportamentos de valência neutra; “Estresse”, “Alerta” e “Interações agonísticas” como comportamentos de valência negativa.



É importante ressaltar que cada amostra de *scan sampling* foi associada a presença ou ausência dos seguintes tratamentos: “Presença de visitantes”, “Interação”, “Presença de monitores”, “Presença de tratador”, “Presença de veterinário”, “Nível de interação”, “Faixa etária predominante”, “Presença de enriquecimento ambiental” e “Tipo de enriquecimento ambiental” (**Apêndice B**). Essas variáveis foram incorporadas em análises posteriores com o objetivo de descrever a influência da presença de humanos no comportamento de araras-canindé em cativeiro e o efeito do enriquecimento ambiental nestes contextos estressores.

#### 5.4.2. Análise visual

A análise visual dos dados foi conduzida a partir do repertório de *displays* visuais previamente estabelecido neste trabalho (**Tabela 3**), os sinais visuais foram identificados e registrados em uma ficha de campo (**Anexo B**) pela observadora durante as coletas em conjunto com uma análise póstuma das gravações com o auxílio do software de análise de vídeos Boris (Friard & Gamba, 2016). A observadora também foi a pessoa que conduziu as análises, excluindo a possibilidade de viés experimental.

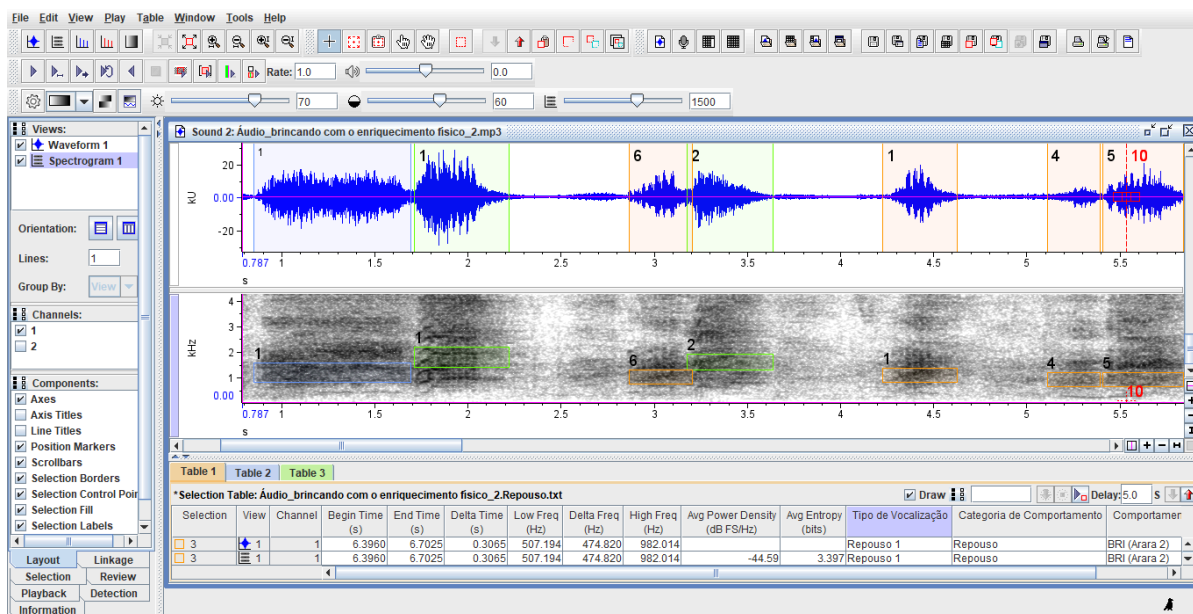
Os *displays* visuais foram registrados, contabilizados em uma planilha de frequências e organizados em dia e horário por amostra de *scan sampling* (**Apêndice B**), possibilitando a correlação com os dados de comportamento e registros acústicos em análises posteriores.

#### 5.4.3. Análise acústica

Para as análises acústicas, foi necessário primeiramente fazer uma triagem dos registros audiovisuais independentes usados para caracterizar e descrever o repertório acústico da espécie. Selecionamos as gravações que apresentavam tanto uma boa qualidade sonora quanto uma boa qualidade visual, sendo a capacidade de fornecer uma visualização detalhada do indivíduo emissor da vocalização critério de exclusão. Os vídeos selecionados serviram como base para uma análise acurada das vocalizações e seus respectivos comportamentos e *displays* visuais associados, sendo que registramos o tempo (s) com precisão de início e fim de cada emissão sonora analisada para que pudessemos então registrar todos os comportamentos e *displays* visuais que estavam sendo exibidos pelo indivíduo no momento exato desta mesma emissão. Diante da dificuldade de identificação do emissor em situações onde muitos indivíduos vocalizam ao mesmo tempo, emissões relevantes para a descrição do

repertório que não foram passíveis de associação com segurança a um emissor específico tiveram o respectivo comportamento descrito como “Não visível”.

Para as análises acústicas, foram necessárias conversões prévias dos registros audiovisuais em áudios de formato MP3, uma vez que os vídeos foram gravados em formato MP4 e este formato não é aceito como entrada por softwares de análise de som. Utilizamos o software de análise de som Raven Pro 1.6.5 (Yang, 2022) para a caracterização das vocalizações, o qual possibilitou a visualização gráfica dos registros sonoros em sonogramas e oscilogramas e a extração manual de parâmetros acústicos que foram registrados em uma tabela de atributos (**Figura 9**). Para as análises, padronizamos as configurações gráficas do Raven em taxas de 1500 de resolução, 90% de overlap, 70% de brilho, 60% de contraste e janelas com espaçamento de 0.5 kHz e 0.5s.



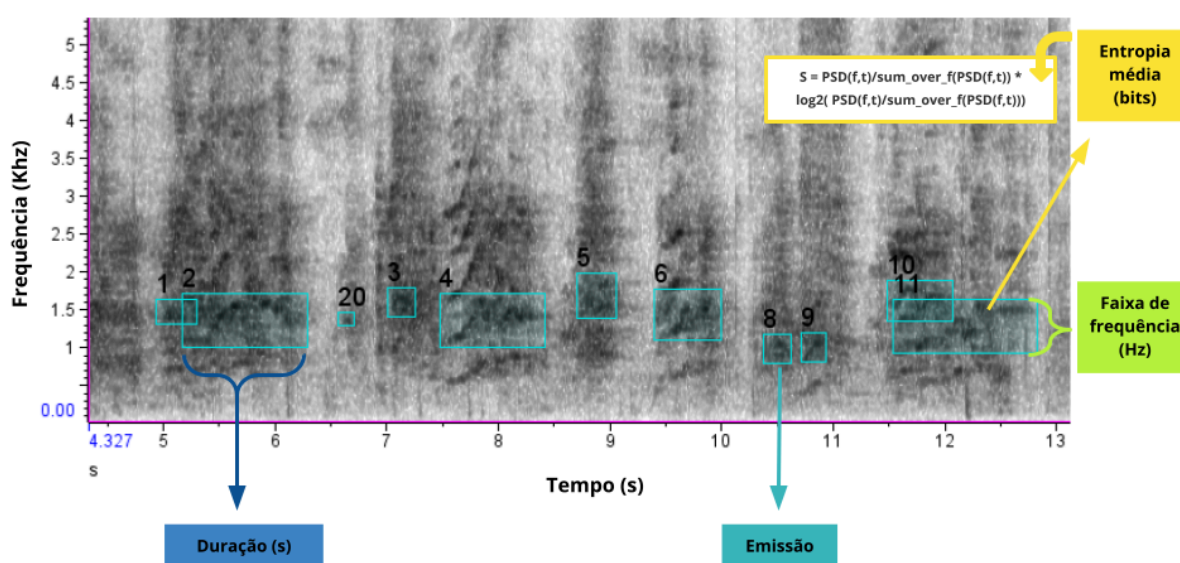
**Figura 9.** Exemplo de análise de acústica realizada com auxílio do software Raven Pro 1.6.5. Através do programa, é possível gerar representações gráficas de um arquivo sonoro em oscilogramas e sonogramas, sendo que no eixo x está representada a duração da onda (s) e no eixo y estão representadas a amplitude (kU) e da frequência (kHz), respectivamente. O software também permite o processamento e edição do som e a extração de valores que representam os parâmetros acústicos do mesmo. Para isso, é necessário traçar caixas ao redor da emissão cujo foco será dado, os valores referentes a essas caixas são registrados em uma tabela de atributos, como pode ser visualizado na parte inferior da figura. A escolha dos parâmetros acústicos a serem mensurados é manual, assim como a área de seleção das caixas. Nesta figura estão representadas vocalizações de *A. ararauna*, as caixas laranja representam vocalizações de “Reposu”, as caixas azuis representam vocalizações de “Agressividade”, as caixas verdes representam vocalizações de “Alerta”. Abaixo, é possível visualizar tabelas com as respectivas cores para cada área de seleção, as quais fornecem valores de “Tempo inicial (s)”, “Tempo final (s)”, “Intervalo de tempo (s)”, “Frequência mínima (Hz)”, “Intervalo de frequência (Hz)”, “Frequência máxima (Hz)”, “Densidade de potência média (dB)”, “Entropia média (bits)”. **Fonte:** da autora.

Selecionamos cinco parâmetros acústicos para compor a tabela de atributos, os quais foram utilizados para caracterizar as emissões selecionadas e possibilitar uma descrição fiel e detalhada das diferentes formas de vocalização presentes, sendo eles: Número de emissões, Duração média das emissões (s), Frequência máxima (Hz), Frequência mínima (Hz), Faixa de frequência (Hz). A escolha desses parâmetros foi baseada em metodologias traçadas para estudos de comunicação acústica em aves (Silva, 2001; Moura, 2007; Briefer *et al.*, 2010; de Araújo *et al.*, 2011; Hill, 2013 e Fernandez, 2018). Uma descrição detalhada desses parâmetros encontra-se na tabela abaixo (**Tabela 7**) e a representação gráfica dos mesmos pode ser visualizada no sonograma em seguida (**Figura 9**):

**Tabela 7.** Descrição dos parâmetros acústicos mensurados.

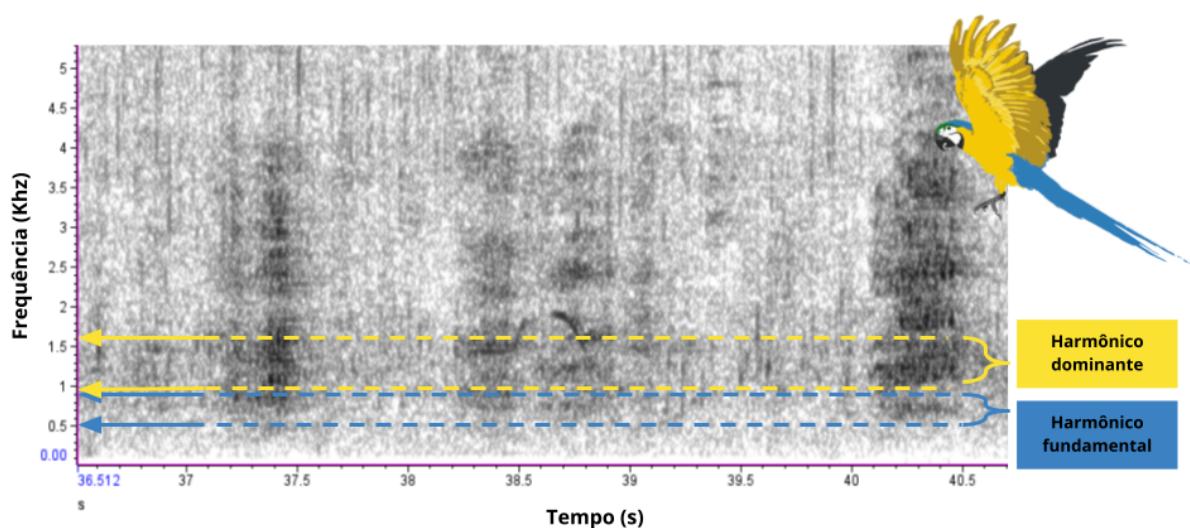
Parâmetro Acústico	Descrição
Número de emissões	Número de emissões em cada minuto de gravação.
Duração média das emissões (s)	Intervalo entre o início da primeira nota e o final da última nota de cada emissão/ Comprimento total da emissão.
Frequência máxima (Hz)	Pico mais alto de frequência atingido na emissão.
Frequência mínima (Hz)	Pico mais baixo de frequência atingido na emissão.
Faixa de frequência (Hz)	Diferença entre a frequência máxima e mínima da emissão.

**Fonte:** da autora. Adaptado de Silva (2001), Moura (2007), Briefer et al. (2010), de Araújo *et al.*, (2011), Hill, 2013 e Fernandez, (2018).



**Figura 10.** Exemplo de sonograma representando vocalizações de *A. araruna* e demonstrando os parâmetros acústicos mensurados: número de emissões, duração (s), faixa de frequência (Hz). O eixo x representa a duração em segundos (s) e o eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz). **Fonte:** da autora.

Como observado em análises preliminares (Seção 4.2.3. Repertório acústico), as vocalizações de *A. araruna* são caracterizadas por subdivisões de energia e presença de harmônicos. Neste contexto, as análises referentes à frequência levam em consideração os valores adotados para o harmônico de maior intensidade, ou seja, a frequência dominante. A escolha da frequência dominante ao invés da frequência fundamental se deu como forma de priorizar a qualidade das nossas análises, haja visto que, na maioria das gravações, o harmônico fundamental carregava pouca energia e por isso aparecia muito fraco no sonograma, impossibilitando para nós, muitas vezes, identificá-lo apropriadamente (**Figura 10**).



**Figura 11.** Exemplo de sonograma representando vocalizações de *A. araruna* e demonstrando a diferença entre o harmônico fundamental e o harmônico dominante em uma mesma vocalização. Paralelamente, as frequências fundamentais mínima e máxima diferem das frequências dominantes mínimas e máximas e estão indicadas pelas setas tracejadas azuis e amarelas, respectivamente. O eixo x representa a duração em segundos (s) e o eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz). **Fonte:** da autora.

Uma vez analisados, os dados referentes aos vídeos e áudios foram organizados por categorias em uma planilha de registros, constando em cada registro o nome do vídeo analisado, a categoria de comportamento predominante, os comportamentos e *displays* identificados, o tempo total de vídeo analisado, o sonograma referente ao áudio e os valores detalhados dos parâmetros acústicos escolhidos para caracterizar as vocalizações analisadas (**Apêndice C**). Cada vocalização analisada ainda contava com a descrição de comportamentos e/ou *displays* associados, tipo de vocalização e categoria de vocalização à qual pertencia. O tipo de vocalização foi descrito com base em padrões, sendo que emissões que possuíam o

mesmo padrão sonoro e visual (no sonograma) foram descritas como pertencentes a um mesmo tipo de vocalização. As categorias de vocalizações por sua vez foram descritas com base no padrão de comportamentos associados àquele tipo de vocalização, sendo que, por exemplo, vocalizações que estavam comumente associadas a comportamentos agonísticos foram descritas como vocalizações da categoria de “Agressividade” (**Apêndice C**). Da mesma forma como conduzido para os dados de comportamento, caracterizamos as vocalizações de acordo a qualidade emocional que eles representavam em valência positiva, neutra e negativa, sendo que as vocalizações das categorias de “voou”, “chamado de contato” e “higiene” foram caracterizadas como vocalizações de valência neutra-positiva e as categorias de “agressividade”, “agonia”, “estresse” e “alerta” foram categorizadas como vocalizações de valência negativa (**Apêndice C**).

Uma vez que esses padrões foram traçados, estabelecemos modelos para cada tipo de vocalização. A partir desses modelos, selecionamos alguns áudios para edição e com auxílio do software de análise de som Audacity 3.2.5. (Audacity Team, 2023) editamos para que somente a vocalização do nosso interesse ficassem em evidência. Exportamos esses áudios e elaboramos sonogramas a partir dos mesmos, os quais foram usados posteriormente para a elaboração de um catálogo de vocalizações com o objetivo de representar graficamente o repertório vocal de *A. ararauna*. Os sonogramas e oscilogramas apresentados nos resultados foram elaborados com auxílio dos pacotes ‘seewave’ (Sueur *et al.* 2008) e ‘tuneR’ (Ligges *et al.* 2023) no software R Studio (Posit team, 2023).

Em um segundo momento, realizamos a análise acústica das gravações coletas em campo, selecionando todas as vocalizações de *A. ararauna* presentes no primeiro minuto de gravação de cada amostra, extraindo os respectivos parâmetros acústicos as organizando-os em um planilha (**Apêndice B**). Utilizamos essa tabela para caracterizar as amostras de gravações, possibilitando uma descrição fiel e detalhada das diferentes formas de vocalização presentes em cada período de *scan sampling*. Tais análises também foram conduzidas com auxílio do Raven Pro 1.6.5 (Yang, 2022) e seguiram os mesmos padrões de configurações gráficas e seleção de parâmetros acústicos descritos anteriormente.

Os dados referentes às análises acústicas foram organizados por amostra de *scan sampling* (**Apêndice B**), de modo a possibilitar a posterior correlação com os demais dados de comportamentos e *displays* visuais.

## 5.5. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi conduzida com auxílio do software R Studio (Posit team, 2023) e pacotes de manipulação de dados ‘dplyr’ (Wickham *et al.*, 2023), ‘forcats’ (Wickham, 2023) e ‘tidyverse’ (Wickham *et al.*, 2019). Para a elaboração dos gráficos presentes nos resultados abaixo, utilizamos os pacotes de análise gráfica ‘ggplot2’ (Wickham, 2016), ‘grid’ (R Core Team, 2022), ‘gridExtra’ (Auguie, 2017), ‘cowplot’ (Wilke, 2020) e ‘GGally’ (Schloerke *et al.* 2021).

### **5.5.1. Descrição de repertório vocal de araras-canindé (*Ara ararauna*)**

Empregamos estatística descritiva para a caracterização e descrição do repertório vocal de araras-canindé.

Após analisadas, as amostras de áudio foram categorizadas de acordo com o tipo de vocalização que representavam e categoria em que estavam inseridas (**Apêndice C**). Aplicamos então medidas estatísticas descritivas sobre cada conjunto de dados e ao final extraímos o  $n$  amostral e os valores médios ( $\bar{x}$ ) e desvio padrão ( $sd$ ) para os parâmetros de “duração (s)”, “frequência máxima (Hz)”, “frequência mínima (Hz)” e “faixa de frequência (Hz)” de cada conjunto. Esses valores foram organizados em uma tabela para a descrição detalhada do repertório vocal de araras-canindé (**Tabela 8**).

### **5.5.2. Comunicação multimodal em araras-canindé (*Ara ararauna*)**

Para caracterizar e descrever os casos de comunicação multimodal em araras-canindé, primeiramente foi necessário fazer a contagem dos *displays* visuais que estavam presentes em cada amostra de vocalização e atribuir diferentes pesos a essas amostras, uma vez que nossos dados não possuíam uma distribuição uniforme e o número de *displays* associado a cada vocalização variava de 0 a 5. Diante da relevância em catalogar também a ausência de *displays* nas amostras de vocalizações, atribuímos pesos “1” para as amostras que possuíam um ou nenhum display, “2” para as amostras que possuíam dois *displays*, “3” para as amostras que possuíam três *displays* e assim sucessivamente.

Uma vez que realizamos a contagem e atribuímos devidamente os pesos, o segundo passo foi calcular a frequência relativa de *displays* visuais associados a cada conjunto de dados de vocalizações, buscando entender quantos e quais *displays* estavam associados a cada tipo de vocalização descrita (**Tabela 9**). A título de catalogação, o mesmo procedimento foi

feito também para os dados referentes aos comportamentos associados às vocalizações (Tabela 9).

Em um segundo momento, utilizamos esses dados para buscar entender se a exibição de *displays* visuais em araras-canindé estaria associada a emoções positivas ou negativas, partindo do pressuposto que *displays* associados à vocalizações de contextos positivos indicariam emoções de positivas e *displays* associados à vocalizações de contextos negativos indicariam emoções negativas.

Com as informações da valência emocional e frequências relativas de *displays* visuais associadas a cada amostra de vocalização em mãos, separamos nosso conjunto de dados em dados de valência neutra-positiva e dados de valência negativa. Primeiramente, plotamos nossos dados em histogramas e gráficos de densidades e aplicamos o teste de normalidade Shapiro-Wilk, buscando testar a distribuição e normalidade dos dados. Para o teste de normalidade, plotamos histogramas e gráficos de densidade para cada variável desconsiderando as categorias de valência. Entretanto, plotamos também histogramas e gráficos de densidade individuais para cada variável organizando as categorias de valência por cores, com objetivo de fazer uma análise gráfica e a comparação visual dos tratamentos.

Feito isso, aplicamos então análises de comparação das médias para a cada categoria de *display* e para a somatória de *displays* totais, utilizando teste t de Welch a 5% de significância ( $\alpha = 0,05$ ). A escolha do teste t de Welch foi realizada com base nas características dos nossos dados, que eram compostos por amostras independentes, não pareadas e de distribuição assimétrica, não cumprindo com o requisito de normalidade necessário para a aplicação do teste t de Student. Estabelecemos como hipóteses:

- Hipótese nula (H0): as médias de frequências relativas de *displays* visuais não diferem entre os grupos de valência neutra-positiva e valência negativa.
- Hipótese alternativa (H1): as médias de frequências relativas de *displays* visuais são diferentes entre os grupos de valência neutra-positiva e valência negativa.

Desta forma, foi possível inferir a partir dos testes se as médias de frequência relativa de cada *display* e da somatória dos *displays* como um todo diferiram significativamente de acordo com a valência emocional a qual estavam associadas. Em outras palavras, os testes nos permitiram identificar se os *displays* visuais estão associados de forma diferente ou não a vocalizações de valência neutra-positiva ou negativa, nos permitindo entender se a exibição

de *displays* ou se a exibição de um *display* em específico estaria associada a algum destes contextos.

### **5.5.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*Ara ararauna*) ao longo do dia**

Empregamos análises exploratórias de dados (AED) com o objetivo de explorar e identificar os possíveis padrões de comportamento e comunicação visual e acústica na rotina das araras-canindé estudadas.

As análises consistiram em explorar visualmente a distribuição dos dados ao longo do dia através de gráficos de barras, separando-os por categorias de comportamento em gráficos independentes. Para cada gráfico, adicionamos mais dois gráficos de linhas que representavam a frequência relativa de *displays* visuais e vocalizações ao longo do dia. A união destes três gráficos nos permitiu visualizar o comportamento dos nossos dados ao longo do dia e identificar padrões que pudessem estar associados à rotina dos animais no recinto.

### **5.5.4. Efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*Ara ararauna*)**

Para testar os efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé, primeiramente foi necessário realizar uma análise exploratória dos dados (AED), diante da nossa extensa quantidade de variáveis e tratamentos (**Apêndice B**). Plotamos nossos dados em gráficos do tipo pair plot para cada um dos 9 tratamentos identificados - presença de visitantes, presença de interação dos visitantes, nível de interação dos visitantes, faixa etária predominante dos visitantes, presença de monitores, presença de tratador, presença de veterinário, presença de enriquecimento ambiental e tipo de enriquecimento ambiental -, utilizando como variáveis resposta as frequências de comportamentos categorizados em valência negativa, neutra e positiva e os parâmetros acústicos utilizados para caracterizar as vocalizações. A partir desses gráficos, avaliamos visualmente as respostas das variáveis a cada nível de tratamento, buscando identificar e selecionar os parâmetros que apresentaram efeito aparente em pelo menos um dos tipos de tratamento empregados.

Uma vez que as variáveis de interesse foram selecionadas, aplicamos testes *f* de comparação das médias por análises de variância para cada categoria de tratamento, utilizando



ANOVAs One-way e Two-way a 5% de significância ( $\alpha = 0,05$ ). A escolha por aplicar ANOVAs One-way ou ANOVAs Two-way se deu diante da relevância em testar os efeitos dos tratamentos de forma isolada ou combinada, sendo que o tratamento de enriquecimento ambiental foi avaliado em conjunto com os tratamentos de presença de visitantes e nível de interação dos visitantes, enquanto os demais tratamentos foram analisados de forma isolada. Para os testes que produziram resultados significativos, aplicamos posteriormente o teste de Tukey, buscando realizar comparações múltiplas entre as médias dos grupos e identificar quais níveis de tratamentos específicos diferem entre si.

## 6. RESULTADOS

No total, foram analisadas 60 amostras audiovisuais independentes, que foram selecionadas com base na qualidade da imagem e do áudio correspondente e organizadas em categorias de “Interações agonísticas”, “Alerta”, “Estresse”, “Alerta”, “Locomoção”, “Descanso”, “Higiene”, “Alimentação”, “Interação com objetos” e “Interação com humanos” de acordo com o contexto predominante no momento em que as aves foram filmadas.

As amostras de dados por *scan sampling*, por sua vez, totalizaram um conjunto de 100 amostras distribuídas ao longo de 11 dias de coleta de dados. Entretanto, diante da complexidade dos dados e das análises, houve a necessidade de limitar o número de dados para 48 amostras analisadas, distribuídas ao longo de 5 dias de coleta. Dentre estas, houve ainda a necessidade de exclusão de algumas amostras uma vez que alguns áudios se apresentaram corrompidos por fatores diversos, reduzindo nossos dados finais para 39 amostras.

### 6.1. Repertório vocal de araras-canindé (*Ara ararauna*) em cativeiro

Para a descrição do repertório vocal apenas os registros de gravações audiovisuais foram levados em consideração, uma vez que a capacidade de visualização do indivíduo emissor e a identificação do contexto predominante durante a emissão foram fundamentais para a categorização e descrição das funções associadas a cada tipo de vocalização. Dentre as 60 amostras de vídeos selecionadas, analisamos um total de 1394.85 segundos de áudio e catalogamos 625 vocalizações, que foram descritas em 22 tipos de vocalizações e 6 categorias (**Tabela 8 e Tabela 9**). Associados a estas vocalizações, encontramos 8 tipos de *displays*

visuais e 20 tipos de comportamentos distribuídos em 9 categorias de comportamentos (**Tabela 9**). As emissões cuja visualização do emissor era difícil ou impossível foram catalogadas e utilizadas para a descrição do repertório, porém receberam “não visível” ao invés de comportamentos.

**Tabela 8.** Características das vocalizações (média  $\pm$  SD) do repertório vocal de *A. araruna* em cativeiro.

<b>Vocalização (n)</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Frequência máxima (Hz)</b>	<b>Frequência mínima (Hz)</b>	<b>Faixa de frequência (Hz)</b>
Agressividade 1 (39)	0.77 $\pm$ 0.23	1620.33 $\pm$ 303.53	854.51 $\pm$ 232.66	765.82 $\pm$ 259.92
Agressividade 2 (96)	0.62 $\pm$ 0.27	1427.46 $\pm$ 339.50	763.40 $\pm$ 273.14	664.06 $\pm$ 226.18
Agressividade 3 (30)	0.68 $\pm$ 0.14	1776.55 $\pm$ 315.86	899.62 $\pm$ 316.69	876.93 $\pm$ 259.15
Agressividade 4 (25)	0.84 $\pm$ 0.28	2249.23 $\pm$ 218.43	1161.65 $\pm$ 291.29	1087.59 $\pm$ 300.35
Agressividade 5 (27)	0.65 $\pm$ 0.15	1340.13 $\pm$ 314.09	653.01 $\pm$ 224.38	666.63 $\pm$ 239.83
Agressividade 6 (4)	0.56 $\pm$ 0.04	1802.81 $\pm$ 118.67	924.30 $\pm$ 286.18	878.51 $\pm$ 314.41
Agonia 1 (8)	0.64 $\pm$ 0.16	1949.70 $\pm$ 158.19	976.70 $\pm$ 128.28	973.02 $\pm$ 90.88
Agonia 2 (25)	0.45 $\pm$ 0.142	2669.47 $\pm$ 165.86	1405.04 $\pm$ 307.02	1264.43 $\pm$ 337.68
Agonia 3 (10)	0.82 $\pm$ 0.20	2349.26 $\pm$ 302.60	1181.68 $\pm$ 234.62	1167.58 $\pm$ 218.92
Agonia 4 (14)	0.44 $\pm$ 0.08	1450.06 $\pm$ 433.51	713.16 $\pm$ 295.68	736.90 $\pm$ 310.56
Estresse 1 (10)	0.98 $\pm$ 0.24	1797.68 $\pm$ 225.13	733.53 $\pm$ 270.03	1064.15 $\pm$ 216.83
Estresse 2 (4)	1.07 $\pm$ 0.30	2154.87 $\pm$ 233.46	725.35 $\pm$ 250.85	1429.52 $\pm$ 254.83
Estresse 3 (7)	0.73 $\pm$ 0.12	1816.43 $\pm$ 84.80	728.23 $\pm$ 242.36	1088.20 $\pm$ 195.76
Estresse 4 (5)	1.09 $\pm$ 0.18	2018.28 $\pm$ 352.09	1049.03 $\pm$ 314.29	969.25 $\pm$ 360.55
Estresse 5 (5)	0.91 $\pm$ 0.41	1314.60 $\pm$ 236.40	623.27 $\pm$ 263.52	691.34 $\pm$ 112.15

Imitação (47)	0.52 ± 0.12	1257.11 ± 306.43	668.20 ± 243.13	588.91 ± 170.37
Alerta (42)	0.51 ± 0.19	2034.67 ± 235.02	1263.53 ± 280.72	771.15 ± 286.25
Voo 1: Forrageamento (29)	0.92 ± 0.22	1236.14 ± 194.94	691.63 ± 190.12	544.52 ± 67.76
Voo 2: Canto (32)	0.60 ± 0.14	1732.60 ± 317.96	1027.95 ± 330.15	704.65 ± 191.00
Repouso 1: Chamado de contato 1 (109)	0.39 ± 0.11	1152.06 ± 197.01	572.95 ± 141.13	579.11 ± 145.81
Repouso 2: Chamado de contato 2 (42)	0.44 ± 0.08	1224.09 ± 291.26	722.41 ± 224.36	501.69 ± 110.79
Banho (15)	0.52 ± 0.20	1515.58 ± 279.36	722.81 ± 220.27	792.77 ± 236.88

---

**Fonte:** da autora.

### 6.1.1. Vocalizações agonísticas

Identificamos dez tipos de vocalizações associadas a contextos agonísticos: agressividade 1, agressividade 2, agressividade 3, agressividade 4, agressividade 5, agressividade 6, agonia 1, agonia 2, agonia 3 e agonia 4. As vocalizações de agressividade (**Figura 12**) e agonia (**Figura 13**) diferem entre si pelo nível de intensidade agonística dos contextos em que são observadas. As vocalizações de agonia estão geralmente associadas a interações agonísticas intensas e de alto risco, onde uma ou mais aves são encurraladas e/ou agredidas por outras aves. As vocalizações de agressividade por sua vez também podem aparecer em situações agonísticas intensas, mas são mais frequentemente observadas em associação a comportamentos de baixo risco, como comportamentos de ameaça ou interações agonísticas de baixa intensidade. Ambas as vocalizações também são comumente associadas a comportamentos de estresse, indicando uma forte relação entre estresse e agressividade em ambientes de cativeiro.

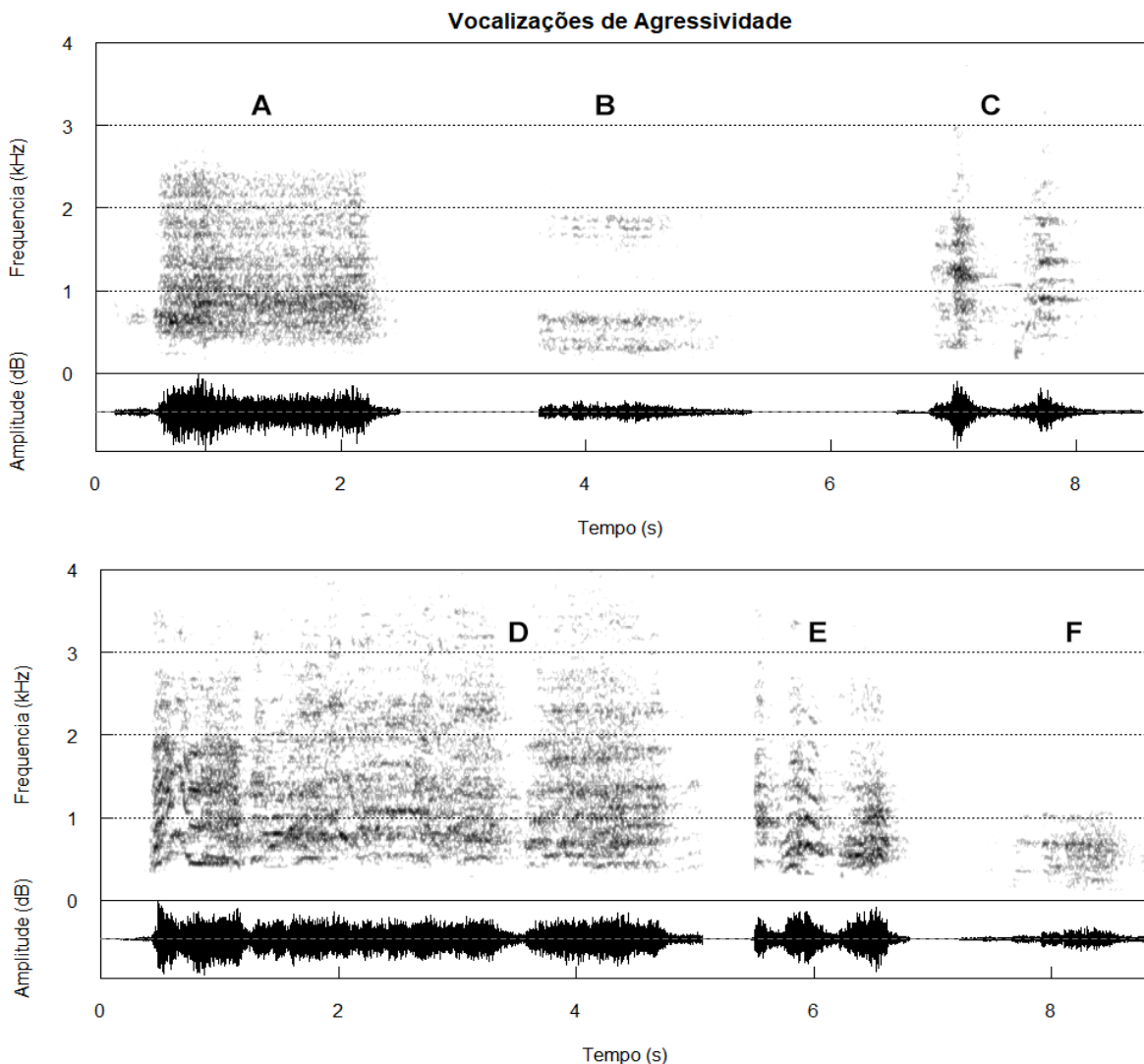
- **Vocalizações de agressividade 1** - Vocalização de alta intensidade comumente observada em situações onde um agressor se aproxima e em seguida o indivíduo ameaçado se afasta, sendo que 25% dos indivíduos observados emitindo esse tipo de vocalização exibiram comportamentos de “aproximação-retirada” e 18.75% exibiram o comportamento de “agrupamento-afastamento”. Comportamentos de estresse

também foram comumente associados a esse tipo de vocalização, dentre eles os comportamentos de “estereotipia da cabeça” e “estereotipia de locomoção” representaram ambos 18.75% das amostras. As vocalizações de “agressividade 1” possuem em média uma duração de  $0.77 \pm 0.23$  segundos e a frequência dominante variando de  $854.51 \pm 232.66$  a  $1620.33 \pm 303.53$  Hz.

- **Vocalizações de agressividade 2** - Vocalização de baixa intensidade amplamente observada em contextos de ameaça e interações agonísticas de baixo risco. Também são comumente associadas a comportamentos de estresse, o comportamento de “cavar terra” é o mais expressivo dentre eles, representando 43.14% das amostras. As vocalizações de “agressividade 2” variam de  $763.40 \pm 273.14$  a  $1427.46 \pm 339.50$  Hz e possuem em uma duração média de  $0.62 \pm 0.27$  segundos.
- **Vocalizações de agressividade 3** - Vocalizações presentes em contextos de ameaça e agressão, sendo o comportamento de “projeção do bico” o mais observado, associado a 33.33% das vocalizações, seguido pelos comportamentos de “aproximação-retirada” e “agressão”. A frequência dominante nas vocalizações de “agressividade 3” varia de  $899.62 \pm 316.69$  a  $1776.55 \pm 315.86$  Hz e a duração média das vocalizações é de  $0.68 \pm 0.14$  segundos.
- **Vocalizações de agressividade 4** - Vocalizações de alta intensidade associadas ao comportamento de “agrupamento-afastamento” em todas as amostras visíveis (n=14), indicando ser uma vocalização emitida pelas aves em situações de fuga de ameaça. São vocalizações relativamente mais longas e mais agudas que as demais, alcançando em média  $2249.23 \pm 218.43$  Hz de frequência e possuindo uma duração média de  $0.84 \pm 0.28$  segundos.
- **Vocalizações de agressividade 5** - Vocalizações de baixa intensidade comumente observadas em situações onde um agressor se aproxima e em seguida o indivíduo ameaçado se afasta, sendo que 35.29% dos indivíduos observados emitindo esse tipo de vocalização exibiram comportamentos de “agrupamento-afastamento” e 17.65% exibiram o comportamento de “aproximação-retirada”. 17.65% das amostras ainda estavam associadas a comportamentos de “automutilação” e outros 17.65% à comportamentos de “estereotipia da cabeça”, indicando uma tendência a emissões

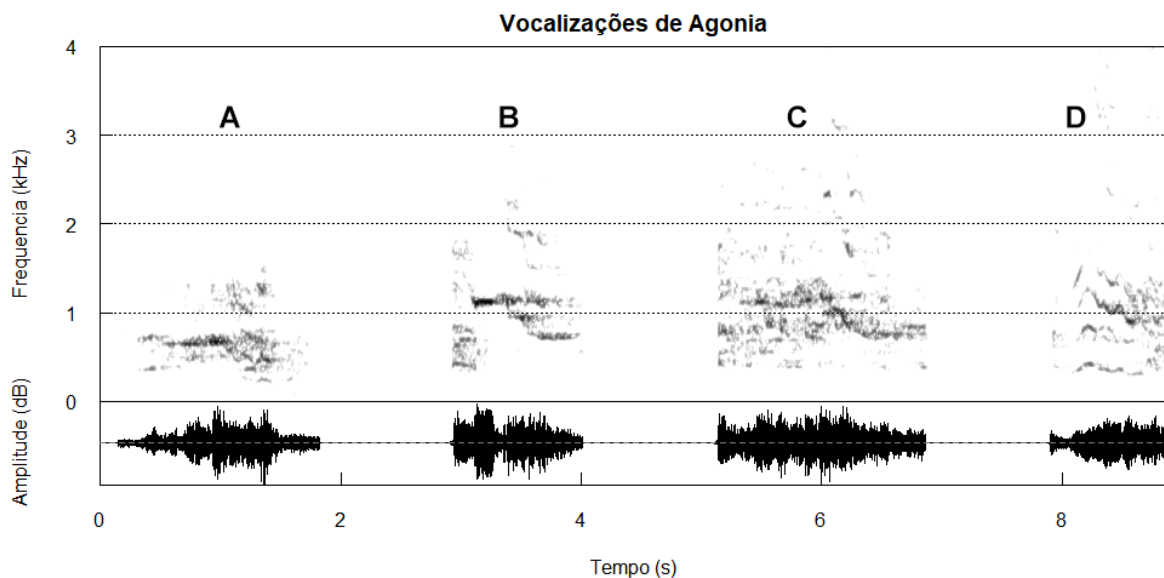
desse tipo de vocalização também em contextos de estresse. A duração média das vocalizações de “agressividade 5” é de  $0.65 \pm 0.15$  segundos e a frequência dominante varia de  $653.01 \pm 224.38$  a  $1340.13 \pm 314.09$  Hz.

- **Vocalizações de agressividade 6** - Vocalização de baixa intensidade visualizada em associação ao comportamento de “aproximação-retirada” em todas as amostras visíveis ( $n=2$ ), aproximação que é feita através do voo. A duração média das vocalizações é de  $0.56 \pm 0.04$  segundos e a frequência dominante varia de  $924.30 \pm 286.18$  a  $1802.81 \pm 118.67$  Hz.



**Figura 12.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de agressividade presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Agressividade 1. **B.** Agressividade 2. **C.** Agressividade 3. **D.** Agressividade 4. **E.** Agressividade 5. **F.** Agressividade 6. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

- **Vocalizações de agonia 1** - Vocalizações geralmente observadas em contextos de interações agonísticas de alto risco, estando associadas também à presença do comportamento de estresse de “automutilação”. São vocalizações de duração média de  $0.64 \pm 0.16$  segundos cuja frequência dominante varia de  $976.70 \pm 128.28$  a  $1949.70 \pm 158.19$  Hz.
- **Vocalizações de agonia 2** - Vocalizações geralmente observadas em contextos de interações agonísticas de alto risco, estando associadas também à presença de comportamentos de estresses como “estereotipia da cabeça”, “automutilação” e “cavar terra”. São vocalizações relativamente mais curtas e mais agudas do que as vocalizações de “agressividade” e “agonia 1”, com duração média de  $0.45 \pm 0.142$  segundos e frequência dominante que alcança em média  $2669.47 \pm 165.86$  Hz.
- **Vocalizações de agonia 3** - Vocalizações observadas em contextos de interações agonísticas de alto risco com a presença de agressão, sendo que 55.56% das vocalizações observadas estavam ligadas ao comportamento de agressão e 44.44% estavam ligadas ao comportamento de fuga por “agrupamento-afastamento”. Assim como observado para “agonia 2”, são vocalizações comparativamente mais agudas que as demais, alcançando em média  $2349.26 \pm 302.60$  Hz de frequência, porém são vocalizações também mais longas do que as observadas anteriormente, durando em média  $0.82 \pm 0.20$  segundos.
- **Vocalizações de agonia 4** - Vocalizações que aparecem em contextos de interações agonísticas de alto risco ligadas principalmente ao comportamento de fuga por “agrupamento-afastamento”. São encontradas também associadas a comportamentos de estresse como “cavar terra”, “automutilação” e “estereotipia da cabeça”. As vocalizações de “agonia 4” são as que mais diferem entre as vocalizações de agonia, possuindo uma duração média um pouco menor, de  $0.44 \pm 0.08$  segundos, e frequências dominantes mais graves, variando entre  $713.16 \pm 295.68$  e  $1450.06 \pm 433.51$  Hz.



**Figura 13.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de agonia presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Agonia 1. **B.** Agonia 2. **C.** Agonia 3. **D.** Agonia 4. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

### 6.2.1. Estresse

Identificamos um total de seis tipos de vocalizações associadas a contextos estressores: estresse 1, estresse 2, estresse 3, estresse 4, estresse 5, imitação da fala humana (**Figura 14**). As vocalizações de estresse diferem entre si em estrutura e função, estando cada categoria associada a um traço de estresse diferente.

As vocalizações de estresse 1 são observadas em situações onde os animais exibem o comportamento estereotipado de “cavar a terra” de forma insistente, seguido ou por “automutilação”. As vocalizações de estresse 2, por sua vez, são observadas em associação ao comportamento de “estereotipia da cabeça”, onde o animal balança a cabeça de um lado para o outro de forma repetitiva e estereotipada. As vocalizações de estresse 3 e 4 são observadas em situações onde o animal exibe “automutilação”, porém com a diferença de que as vocalizações de estresse 3 aparecem em contextos agonísticos, onde possivelmente o comportamento de automutilação é causado pelo estresse gerado por essa interação. Já as vocalizações de estresse 5 aparecem exclusivamente em situações onde o animal exibe o comportamento de “cavar a terra”, de forma insistente e repetitiva. É importante ressaltar que as vocalizações de estresse 1, estresse 3 e estresse 5 estão associadas à situações conflitantes, onde é difícil dizer se o contexto predominante é de estresse ou agressividade, haja visto a

deficiência de informações na literatura acerca do comportamento de cavar terra e a presença de comportamentos agonísticos por vezes associados às vocalizações de estresse 3. Também é interessante notar que essas vocalizações ocupam uma faixa de frequência relativamente mais grave do que as demais vocalizações de estresse e semelhante à faixa de frequência das vocalizações de agressividade 1, 2, 3 e 5 (**Tabela 8**).

A imitação da fala humana, por sua vez, foi um padrão de vocalização muito observado em comportamentos de estresse no cativeiro. Por essa razão, separamos uma categoria específica para esse tipo de vocalização. Entretanto, vale ressaltar que esse é um traço exclusivo de animais de cativeiro que foram expostos a uma intensidade elevada de contato com humanos, não fazendo parte do repertório natural de araras-canindé de vida livre. Tendo isso em mente, especificamente para o ambiente de cativeiro analisado, as vocalizações de imitação se limitaram à emissão da palavra “Arara” e estavam associadas em sua maioria à comportamentos de “estereotipia da cabeça”, seguido pelos comportamentos de “automutilação”, “cavar terra” e “repouso”. A fraca presença dessa vocalização associada ao comportamento de repouso (n=1) e a forte relação com estereotípias (n=22) indicam a possibilidade da emissão de imitações como resposta ao tédio, comumente associado a estereotípias no cativeiro.

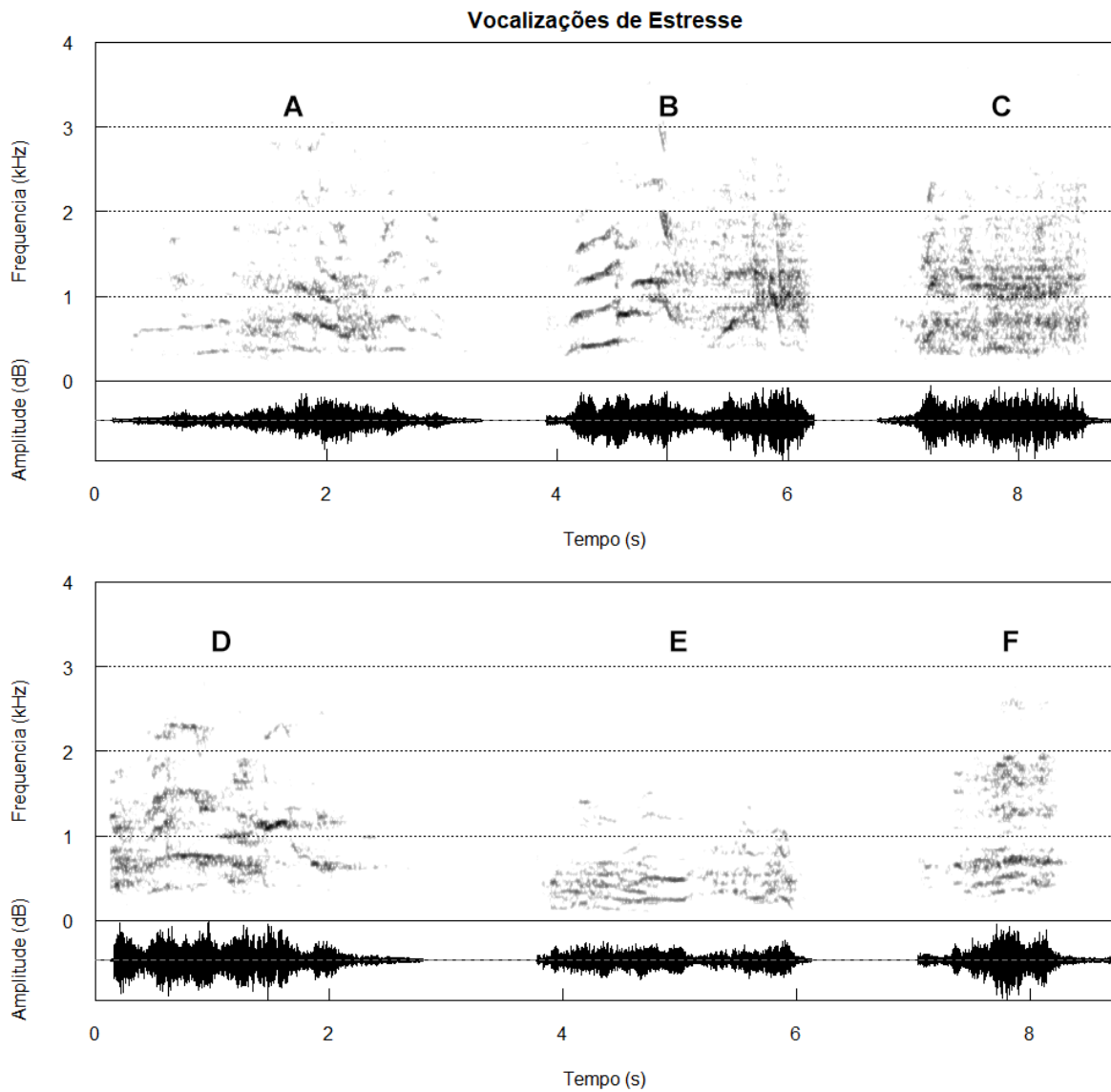
- **Vocalizações de estresse 1** - Vocalizações geralmente observadas em associação ao comportamento de “cavar terra” seguido ou não do comportamento de “automutilação”. São vocalizações longas, de duração média de  $0.98 \pm 0.24$  segundos cuja frequência dominante varia de  $733.53 \pm 270.03$  a  $1797.68 \pm 225.13$  Hz.
- **Vocalizações de estresse 2** - São vocalizações mais longas e mais agudas que as demais, alcançando até  $2154.87 \pm 233.46$  Hz em frequência e com duração média de  $1.07 \pm 0.30$  segundos. Também são as vocalizações de araras-canindé que ocupam a maior faixa de frequência, com média de  $1429.52 \pm 254.83$  Hz. Dentre as vocalizações registradas (n=4), todos os registros onde o comportamento era visível estavam associados à “estereotipia da cabeça” (n=2).
- **Vocalizações de estresse 3** - Vocalizações observadas em contextos agonísticos e de estresse, estando presente nos comportamentos de “agressão”, “agrupamento-afastamento” e “automutilação”. São vocalizações um pouco menos



longas que as demais vocalizações de estresse, de duração média de  $0.73 \pm 0.12$  segundos, cuja frequência dominante varia de  $728.23 \pm 242.36$  a  $1816.43 \pm 84.80$  Hz. .

- **Vocalizações de estresse 4** - São vocalizações mais longas e mais agudas que as demais, alcançando até  $2018.28 \pm 352.09$  Hz em frequência e com duração média de  $1.09 \pm 0.18$  segundos. Dentre as vocalizações registradas (n=5), todos os registros visíveis estavam associados ao comportamento de “automutilação” (n=2).
- **Vocalizações de estresse 5** - São as vocalizações de estresse mais graves, com frequências dominantes variando em média de  $623.27 \pm 263.52$  a  $1314.60 \pm 236.40$  Hz. Entretanto são também vocalizações longas, com duração média de  $0.91 \pm 0.41$  segundos, estando dentro do padrão observado para essa categoria de vocalização. Nossos dados indicam que esse tipo de vocalização carrega a função de transmitir a mesma informação que o comportamento de “cavar terra”, sendo que, dentre as vocalizações registradas (n=5), todos os registros eram visíveis e estavam associados a esse mesmo comportamento (n=5).
- **Vocalizações de imitação** - Os registros de “imitação” registrados consistiram na imitação da fala humana, especificamente da palavra “Arara”. Estas vocalizações são estruturalmente diferentes das demais vocalizações de estresse e possivelmente carregam uma função distinta também. Ao passo que as vocalizações de “estresse” observadas anteriormente são longas, agudas e amplas em termos de frequência, as vocalizações de “imitação” são mais curtas -com duração média de  $0.52 \pm 0.12$  Hz- mais graves -com frequências dominantes variando de  $668.20 \pm 243.13$  a  $1257.11 \pm 306.43$  Hz- e ocupam uma faixa de frequência mais estreita -com valores médios em torno de  $588.91 \pm 170.37$  Hz. Entretanto, no contexto de cativeiro em que o trabalho foi conduzido, com exceção de um único registro emitido por uma arara em repouso (3.13%, n= 1), essas vocalizações apareceram sempre associadas à comportamentos relativos ao estresse, sendo que 68.75% dos registros visíveis estavam associados ao comportamento de “estereotipia da cabeça” (n=22), 21.88% estavam associados ao comportamento de “automutilação” (n= 7) e 6.25% estavam associados ao comportamento de “cavar terra” (n=2). Deste modo, catalogamos as vocalizações de “imitação” observadas dentro da categoria de estresse. Entretanto, é importante ressaltar que a imitação é um traço que aparece exclusivamente em animais expostos

ao contato com humanos e que, tendo em vista as condições de estresse geradas pela alta frequência de humanos dentro do ambiente de cativeiro onde o estudo foi conduzido, há a possibilidade de viés neste caso e é difícil afirmar que imitações em araras-canindé transmitem exclusivamente informações relativas ao estresse.



**Figura 14.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de estresse presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Estresse 1. **B.** Estresse 2. **C.** Estresse 3. **D.** Estresse 4. **E.** Estresse 5. **F.** Imitação da fala humana 6. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

### 6.3.1. Alerta

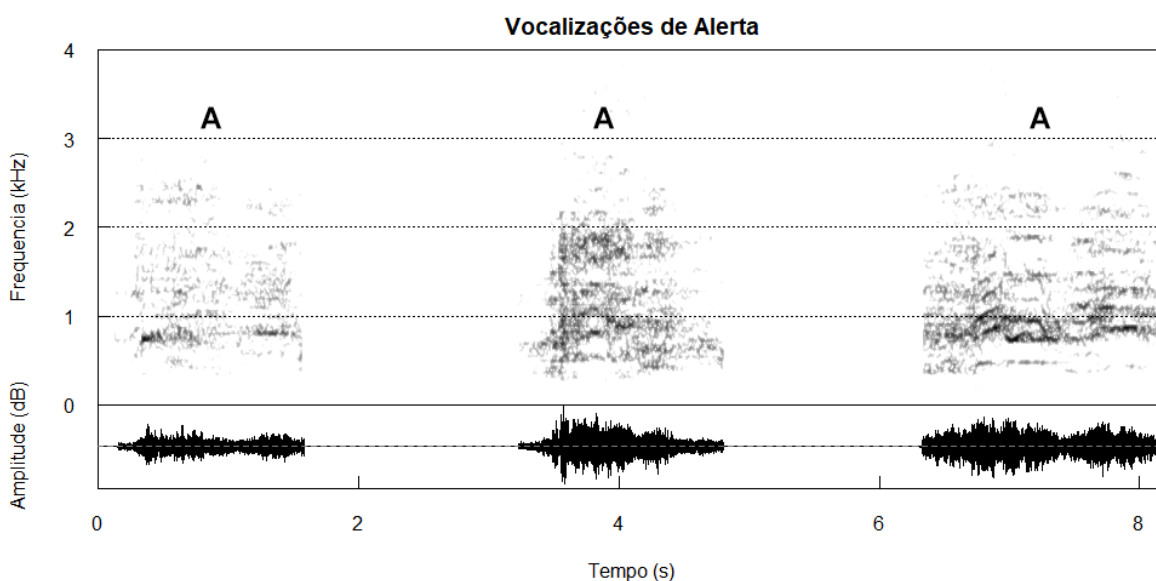
Analizamos no total 42 registros de vocalizações de alerta (**Figura 15**), presentes em diferentes contextos, dentre eles; avistamento de visitantes entrando no recinto, presença de interações agonísticas entre outras aves no recinto, contextos de estresse - vocalizações associadas aos comportamentos de “estereotipia da cabeça” e “estereotipia de locomoção”, e em diferentes contextos de alerta, onde as vocalizações estavam associadas ao comportamento de “posição de alerta” ou vigilância.

É importante ressaltar que, na maior parte dos registros, esse comportamento foi exibido pelas aves que estavam empoleiradas nas grades do início do recinto. Esse posicionamento, próximo às portas de entrada e em uma altura considerável do chão, proporciona uma visão privilegiada do primeiro avistamento de visitantes, monitores, tratadores e veterinário, uma vez que a entrada de pessoas no recinto é realizada sempre pelas portas localizadas nessa parte inicial. Dentre os registros visíveis (n=29), todas as emissões registradas foram exibidas por aves que estavam localizadas no posicionamento do recinto citado anteriormente, das quais 20.69% estavam associadas à “posição de alerta” (n=6), 72.41% estavam associadas ao comportamento de “estereotipia da cabeça” (n=21) e 6.90% estavam associadas ao comportamento de “estereotipia de locomoção” (n=2).

A alta frequência de estereotipias observada pode ser explicada por dois motivos: o posicionamento frequente destes indivíduos na parte inicial do recinto os coloca em constante vigilância, diante da proximidade com a porta de entrada de visitantes e a intensidade do fluxo de pessoas ao longo do dia. Essa vigilância quando constante pode aumentar consideravelmente os níveis de estresse individuais, observados nessas aves através das estereotipias. Por outro lado, o comportamento de estereotipia da cabeça também pode se assemelhar e por vezes ser confundido com o comportamento natural de movimentação da cabeça de um lado para o outro buscando olhar para todas as direções, documentado para outras espécies durante a vigilância (Moura, 2007; Moura 2014). Deste modo, é difícil afirmar que as vocalizações de alerta estão associadas a contextos de estresse sem avaliar se um comportamento semelhante é exibido pela mesma espécie em ambiente natural.

As vocalizações de alerta ou chamados de alarme são estruturalmente mais curtas que as vocalizações de “agressividade” e “estresse” observadas anteriormente, cuja duração média é de  $0.51 \pm 0.19$  segundos. Em termos de frequência dominante, são vocalizações relativamente agudas; possuem uma frequência máxima de  $2034.67 \pm 235.02$  Hz, valor médio mais alto do que nas vocalizações de “agressividade” e “imitação” e semelhante às

vocalizações de “agonia” e “estresse”, e uma frequência mínima de  $1263.53 \pm 280.72$  Hz, valor médio mais alto do que os encontrados para as demais vocalizações observadas anteriormente, com exceção de “agonia 2”. Foram observadas variações individuais com relação à emissão de vocalizações de alerta (**Figura 15**), principalmente com relação à quantidade de energia alocada nas emissões. Entretanto, diante da dificuldade em muitas vezes localizar o emissor e determinar sua distância ao microfone do gravador, os parâmetros acústicos relacionados à intensidade e energia não foram considerados neste estudo.



**Figura 15.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de alerta presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Variações de vocalizações de alerta em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

#### 6.4.1. Voo

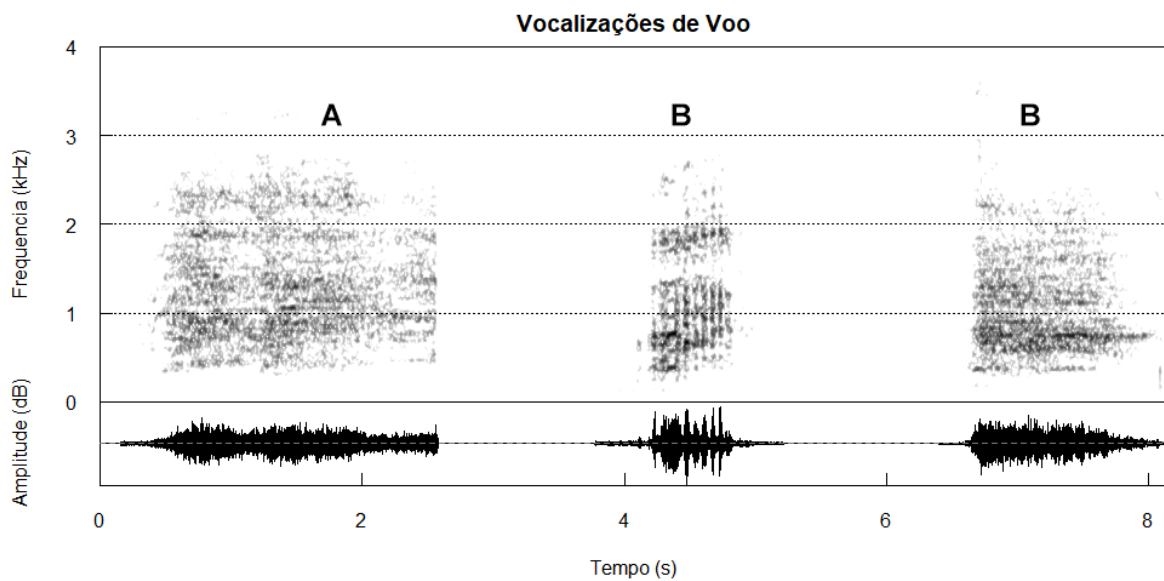
Identificamos dois tipos de vocalização associadas ao comportamento de voo (**Figura 16**). As vocalizações de voo 1 entretanto se diferem das vocalizações de voo 2 pelo contexto em que estão inseridas, sendo o primeiro tipo usualmente encontrado em contextos de alimentação e o segundo tipo encontrado em situações distintas do cotidiano das aves.

As vocalizações de voo 1 apareceram nos registros sempre ligadas à situações que envolviam a alimentação, onde as aves se deslocavam e vocalizam em resposta ao tratador ou em direção às bandejas de alimento espalhadas pelo recinto. Diante desse contexto,

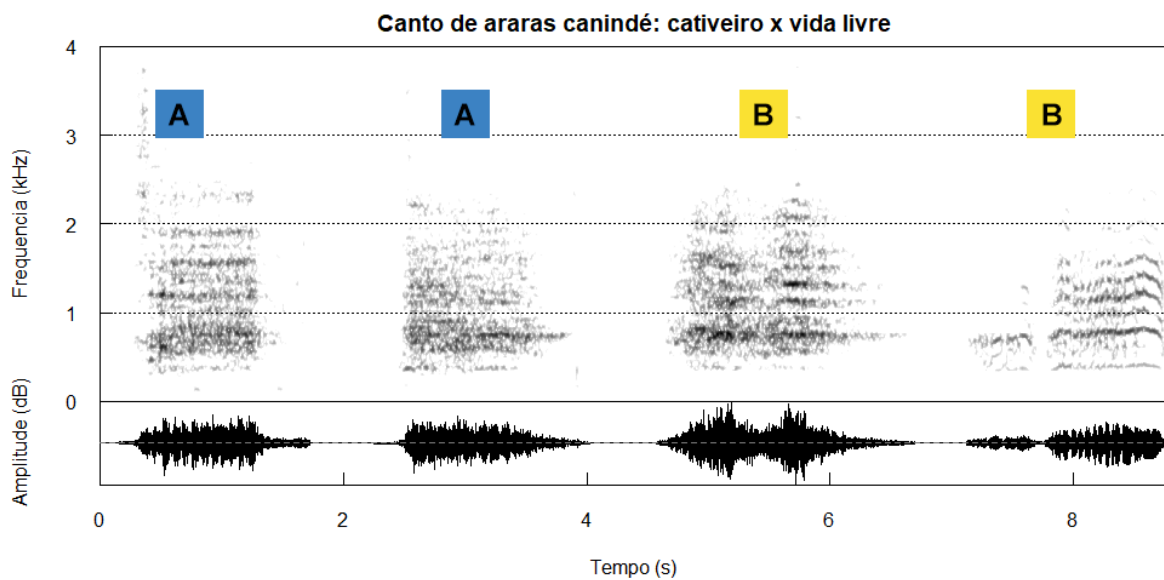
categorizamos esse tipo de vocalização associada ao voo como vocalizações de forrageamento.

As vocalizações de voo 2, por outro lado, foram encontradas em uma infinidade de contextos e situações, dentre elas, a emissão durante o voo foi o mais comum (35%, n=7), mas também estavam inseridas em contextos de brincadeira, alerta, estresse e agressividade. Considerando essa diversidade de contextos e a associação com o voo, especulamos que essa vocalização na verdade estaria representando o canto da espécie, que tem como função primordial o reconhecimento específico. Para testar essa premissa, realizamos uma comparação entre as vocalizações de voo 2 encontradas em cativeiro (n=32) e registros de canto de araras-canindé retirados de plataformas online (n=15), tomando o cuidado de analisar somente gravações onde o avistamento do animal em voo era certificado. A comparação nos permitiu certificar que as vocalizações catalogadas como voo 2, observadas durante o voo no cativeiro, eram de fato as mesmas vocalizações emitidas pelas aves de vida livre durante o voo em ambiente natural, embasando a premissa de que essas emissões representam o canto da espécie (**Figura 17**).

- **Vocalizações de voo 1: Forrageamento** - Vocalizações emitidas durante o voo em contexto de alimentação, associadas aos comportamentos de “locomoção” e “suplantação da locomoção”, sendo que a suplantação da locomoção acontece quando o animal pousa na bandeja de alimentos. São vocalizações longas e graves, com duração média de  $0.92 \pm 0.22$  segundos e frequências dominantes médias variando de  $691.63 \pm 190.12$  a  $1236.14 \pm 194.94$  Hz.
- **Vocalizações de voo 2: Canto**- Vocalizações emitidas durante o voo e associadas a outros comportamentos de categorias diversas, sendo os mais comuns, depois do voo (35%, n = 7), os comportamentos de “posição de alerta” (20%, n=4) e de “brincadeira” (15%, n=3). São as vocalizações que carregam o código específico, cuja função primordial é o reconhecimento entre os indivíduos da mesma espécie. A estrutura do canto de araras-canindé é marcada pela presença de notas ascendentes e duas frases: a primeira frase é curta, composta por 1 ou 2 notas e representa em torno de  $\frac{1}{3}$  da vocalização, a segunda frase consiste em uma nota prolongada e representa os demais  $\frac{2}{3}$  da vocalização. De modo geral, são vocalizações de frequências e durações medianas, com frequências dominantes variando de  $1027.95 \pm 330.15$  a  $1732.60 \pm 317.96$  Hz e duração média de  $0.60 \pm 0.14$  segundos.



**Figura 16.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de voo presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Vocalizações de voo 1 (forrageamento). **B.** Variações da vocalização de voo 2 (canto) em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.



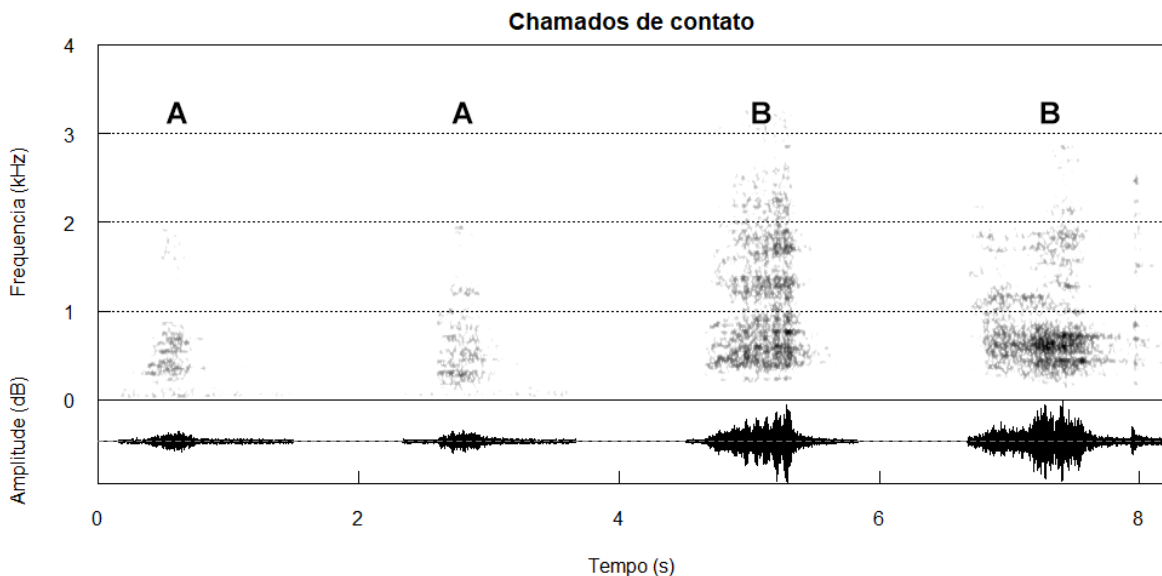
**Figura 17.** Sonograma e oscilograma representando o canto emitido durante o voo de *A. araruna*, comparando emissões em contexto de cativeiro (A) e vida livre (B). **A.** Emissões de canto durante o voo em cativeiro. **B.** Emissões de canto durante o voo em ambiente natural. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

### 6.5.1. Chamado de contato

Identificamos a presença de dois tipos de chamado de contato no repertório vocal de araras canindé (**Figura 18**). Chamados de contato são vocalizações presentes em espécies sociais, emitidas com a função de manter o contato e a coesão social em grupos estáveis. Haja visto que araras-canindé são animais altamente sociais, é notável a importância que essas vocalizações desempenham no cotidiano do grupo, importância que se faz notável pela frequência de chamados de contato registrados (n=151). Observamos a presença de dois tipos de chamado de contato nos nossos registros, os chamados de contato tipo 1 e tipo 2, os quais têm em comum a característica de resposta social, ou seja, sempre que um indivíduo emite um chamado de contato, um ou mais indivíduos respondem esse chamado produzindo uma vocalização de mesma categoria. Entretanto, ambos diferem entre si em estrutura e no contexto em que são produzidos. Os chamados de contato tipo 1 são mais frequentes (n=109) e estão associados a uma maior variedade de contextos, estando presentes principalmente nos contextos de alimentação, brincadeira e repouso. Os chamados de contato 2, por sua vez, também são relativamente comuns (n=42) e também estão associados a uma grande variedade de contextos, embora mais limitada do que no caso anterior, sendo observados principalmente em situações de repouso e interações sociais.

- **Chamado de contato tipo 1** - São vocalizações caracteristicamente curtas e graves, possuindo a menor duração média dentre as vocalizações do repertório vocal de araras canindé -  $0.39 \pm 0.11$  segundos - e os menores valores de frequência dominante -de  $572.95 \pm 141.13$  a  $1152.06 \pm 197.01$  Hz. Ademais, as emissões ocupam uma faixa estreita de frequência, com um valor médio de  $579.11 \pm 145.81$  Hz. Os chamados de contato do tipo 1 são emitidos por araras-canindé em uma ampla diversidade de contextos sociais e associados a diferentes comportamentos, com destaque para os comportamentos de “alimentação” (40.23%, n=35), “beber água” (21.84%, n=19 ), “brincadeira” (13.79%, n=12) e “repouso” (12.64%, n= 11).
- **Chamado de contato tipo 2** - Vocalizações emitidas em contextos sociais diversos, associadas principalmente aos comportamentos de “repouso” (42.86%, n=12), “interações sociais positivas ou negativas” (25%, n=7) e, em menor grau, “alimentação” (10.71%, n =3) e “autopreening” (10.71%, n=3). São chamados caracteristicamente curtos e graves, porém um pouco menos curtos - duração média de

0.44 ± 0.08 segundos- e graves - frequências dominantes variando em média de 722.41 ± 224.36 a 1224.09 ± 291.26Hz- em relação aos chamados de contato do tipo 1. Além disso, são as vocalizações mais estreitas dentre o repertório vocal de araras caniné, ocupando uma faixa de frequência média de 501.69 ± 110.79 Hz. Há evidências de que as vocalizações de contato 2 se diferem das vocalizações de contato 2 principalmente pela intensidade de energia que carregam, uma vez que os chamados de contato do tipo 1 são de forma geral pouco intensos e possuem um alcance mais curto. Entretanto, diante da dificuldade de muitas vezes localizar o indivíduo emissor e mensurar a distância do mesmo ao microfone do gravador, estes parâmetros não foram levados em consideração no estudo.



**Figura 18.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de chamados de contato presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Variações dos chamados de contato tipo 1 em araras-caniné. **B.** Variações dos chamados de contato tipo 2 em araras-caniné. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

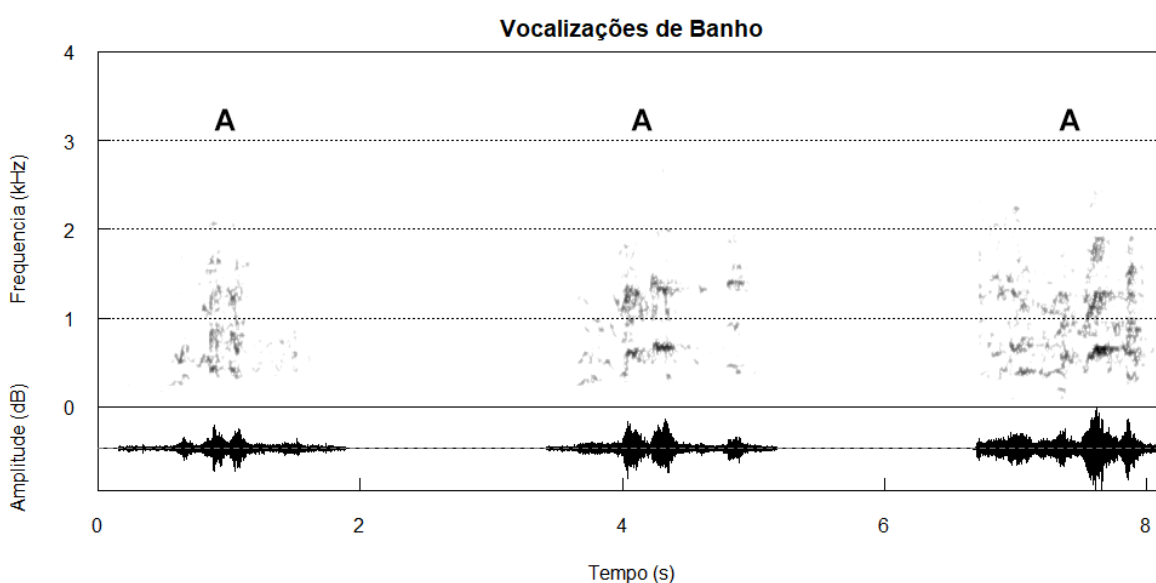
### 6.2.1. Higiene

Identificamos um tipo de vocalização exclusiva para situações nas quais os animais se higienizavam na fonte de água, contexto marcado pela presença de comportamentos de beber água, lavar as penas e realização de autopreening. Chamamos as vocalizações emitidas durante esses comportamentos característicos de higiene como vocalizações de banho (**Figura**



19). É interessante pontuar que esse conjunto de comportamentos de higiene, que chamamos de banho, na maioria das vezes são observados nas aves de forma conjunta, onde mais de uma ave disputa espaço na fonte para o banho.

As vocalizações de banho são bastante características, marcadas pela presença de notas curtas e em forma de “m”, com duração média de  $0.52 \pm 0.20$  segundos, frequência dominante mediana, variando de  $722.81 \pm 220.27$  a  $1515.58 \pm 279.36$  Hz e faixa de frequência nem muito ampla, mas também não muito estreita, com valor médio de  $792.77 \pm 236.88$  Hz.



**Figura 19.** Sonograma e oscilograma representando os tipos de vocalizações de banho presentes no repertório vocal de *A. araruna*. **A.** Variações de vocalizações de banho em araras-canindé. O eixo x representa a duração em segundos (s), no eixo y estão representadas a frequência em kilohertz (kHz) e a amplitude em decibéis (dB), respectivamente. **Fonte:** da autora.

É importante ressaltar que relatamos ainda a recombinação de sons em algumas amostras, observando casos de vocalizações que iniciavam com algum tipo de agressividade e terminavam com outro, casos de vocalizações que iniciavam com agressividade e terminavam com fragmentos de imitação e casos de vocalizações que iniciavam com alerta e finalizaram com algum tipo de agressividade. Além disso, também relatamos amostras onde os animais exibiam fragmentos de uma vocalização ao invés da vocalização completa, estes casos foram relatados para as vocalizações de “agonia 3”, “estresse 1”, “estresse 5”, “alerta” e “banho”.

## 6.2. Comunicação multimodal em araras-canindé (*Ara ararauna*)

A caracterização e descrição da comunicação multimodal em araras-canindé foi realizada com base nos mesmos registros audiovisuais descritos anteriormente, sendo que a partir das vocalizações e *displays* visuais descritos para as 60 amostras de vídeos selecionadas, traçamos a porcentagem relativa de cada um dos 8 tipos de *displays* visuais encontrados (**Figura 20**) para cada um dos 22 tipos de vocalizações catalogados (**Tabela 9**).

Nossos resultados mostram que a maior parte das vocalizações catalogadas para araras-canindé em cativeiro estão associadas à exibição de pelo menos um tipo de *display* visual, sendo que dentre os 22 tipos de vocalização registrados, 19 exibem esse tipo de associação, sugerindo uma forte presença de comunicação multimodal em araras-canindé.

As categorias de vocalizações onde foram encontradas maiores associações com *displays* visuais foram as categorias de “agressividade”, “agonia”, “estresse” e “banho”.

Em média, 44,76% das vocalizações de agressividade estavam associadas a *displays* visuais, sendo que as vocalizações de “agressividade 2” foram as que apresentaram maior associação com os *displays* (86,47%, n=83), seguidas por “agressividade 3” (79,99%, n=24) e por “agressividade 5” (73,63%, n=25). Dentre as 8 categorias de *displays* catalogadas, o *display* visual “D1: rubor facial” foi o mais significativo para as vocalizações de agressividade, representando 14,29% das vocalizações de “agressividade 1” (n=2), 31,25% das vocalizações de “agressividade 2” (n=30), 16,67% das vocalizações de “agressividade 3” (n=5) e 26,47% das vocalizações de “agressividade 5” (n=9). Os *displays* visuais “D2: posição das penas da face”, “D3: Posição das penas da nuca”, “D4: posição das penas da coroa”, e “D10: *eye pinning*” também foram bastante relevantes para os dados, aparecendo em quase todas as vocalizações da categoria de agressividade. O *display* de “*eye pinning*”, em especial, foi bastante significativo para as vocalizações de “agressividade 2” (25,00%, n = 24) e “agressividade 3” (23,33%, n=7).

Já as vocalizações de agonia apresentaram valores ainda maiores de associações com *displays*, sendo que em média 80,33% das vocalizações dessa categoria estavam associadas a *displays* visuais. As vocalizações de “agonia 1” as que apresentaram maiores taxas relativas de associações à *displays* (100%, n=1), seguidas pelas vocalizações de “agonia 3” (83,33%, n=10), “agonia 2” (73,69%, n= 14) e “agonia 4” (64,28%, n=9). Assim como observado anteriormente, os *displays* visuais mais significativos foram os de “rubor facial” e “*eye pinning*”, que de forma geral representaram em média 26,23% e 44,29% das vocalizações de agonia, respectivamente.

As vocalizações de estresse, por sua vez, apresentaram uma associação ainda mais forte com *displays* visuais, onde em média 83.30% das vocalizações registradas estavam associadas à ao menos um *display*, em especial ao *display* de “*eye pinning*”, que esteve presente em todas os tipos de vocalização da categoria de estresse. As vocalizações de “estresse 4” e “estresse 5” apresentaram as maiores taxas de associação relativa aos *displays*, ambas com 100% de taxa (n=3, n=5), ou seja, todas as vocalizações visíveis de estresse 4 e 5 estavam associadas à algum *display* visual. Elas foram seguidas pelas vocalizações de “estresse 3” (92.29%, n=12), “estresse 1” (87.50%, n=7) e “imitação” (86,66%, n=39). O único tipo que não apresentou associações tão significativas quanto os demais foi “estresse 2”, em que apenas 33.33% das vocalizações estavam associadas ao *display* exclusivo de “*eye pinng*”.

A última categoria onde a associação entre *displays* e vocalizações se mostrou forte, com taxas relativas médias maiores do que 40%, foi a categoria de “higiene”, representada pelas vocalizações de “banho”. Observamos aqui a maior taxa de associação com *displays* dentre todas as categorias listadas, onde 97.23% das vocalizações registradas estavam associadas a pelo menos um tipo de *display*. Neste caso, entretanto, diferentemente do que foi observado anteriormente para as demais vocalizações, não observamos a presença de *displays* do tipo “rubor facial” e “*eye pinning*”. Por outro lado, altas taxas de *displays* de “D2: posição das penas da face”, “D3: posição das penas da coroa”, “D4: posição das penas da nuca”, “D6: dobrar as asas” e “D7: bater asas” foram observadas, suportando a premissa de que diferentes tipos de *displays* visuais podem estar associados à transmissão de informações distintas.

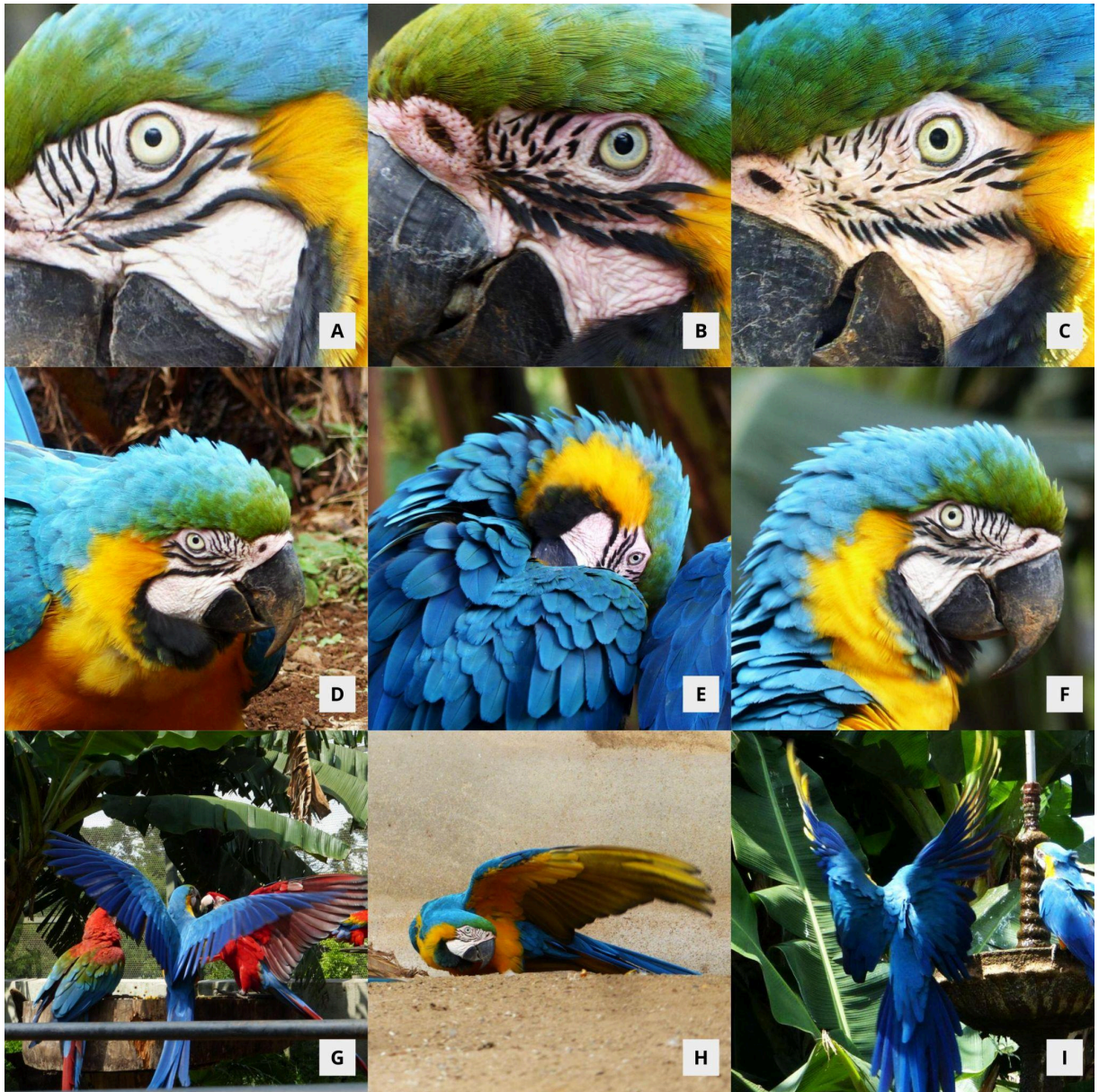
**Tabela 9.** Descrição da frequência relativa de *displays* visuais e comportamentos associados às vocalizações do repertório vocal de *A. araruna* em cativeiro. As vocalizações foram categorizadas em categorias de comportamentos de acordo com a presença de comportamentos associados. O contexto de valência emocional foi definido de acordo com as categorias de comportamentos dominantes em cada tipo de vocalização.

Vocalização (n)	Categorias de Vocalizações	Displays visuais Associados (%)	Comportamentos Associados (%)	Categorias de Comportamentos	Contexto
Agressividade 1 (39)	Vocalizações agonísticas	D1 = 14.29% D2 = 7.14% D4 = 7.14%	AAF = 23.08% AR = 30.77% AB = 15.38% AP= 15.38% EL = 23.08% EC = 23.08% PA = 7.69%	Interações agonísticas, Estresse, Alerta	Negativo
Agressividade 2 (96)	Vocalizações agonísticas	D1 = 31.25% D2 = 9.38% D3 = 9.38%	AAF = 9.80% AB = 1.96% AP= 5.88%	Interações agonísticas, Estresse, Alerta	Negativo

		D4 = 10.42% D5 = 1.04% D10 = 25.00%	CT = 43.14% EC = 17.65% PA = 3.92%		
Agressividade 3 (30)	Vocalizações agonísticas	D1 = 16.67% D2 = 10.00% D3 = 3.33% D4 = 3.33% D5 = 3.33% D6 = 6.67% D7 = 13.33% D10 = 23.33%	AAF = 19.05% AR = 23.81% AB = 33.33% AGR = 14.29% CT = 4.76% EC = 4.76%	Interações agonísticas, Estresse	Negativo
Agressividade 4 (25)	Vocalizações agonísticas	-	AAF = 100%	Interações agonísticas	Negativo
Agressividade 5 (27)	Vocalizações agonísticas	D1 = 26.47% D2 = 14.71% D3 = 5.88% D4 = 14.71% D10 = 11.76%	AAF = 35.29% AR = 17.65% AP= 17.65% CT = 5.88% EC = 17.65% ALI = 5.88%	Interações agonísticas, Estresse, Alimentação	Negativo
Agressividade 6 (4)	Vocalizações agonísticas	-	AR = 100%	Interações agonísticas	Negativo
Agonia 1 (8)	Vocalizações agonísticas	D10 = 100 %	AP= 100 %	Interações agonísticas, Estresse	Negativo
Agonia 2 (25)	Vocalizações agonísticas	D1 = 26.32% D10 = 47.37%	AGR = 15.38% AAF = 7.69% AP= 7.69% CT = 7.69% EC = 38.46% PA = 23.08%	Interações agonísticas, Estresse, Alerta	Negativo
Agonia 3 (10)	Vocalizações agonísticas	D1 = 50.00% D7 = 25.00% D10 = 8.33%	AGR = 55.56% AAF = 44.44%	Interações agonísticas	Negativo
Agonia 4 (14)	Vocalizações agonísticas	D1 = 28.57% D2 = 7.14% D7 = 7.14% D10 = 21.43%	AAF = 50% AB = 10% AP= 10% CT = 20% EC = 10%	Interações agonísticas, Estresse	Negativo
Estresse 1 (10)	Estresse	D1 = 62.50% D10 = 25.00%	AP= 16.67% CT = 83.33%	Estresse	Negativo
Estresse 2 (4)	Estresse	D10 = 33.33%	EC = 100%	Estresse	Negativo
Estresse 3 (7)	Estresse	D1 = 23.08% D2 = 15.38% D3 = 15.38% D4 = 15.38% D7 = 7.69% D10 = 15.38%	AGR = 25% AAF = 25% AP= 50%	Estresse, Interações agonísticas	Negativo

Estresse 4 (5)	Estresse	D10 = 100%	AP= 100%	Estresse	Negativo
Estresse 5 (5)	Estresse	D1 = 20% D10 = 80%	CT = 100%	Estresse	Negativo
Imitação (47)	Estresse	D1 = 11.11% D2 = 2.22% D3 = 2.22% D4 = 6.67% D10 = 64.44%	AP= 21.88% CT = 6.25% EC = 68.75% REP = 3.13%	Estresse, Repouso	Negativo
Alerta (42)	Alerta	D1 = 8.33% D2 = 8.33% D3 = 8.33% D4 = 8.33% D10 = 5.56%	PA = 20.69% EC = 72.41% EL = 6.90%	Alerta, Estresse	Negativo
Voo 1: Forrageamento (29)	Voo	-	LOC = 78.79% SLOC = 21.21%	Locomoção	Neutro - Positivo
Voo 2: Canto (32)	Voo	D1 = 5.26% D6 = 10.53% D10 = 5.26%	LOC = 35% SLOC = 5% AR = 5% PA = 20% CT = 10% EC = 5% EL = 5% AR = 5% AB = 5% CUR = 5% BRI = 15%	Locomoção, Alerta, Estresse, Interação com objetos	Neutro - Positivo
Repouso 1: Chamado de contato 1 (109)	Chamado de contato	D1 = 2.11% D2 = 4.21% D3 = 2.11% D4 = 6.32% D5 = 1.05% D6 = 2.11% D7 = 2.11% D10 = 1.05%	AG = 21.84% ALI = 40.23% AUTO = 5.75% BRI = 13.79% CUR = 1.15% REP = 12.64% DOR = 2.30% PA = 1.15% AB = 1.15%	Alimentação, Higiene, Interação com objetos, Repouso	Neutro - Positivo
Repouso 2: Chamado de contato 2 (42)	Chamado de contato	D1 = 8.57% D2 = 14.29% D3 = 5.71% D4 = 5.71%	ALI = 10.71% AUTO = 10.71% BRI = 3.57% CUR = 7.14% REP = 42.86% CB = 14.29% AR = 10.71%	Alimentação, Higiene, Interação com objetos, Repouso, Interação social positiva, Interações agonísticas	Neutro - Positivo
Banho (15)	Higiene	D2 = 8.33% D3 = 27.78% D4 = 30.56% D6 = 5.56% D7 = 25.00%	AG = 78.57% AUTO = 14.29% LOC = 7.14%	Higiene	Neutro - Positivo

Fonte: da autora.

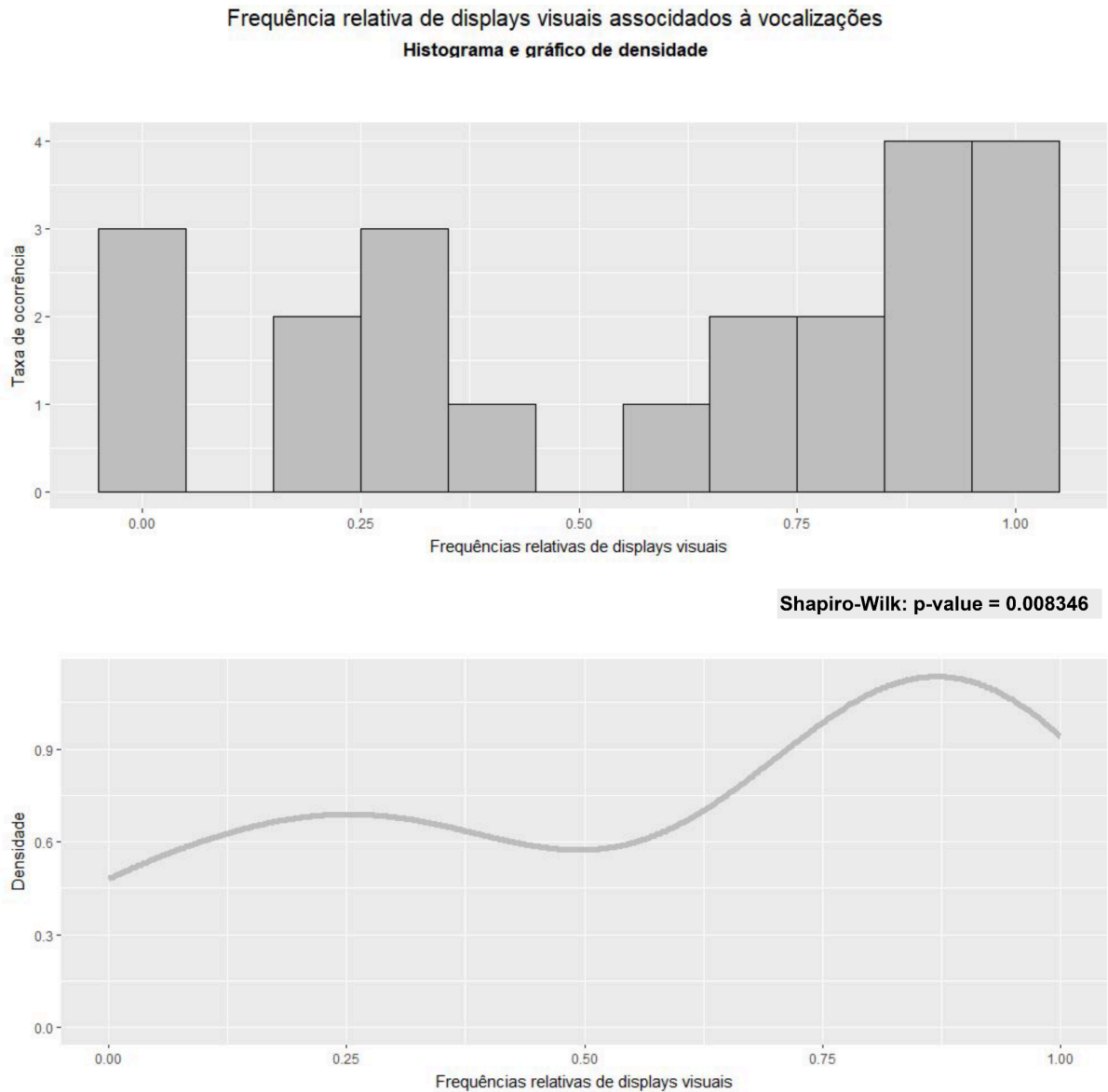


**Figura 20.** Variedade de *displays* visuais registrados para araras-canindé em cativeiro. **A.** *Eye pinning* com presença de contração da pupila (miose). **B.** Rubor facial, com a presença de dilatação dos vasos da face. **C.** *Display* de posição das penas da face, onde as penas aparecem eriçadas. **D.** *Display* de posição das penas da coroa, onde as penas aparecem eriçadas. **E.** *Display* de posição das penas da nuca, onde as penas aparecem eriçadas. **F.** Conjunto de *displays* de *eye pinning* (miose) e posição das penas da face, coroa e nuca, que aparecem eriçadas. **G.** *Display* de abertura das asas. **H.** *Display* de dobramento das asas. **I.** *Display* de bater asas sem sair do lugar. **Fonte:** da autora.



Como foi observado anteriormente, nossos dados sugerem taxas relativas de associações à *displays* visuais distintas para cada categoria de vocalização, valores que podem ser constatados na tabela acima (**Tabela 9**). Sabemos que a comunicação visual pode estar fortemente relacionada a emoções em animais, uma vez que alterações em taxas hormonais podem desencadear *displays* como os observados nos nossos dados (**Figura 20**). Entretanto, nossos resultados sugerem que *displays* visuais podem não só estar associados à emoções, como *displays* diferentes podem estar associados a emoções distintas. Observamos maiores taxas de *displays* de “rubor facial” e “*eye pinning*” associados à vocalizações que sinalizam valência negativa e com relação às vocalizações que sinalizam valência neutra ou positiva (**Tabela 9**). Por outro lado, os *displays* de “erichar as penas da face”, “erichar as penas da nuca” e “erichar as penas da coroa”, “exibir asas”, “dobrar asas”, “bater asas” parecem estar bem distribuídos entre as vocalizações que representam valência negativa e valência neutra ou positiva, entretanto representando taxas mais equilibradas nas vocalizações de “banho”, “chamados de contato” e “agressividade” (**Tabela 9**).

Para testar se de fato estes *displays* desempenham funções diferentes na transmissão das emoções, aplicamos um teste de hipóteses do tipo teste t de Welch em que avaliamos se a presença e frequência relativa dos *displays* estavam mais ou menos associadas às vocalizações que sinalizaram emoções de valência negativa ou emoções de valência neutra ou positiva (**Tabela 10**). A aplicação do teste t de Welch se deu em um cenário onde nossos histogramas, curvas de densidade e testes de normalidade Shapiro-Wilk revelaram dados que não seguem uma distribuição normal padrão. Em relação aos dados de *displays* visuais totais, desconsiderando a categoria a qual eles pertencem, encontramos uma distribuição bimodal e assimétrica à esquerda, demonstrando que a maior parte das vocalizações registradas está associada a uma elevada frequência relativa de *displays* visuais, mas que existe uma porção relevante de vocalizações onde essa associação é mais fraca, cujas taxas relativas de associação estão concentradas entre o primeiro e o segundo quartil (**Figura 21**).

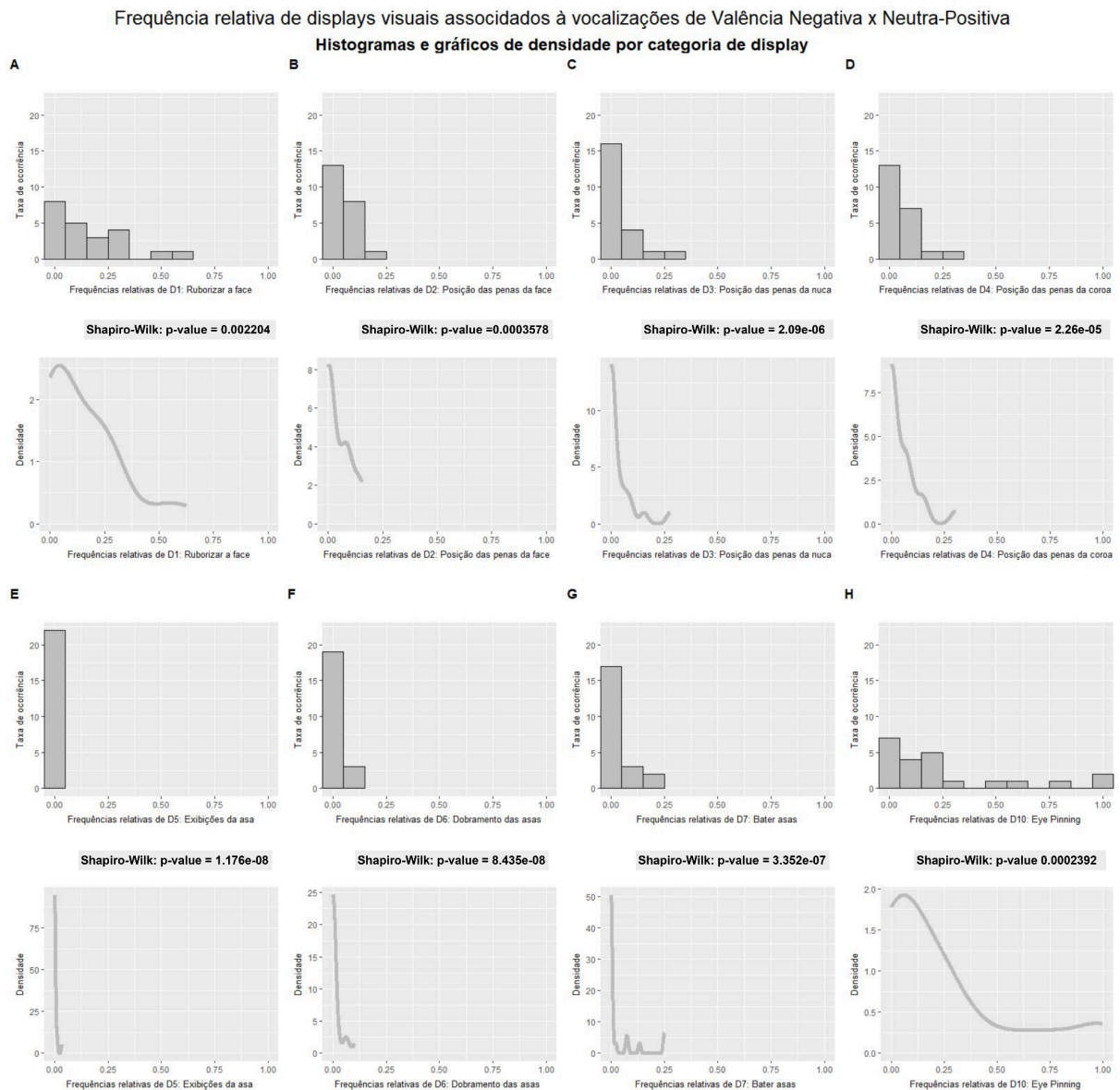


**Figura 21.** Representação gráfica da distribuição dos dados através de histograma. É possível observar que nossos dados não seguem uma distribuição normal padrão, temos um gráfico bimodal e assimétrico à esquerda, com a maior parte dos dados concentrada nos valores de frequência relativa do primeiro ao segundo quartil e do terceiro ao último quartil. **Fonte:** da autora.

Separando os *displays* por categorias, ainda não é possível visualizar uma distribuição normal padrão para a frequência relativa de nenhuma das categorias de *display* registrados. Neste caso, encontramos para maior parte das categorias de *displays* frequências relativas distribuídas em despenhadeiro à direita, onde a maior ocorrência dos dados está concentrada em valores de frequência relativa inferiores ao primeiro quartil. (**Figura 22b-g**). As categorias de “rubor facial” e “*eye pinning*”, entretanto, exibiram uma distribuição assimétrica à direita, onde a maior ocorrência dos dados está concentrada em valores de frequência relativa inferiores ao segundo quartil (**Figura 22a e Figura 22h**). Estes gráficos revelam que, quando



os diferentes *displays* são analisamos de forma individual, a maioria dos *displays* representam parcelas semelhantes de associação com vocalizações, cujas taxas individuais são baixas, com exceção dos *displays* de “rubor facial” e “*eye pinning*”, que representam também taxas maiores de associação, indicando que esses *displays* são mais observados que os demais em algumas categorias de vocalização.



**Figura 22.** Representação gráfica da distribuição dos dados através de histogramas (acima) e gráficos de densidade (abaixo). Os dados estão diferenciados por categorias de *displays* visuais, nenhuma das categorias segue uma distribuição normal padrão. **A e H.** Temos aqui histogramas assimétricos à direita, onde a maior ocorrência dos dados está concentrada em valores de frequência relativa inferiores ao segundo quartil. **B, C, D, E, F e G.** Temos aqui histogramas em despenhadeiro à direita, onde a maior ocorrência dos dados está concentrada em valores de frequência relativa inferiores ao primeiro quartil. **Fonte:** da autora.

Os resultados do teste t de Welch comprovaram este padrão, revelando valores-p significativos para a diferença entre as médias de frequências relativas de *displays* de “rubor facial” ( $p=0.003551$ ) e “*eye pinning*” ( $p=0.001328$ ) associados à vocalizações de contexto negativo e neutro/positivo, sendo que em ambos, os valores médios eram maiores em contextos negativos ( $\bar{x} \pm sd = 0.1874 \pm 0.1808$ ,  $\bar{x} \pm sd = 0.3300 \pm 0.3365$ ) com relação aos contextos neutro/positivos ( $\bar{x} \pm sd = 0.0319 \pm .0370$ ,  $\bar{x} \pm sd = 0.0126 \pm 0.0228$ ) (**Tabela 10, Figura 24, Figura 25**). Estes resultados demonstram que há uma tendência maior em exibir *displays* de “rubor facial” e “*eye pinning*” quando associados à vocalizações associadas a contextos de valência negativa, indicando a probabilidade de que esses *displays* em específico reflitam emoções negativas nestes animais.

Os demais *displays*, entretanto, não mostraram taxas relativas de associação significativamente distintas entre os contextos negativo e neutro/positivo, apesar de apresentarem, em geral, médias maiores para as taxas relacionadas a contextos de valência neutra-positiva (**Tabela 10**). Estes resultados sugerem ambiguidade com relação à interpretação da função destes sinais em araras-canindé de cativeiro, que podem ser encontrados tanto em situações de contexto negativo como em situações de contexto neutro ou positivo, e apesar dos resultados indicarem a possibilidade de que os *displays* de “posição das penas da face, coroa e nuca”, “dobramento das asas” e “bater asas” estejam associados à emoções de valência neutra ou positiva, os resultados não são fortes o suficiente para afirmar que esta relação existe.

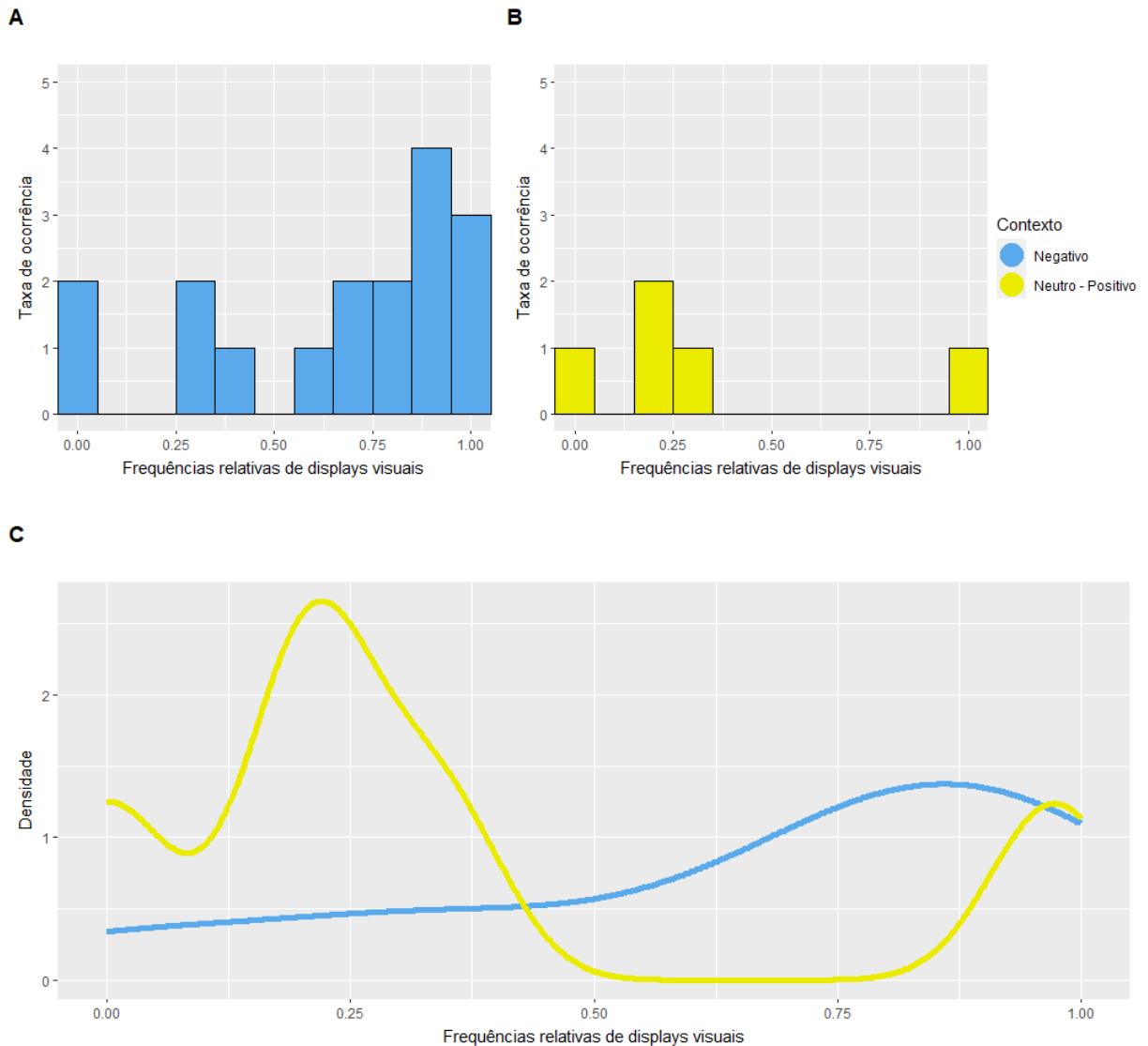
Considerando apenas a frequência de *displays* visuais, ignorando a categoria ao qual eles pertencem, também não fomos capazes de afirmar que a presença de sinais visuais associados à comunicação acústica transmite emoções negativas ou neutro/positivas em araras-canindé. Os resultados do teste t de Welch revelaram médias maiores para a associação de *displays* visuais com vocalizações que representam contextos negativos ( $\bar{x} \pm sd = 0.6638 \pm 0.3354$ ) com relação às taxas médias de *displays* associados à vocalizações de contexto neutro/positivo ( $\bar{x} \pm sd = 0.3473 \pm 0.3703$ ). Entretanto, essa relação não foi forte o suficiente para afirmar que existe uma diferença significativa entre a frequência de exibição de *displays* visuais em contextos negativos e neutro/positivos ( $p=0.1364$ ) (**Tabela 10, Figura 23**). Estes resultados sugerem novamente uma ambiguidade no que diz respeito à interpretação da função dos sinais visuais na comunicação multimodal de araras-canindé, indicando a possibilidade de que eles possam ser usados para indicar emoções, mas não emoções negativas ou positivas em específico.

**Tabela 10.** Resultados do teste t de Welch para comparação das médias de frequências relativas de *displays* visuais entre grupos de valência negativa e neutra-positiva.

Variável	Valência negativa ( $\bar{x} \pm sd$ )	Valência positiva ( $\bar{x} \pm sd$ )	Estatística t	df	Valor p
Displays totais	0.6638 ± 0.3354	0.3473 ± 0.3703	1.7157	6.0738	0.1364
D1: Ruborizar a face	0.1874 ± 0.1808	0.0319 ± 0.0370	3.3186	19.314	0.003551
D2: Posição das penas da face	0.0437 ± 0.0555	0.0537 ± 0.0607	-0.32857	6.1152	0.7534
D3: Posição das penas da nuca	0.0262 ± 0.0453	0.0712 ± 0.1178	-0.83626	4.3529	0.4465
D4: Posição das penas da coroa	0.0388 ± 0.0549	0.0852 ± 0.1269	-0.79575	4.4486	0.4665
D5: Exibição das asas	0.0026 ± 0.0083	0.0021 ± 0.0047	0.16168	12.178	0.8742
D6: Dobramento das asas	0.0039 ± 0.0162	0.0364 ± 0.0447	-1.5935	4.3122	0.1811
D7: Bater asas	0.0313 ± 0.0683	0.0542 ± 0.1098	-0.44275	4.946	0.6766
D10: <i>Eye pinning</i>	0.3300 ± 0.3365	0.0126 ± 0.0228	3.8572	16.487	0.001328

**Fonte:** da autora.

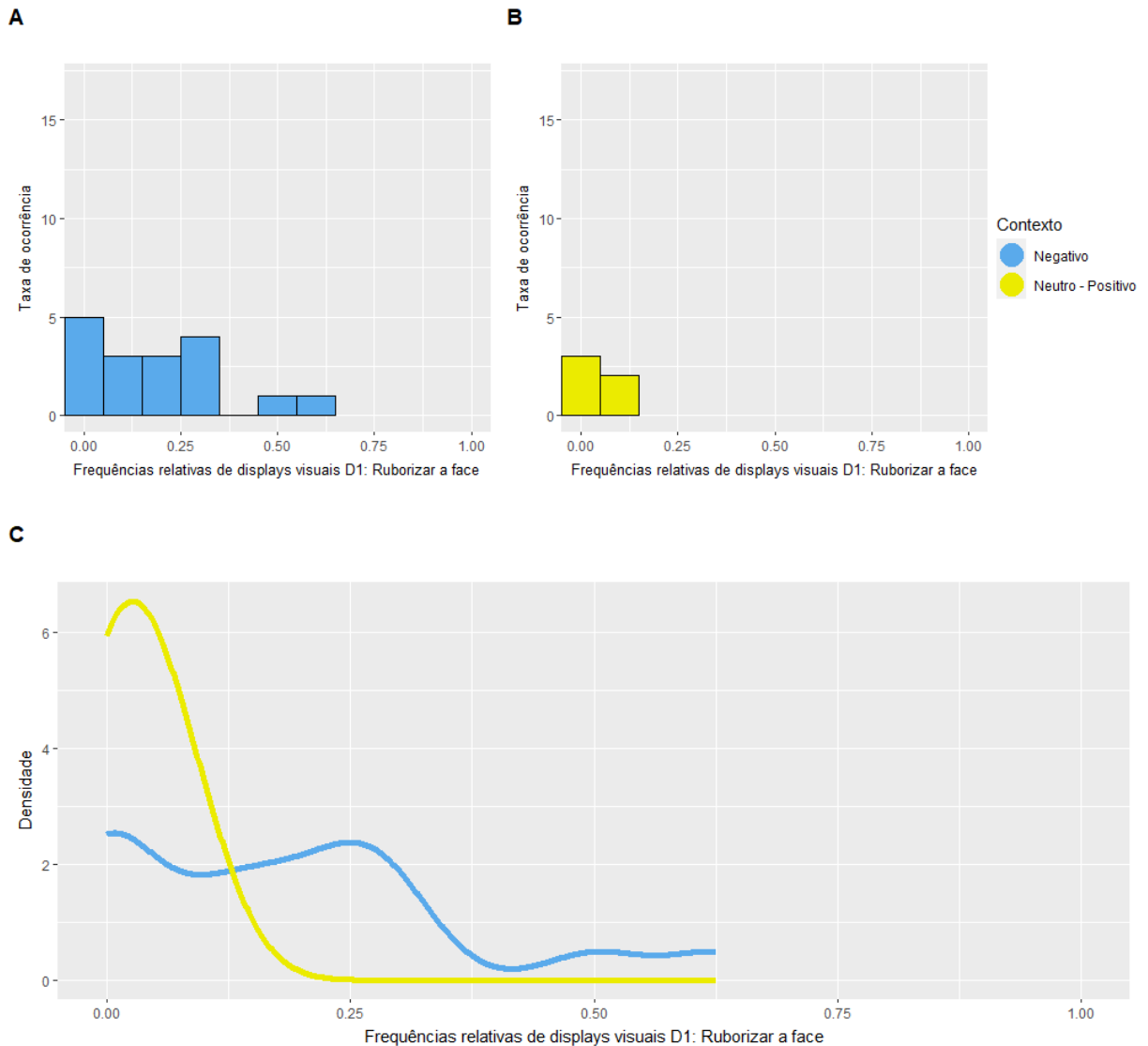
Frequência relativa de *displays* visuais associados à vocalizações de Valência Negativa x Neutra-Positiva



**Figura 23.** Representação gráfica da frequência relativa de *displays* visuais totais associados à vocalizações em contextos de valência negativa (azul) e neutro-positiva (amarelo). **A.** Temos aqui um histograma bimodal e assimétrico à esquerda. É possível observar através da comparação entre os histogramas A e B que existe uma tendência a maiores frequências relativas de *displays* visuais associados à vocalizações de contexto negativo (A), sendo que na maior parte das amostras de A, pelo menos 50% das vocalizações estão associadas a *displays* visuais. **B.** Temos aqui um histograma bimodal à direita. É possível observar através do histograma que em vocalizações de contexto neutro-positivo existem duas tendências quanto à associação de *displays* visuais, na maior parte das amostras, menos de 35% das vocalizações estão associadas à *displays* visuais, mas também há uma parcela de amostras onde mais de 95% das vocalizações estão associadas à *displays* visuais. **C.** Através do gráfico de densidades, é possível visualizar as mesmas tendências de frequências observadas nos histogramas A e B. As áreas de densidade correspondentes aos *displays* em contextos negativo (azul) e neutro-positivo (amarelo) se sobrepõem em partes, indicando que não há diferença significativa entre as médias de *displays* nos dois tratamentos. **Fonte:** da autora.

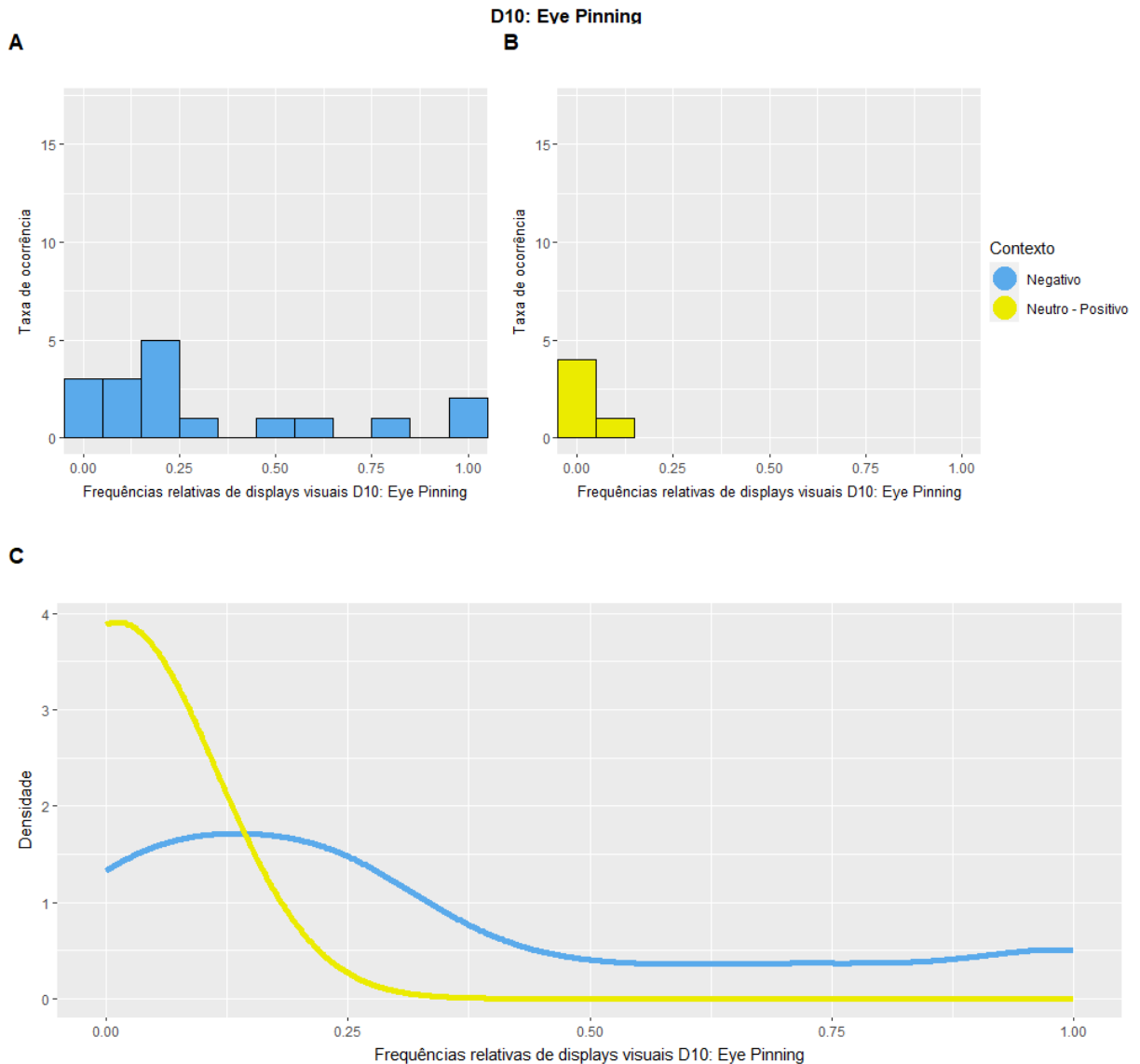
Frequência relativa de *displays* visuais associados à vocalizações de Valência Negativa x Neutra-Positiva

D1: Ruborizar a face



**Figura 24.** Representação gráfica da frequência relativa de *displays* visuais de “ruborizar a face” associados à vocalizações em contextos de valência negativa (azul) e neutro-positiva (amarelo). **A e B.** Temos aqui dois histogramas assimétricos à direita. É possível observar através dos histogramas que em contextos negativos (A) existe uma tendência à maiores associações de vocalizações à *displays* de rubor facial com relação aos contextos neutro-positivos (B), onde as amostras estão limitadas à menos de 15% de vocalizações associadas à este *display*. **C.** Através do gráfico de densidades, é possível visualizar as mesmas tendências de frequências observadas nos histogramas A e B. As áreas de densidade correspondentes aos *displays* em contextos negativo (azul) e neutro-positivo (amarelo) quase não se sobrepõem, indicando que há diferença significativa entre as médias de *displays* “ruborizar a face” nos dois tratamentos. Também é possível verificar que o gráfico em azul se encontra deslocado à direita com relação ao gráfico em amarelo, indicando uma tendência a maiores frequências relativas de *displays* “ruborizar a face” associados à vocalizações em contextos negativos. **Fonte:** da autora.

Frequência relativa de *displays* visuais associados à vocalizações de Valência Negativa x Neutra-Positiva



**Figura 25.** Representação gráfica da frequência relativa de *displays* visuais de “*eye pinning*” associados à vocalizações em contextos de valência negativa (azul) e neutro-positiva (amarelo). **A e B.** Temos aqui um histograma assimétrico à direita (A) e um histograma em despenhadeiro à direita. É possível observar através dos histogramas que em contextos negativos (A) existe uma tendência à maiores associações de vocalizações à *displays* de “*eye pinning*” com relação aos contextos neutro-positivos (B), onde as amostras estão limitadas à menos de 15% de vocalizações associadas à este display. **C.** Através do gráfico de densidades, é possível visualizar as mesmas tendências de frequências observadas nos histogramas A e B. As áreas de densidade correspondentes aos *displays* em contextos negativo (azul) e neutro-positivo (amarelo) quase não se sobrepõem, indicando que há diferença significativa entre as médias de *displays* “*eye pinning*” nos dois tratamentos. Também é possível verificar que o gráfico em azul se encontra deslocado à direita com relação ao gráfico em amarelo, indicando uma tendência a maiores frequências relativas de *displays* “*eye pinning*” associados à vocalizações em contextos negativos. **Fonte:** da autora.

### **6.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*Ara ararauna*) ao longo do dia**

Para a descrição dos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*A. ararauna*) ao longo do dia, nos baseamos nas amostras de *all occurrences sampling* coletadas entre os dias 4 e 5 de Outubro de 2022 - coleta piloto- e nas amostras de *scan sampling* coletadas entre os dias 6 e 13 de Outubro de 2022 - coleta definitiva. Ao todo, analisamos 39 amostras de *scan sampling*, que estavam distribuídas nos períodos da manhã e da tarde ao longo de 5 dias de coleta. A partir dessas coletas, extraímos dados referentes a frequências de comportamentos, *displays* visuais e vocalizações. No total catalogamos e analisamos 904 vocalizações, 131 *displays* visuais e 1008 comportamentos (**Apêndice B**), dados que utilizamos para a detecção de padrões de comportamento e comunicação relacionados à rotina das araras-canindé observadas no estudo. As informações obtidas na coleta de dados piloto foram utilizadas para uma descrição mais detalhada e menos rigorosa acerca dos padrões individuais e grupais observados na rotina das aves na Morada das Araras.

#### **6.3.1. Dados piloto: relato de caso**

Os dois primeiros dias de coleta foram destinados para a ambientação da observadora no local e registro geral dos padrões de comportamentos apresentados pelas araras-canindé (*A. ararauna*) do Zoo das Aves de Poços de Caldas-MG. Para isso, utilizamos a técnica de amostragem *all occurrences sampling* (**Tabela 6**), registrando todos os tipos de comportamentos identificados ao longo da coleta.

Durante o primeiro dia, 04 de Outubro de 2022, as araras demonstraram grande curiosidade pela observadora e pelos equipamentos, muitas delas se agrupando ao redor da observadora e exibindo tentativas de bicar objetos como caderno de campo, garrafinha de água e tênis. Porém essas tentativas não foram acompanhadas de comportamentos agressivos. No segundo dia, 05 de Outubro de 2022, as araras demonstraram menos curiosidade com relação ao dia anterior, apenas 3 canindés se aproximaram da observadora e exibiram tentativas de bicar os objetos pessoais. Em ambos os dias, observamos uma frequência alta de comportamentos relacionados à alimentação, higiene, brincadeira, locomoção, descanso, alerta, estresse e agressividade.

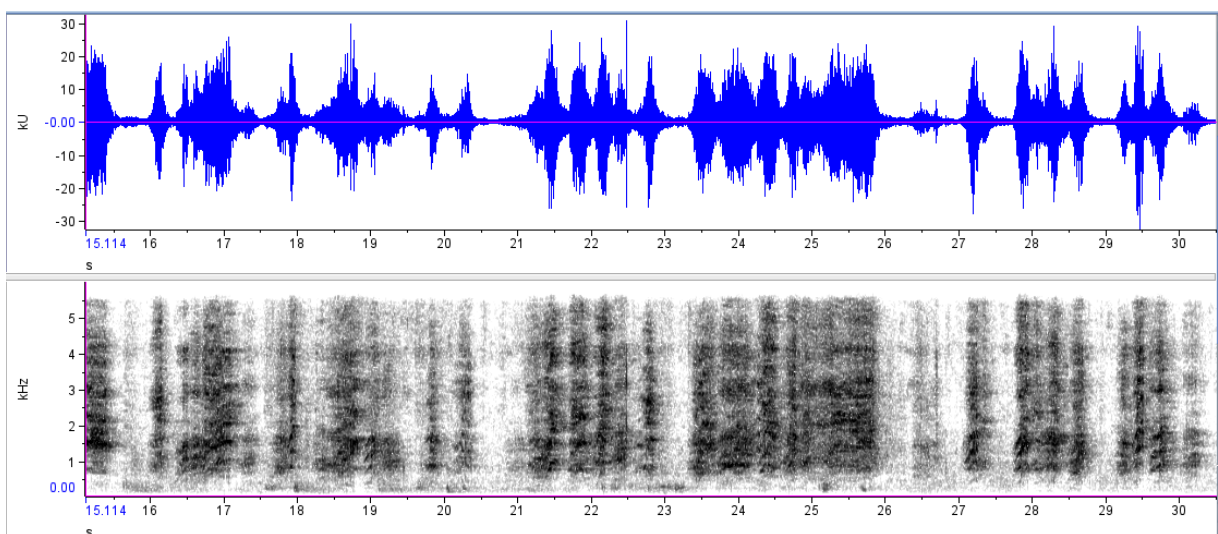
Os comportamentos relacionados à alimentação (**Figura 26**) foram principalmente “alimentação” e “beber água”. Identificamos de modo geral uma maior agitação das araras



durante a entrada do tratador com o alimento no recinto, parecendo haver um padrão onde elas se deslocam em massa e emitem vocalizações (**Figura 27**). Também observamos um padrão de agressividade entre as elas durante a alimentação, com a presença de comportamentos como “projeção de bico”, “aproximação-retirada” e “agressão”.



**Figura 26.** Araras-canindé (*A. ararauna*) se alimentando. 1. Bebendo água. 2. Comendo folha de bananeira (*Musa sp.*). 3. Comendo ração. 4. Comendo frutas. **Fonte:** da autora.



**Figura 27.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* associadas a comportamentos de deslocamento e alimentação. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente. **Fonte:** da autora.



Além do padrão aparente de deslocamento durante o período de alimentação, observamos em geral mais comportamentos de “locomoção” (**Figura 28**) durante e após a entrada de visitas no recinto. É importante ressaltar que a maioria das aves fica a maior parte do dia empoleirada nos poleiros, grades e abrigos, descendo apenas para se alimentar. A maior parte das aves que apresentam maior frequência de locomoção está concentrada na parte da entrada do recinto, onde os visitantes passam primeiro. Existe também uma tendência de maior atividade no período da manhã e final da tarde, sendo que no intervalo de 11h e 13h a maioria das aves repousam ou dormem.



**Figura 28.** Arara-canindé (*A. ararauna*) se locomovendo através do voo. **Fonte:** da autora.

Os comportamentos relacionados ao descanso (**Figura 29.1 e 29.2**) foram representados por “repouso” e “dormindo”, estando o repouso muitas vezes associado aos comportamentos de preening (**Figura 29.3 e 29.4**), “autopreening” e “allopreening”.



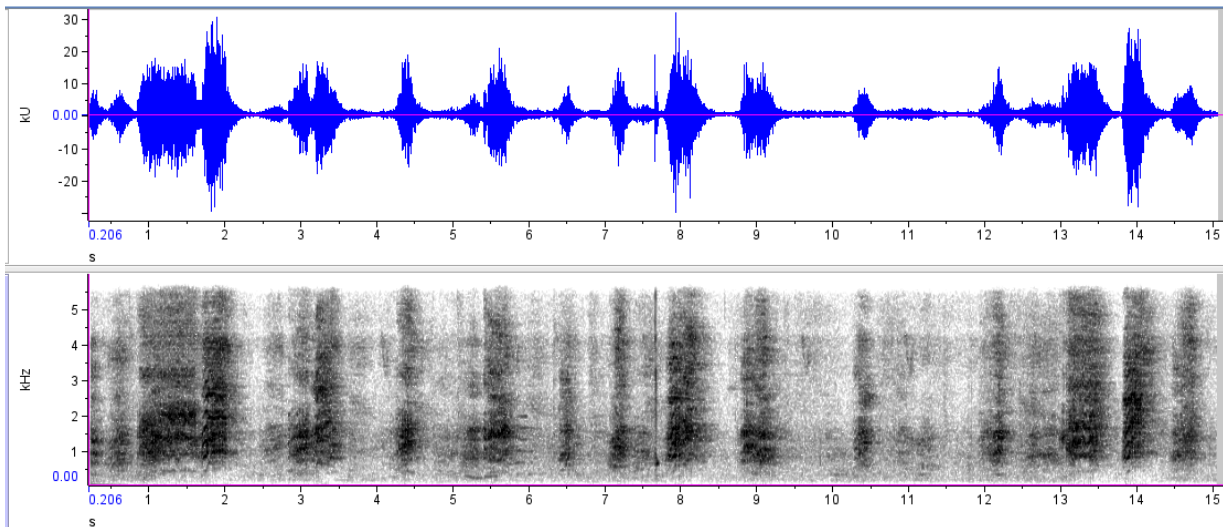


**Figura 29.** Araras-canindé (*A. ararauna*) descansando. 1. Em repouso. 2. Dormindo. 3. Realizando autopreening. 4. Realizando allopreening. **Fonte:** da autora.

Observamos comportamentos de “brincadeira” (**Figura 30**) principalmente em situações de bem-estar, geralmente associados à introdução de enriquecimentos ambientais no recinto e a vocalizações curtas e de baixa intensidade (**Figura 31**).



**Figura 30.** Arara-canindé (*A. ararauna*) brincando com o enriquecimento físico/cognitivo. **Fonte:** da autora.



**Figura 31.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* associadas a brincadeira com objetos de um enriquecimento físico/cognitivo. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente. **Fonte:** da autora.

Os comportamentos de alerta, estresse e agressividade, por outro lado, foram mais frequentes em situações de interação com humanos, principalmente na presença de crianças e do veterinário. Em geral, observamos uma maior exibição do comportamento de “posição de alerta” (Figura 32) com a entrada de visitantes no recinto, exibido por algumas aves específicas, estando esse comportamento de vigilância muitas vezes associados a *displays* visuais como a contração da pupila, o dobramento e exibição das asas, rubor facial e movimentação das penas cabeça.



**Figura 32.** Araras-canindé (*A. ararauna*) em situações de alerta. 1. Posição de alerta. 2. Posição de alerta com *display* de dobramento de asas. **Fonte:** da autora.

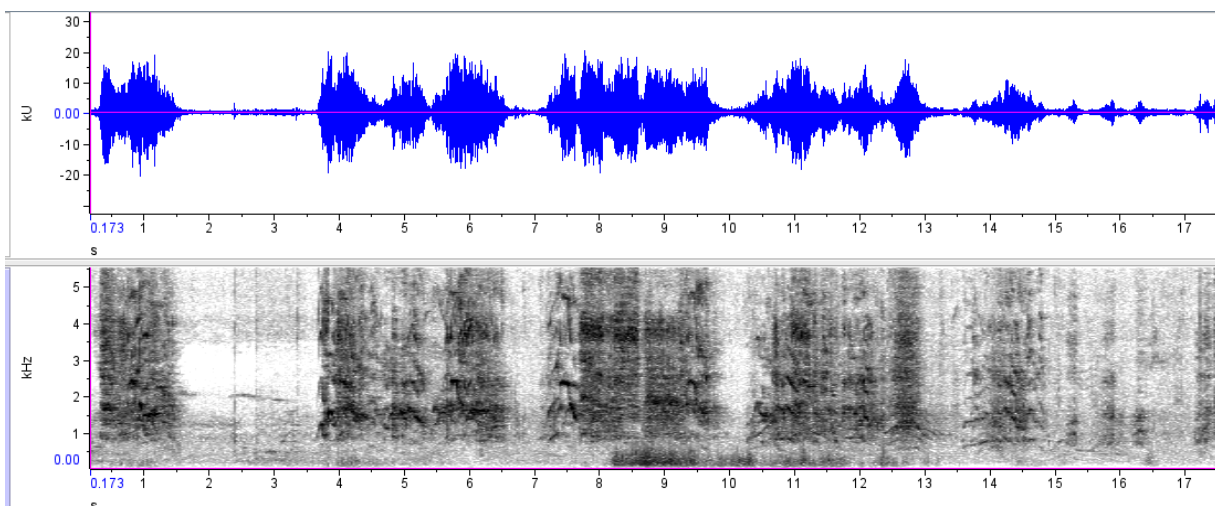


Esses mesmos *displays* faciais muitas vezes estavam associados também às situações de estresse (Figura 35) e agressividade (Figura 33), sendo que os comportamentos agressivos mais observados foram os de “aproximação-retirada”, “agrupamento-afastamento” e “projeção de bico” em relação aos visitantes na área próxima à entrada, e de “aproximação-retirada”, “projeção de bico” e “agressão” em interações agonísticas entre as araras do recinto. Chamados de agonia parecem ser emitidos sempre que as aves se envolvem em interações agonísticas de alto risco. Abaixo é possível visualizar um sonograma (Figura 34) demonstrando os chamados emitidos durante a agressão entre *A. ararauna* e *A. macao*.



**Figura 33.** Araras-canindé (*A. ararauna*) em situações de agressividade. 1 e 3. Projeção de bico entre *A. ararauna* e *A. hyacinthinus*. 2. Agressão entre *A. ararauna* e *A. hyacinthinus*. 4. Agressão entre *A. ararauna* e *Ara chloropterus* com exibição de *display* de abertura de asas. 5. Exibição de rubor facial e eriçamento das penas para visitantes. 6. Aproximação-retirada entre aves *A. ararauna* e visitantes. **Fonte:** da autora.





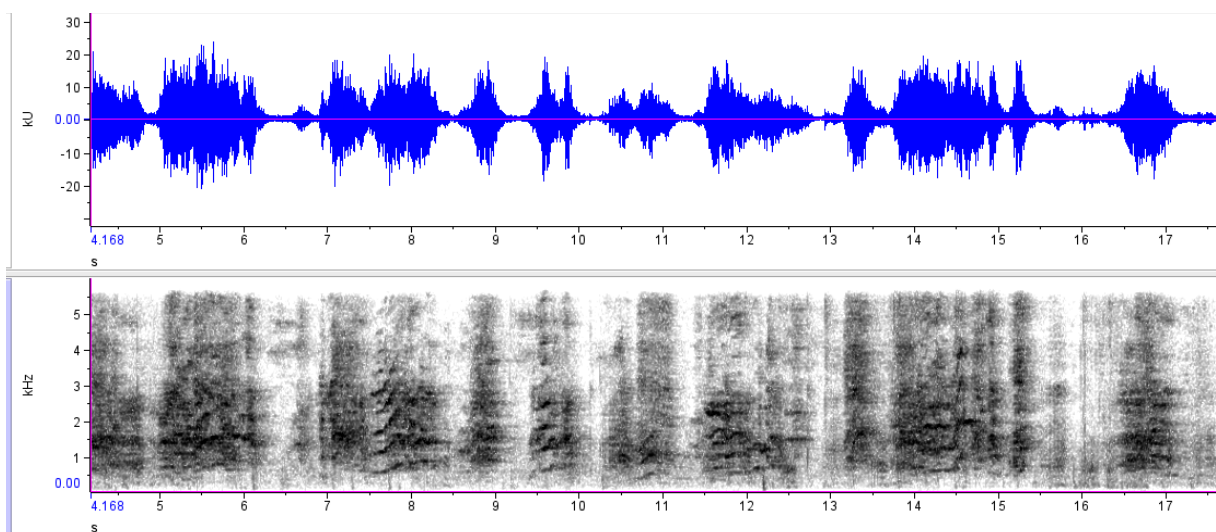
**Figura 34.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* em situação de agressão com *A. macao*. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente. **Fonte:** da autora.

Os comportamentos agonísticos muitas vezes estavam associados a comportamentos de estresse (**Figura 35**), ambos parecendo ser mais intensos em períodos onde o fluxo de pessoas no recinto é maior. Considerando que o ser humano é uma das maiores ameaças para araras selvagens, é de se esperar que as visitas sejam um fator gerador de estresse e agressividade. Os comportamentos de estresse mais observados foram “automutilação”, “estereotipia” e “cavar terra”, associados aos *displays* de rubor facial e a contração da pupila.

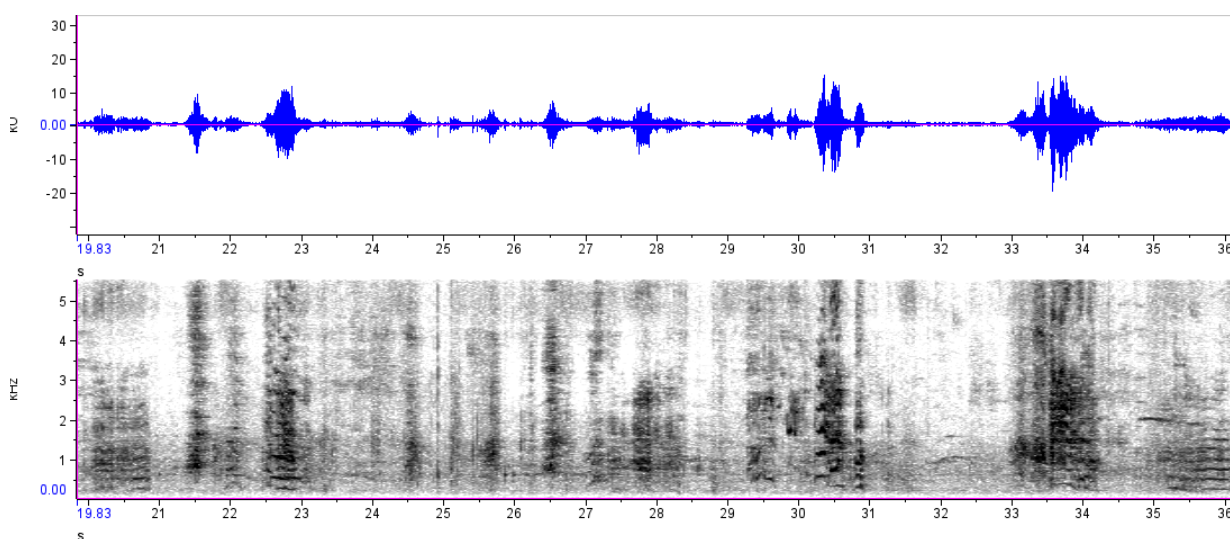


**Figura 35.** Araras-canindé (*A. ararauna*) em situações de estresse. **1.** Bicar ou esfregar bico no tronco. **2.** Cavar terra com exibição de rubor facial e contração da pupila. **3.** Arrancar penas e/ou arranhar a própria face. **4.** Ave com muitas penas do peito, nuca, asas e cauda arrancadas. **Fonte:** da autora.

Abaixo é possível observar através de sonogramas vocalizações que são emitidas pela espécie enquanto exibem comportamentos de automutilação (**Figura 36**) e de cavar terra de modo insistente (**Figura 37**).



**Figura 36.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de *A. ararauna* enquanto realizam automutilação, esfregando o bico na grade. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente. **Fonte:** da autora.

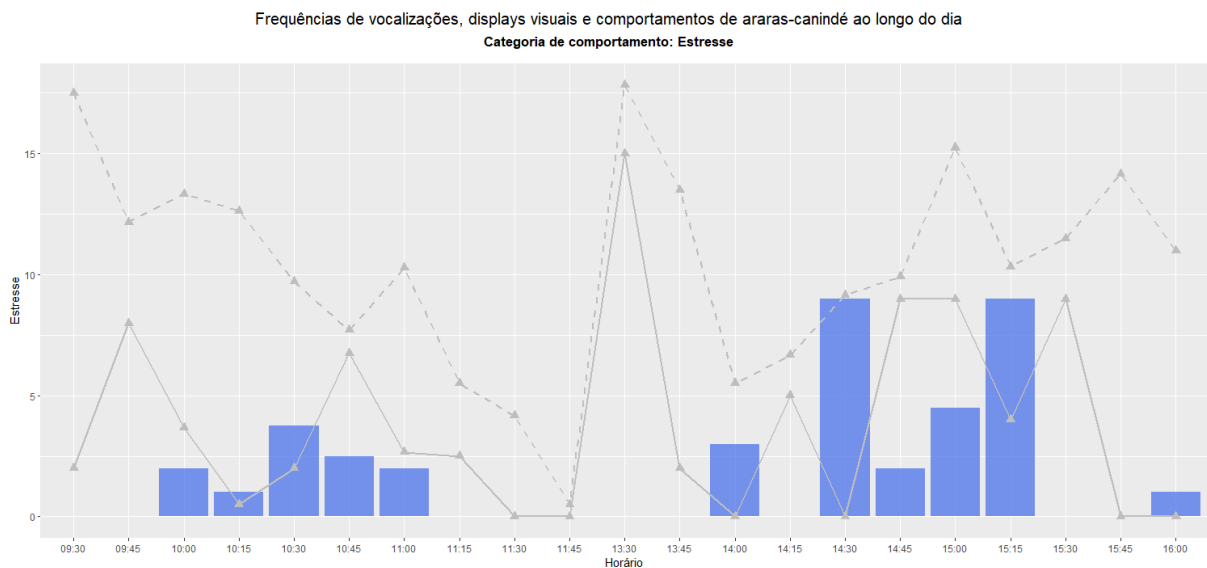


**Figura 37.** Oscilograma e sonograma representando graficamente vocalizações de um casal de *A. ararauna* enquanto realizam o movimento de cavar a terra repetitivamente. O eixo x representa a duração (s) da emissão, os eixos y representam a amplitude (kU) e frequência (kHz), respectivamente. **Fonte:** da autora.

### 6.3.2. Dados definitivos

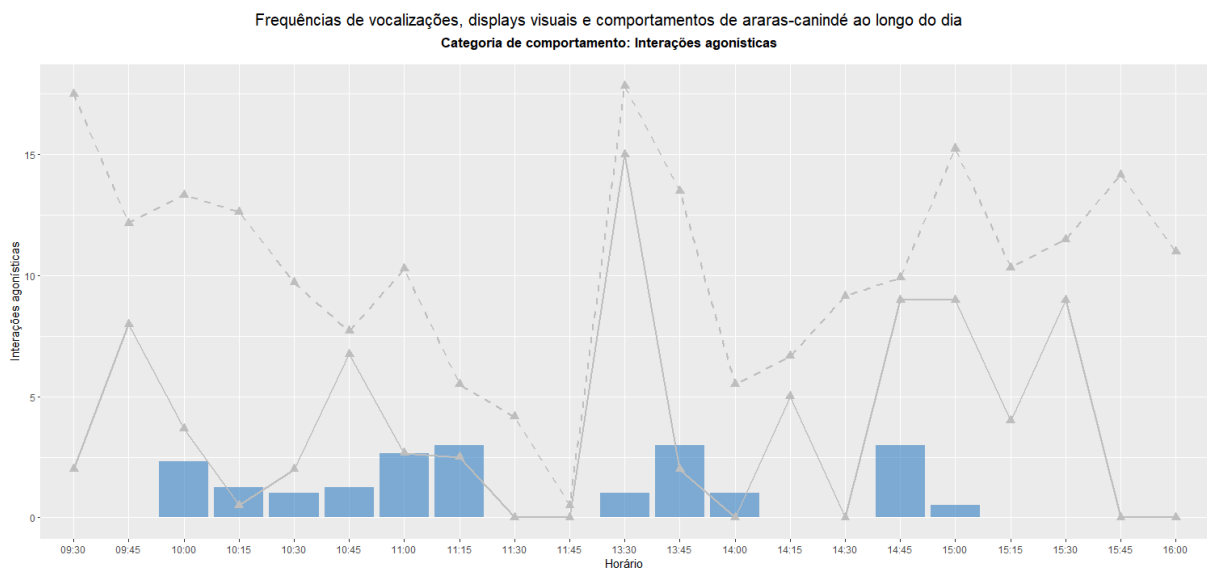
Os dados coletados entre os dias 6 e 13 de Outubro de 2022 foram utilizados para a identificação de padrões de comportamento e comunicação ao longo do dia e para a caracterização da rotina das aves no recinto. Nossos resultados indicam que o horário do dia está relacionado com a frequência de determinados comportamentos e com as taxas de emissão de *displays* visuais e emissões vocais, como pode ser observado nos gráficos a seguir (**Figuras 38 a 46**).

Separando nossos dados por categoria de comportamento, é possível visualizar uma tendência à exibição de comportamentos relacionados ao estresse mais intensa no período da tarde, especialmente entre 14:30h e 15:15h (**Figura 38**). Essa tendência pode estar relacionada aos horários de pico de visitação no recinto, que geralmente são maiores durante o período da tarde (**Apêndice B**). Outra possível explicação é o acúmulo de estresse gerado pela visitação do recinto ao longo do dia, que iniciam sempre às 9h e finalizam às 16h.



**Figura 38.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de estresse exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

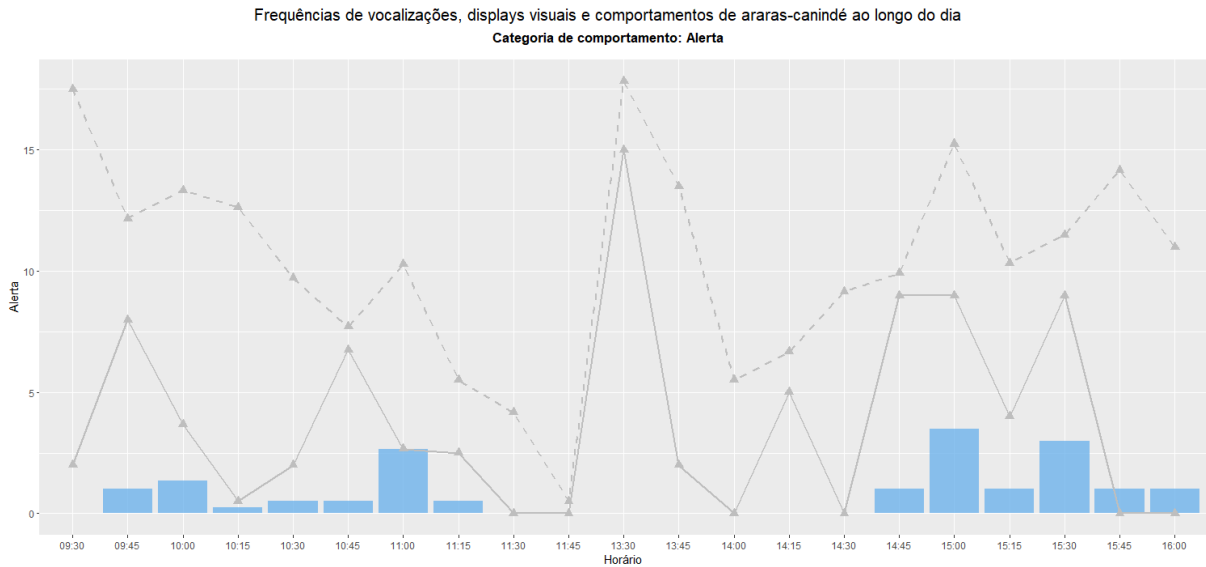
Os comportamentos agonísticos, por sua vez, foram mais frequentes no período da manhã, com mais dois picos próximos aos horários das 13:45h e 14:45h (**Figura 39**). É interessante notar que alguns destes picos estão diretamente relacionados aos picos de alimentação (**Figura 42**), sendo que os horários das 10:15h e das 13:45h são justamente os horários onde se iniciam duas das refeições na rotina das aves no recinto, momento que, como relatado anteriormente, está ligado à interações agonísticas e disputas por alimento.



**Figura 39.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de interação agonística exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

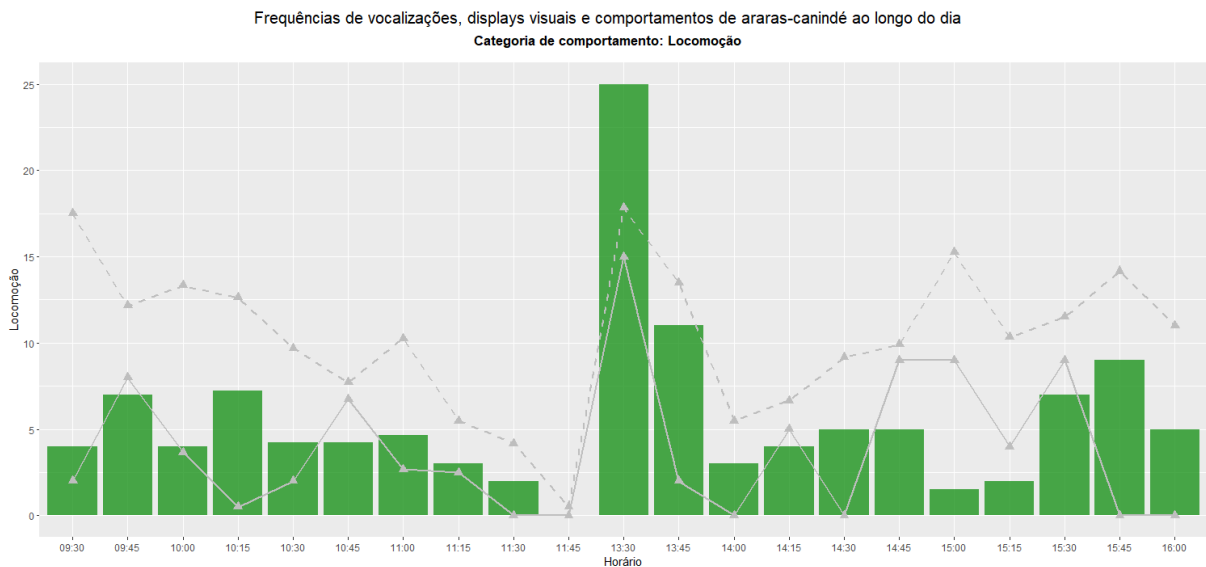
Já com relação aos comportamentos de alerta, observamos uma frequência maior durante o período final da tarde, com frequências menores durante a manhã e uma lacuna de comportamentos entre 11:15h e 14:45h (**Figura 40**). Essa lacuna está diretamente relacionada com o aumento da frequência de comportamentos de descanso (**Figura 43**), seguido pelo aumento da frequência de comportamentos de locomoção (**Figura 41**) e alimentação (**Figura 42**), indicando que esse período entre 11:15h e 14:45h é parte da rotina das aves em que elas se encontram menos vigilantes pois estão, primeiramente em seu horário de descanso e, posteriormente, entretidas com a alimentação.





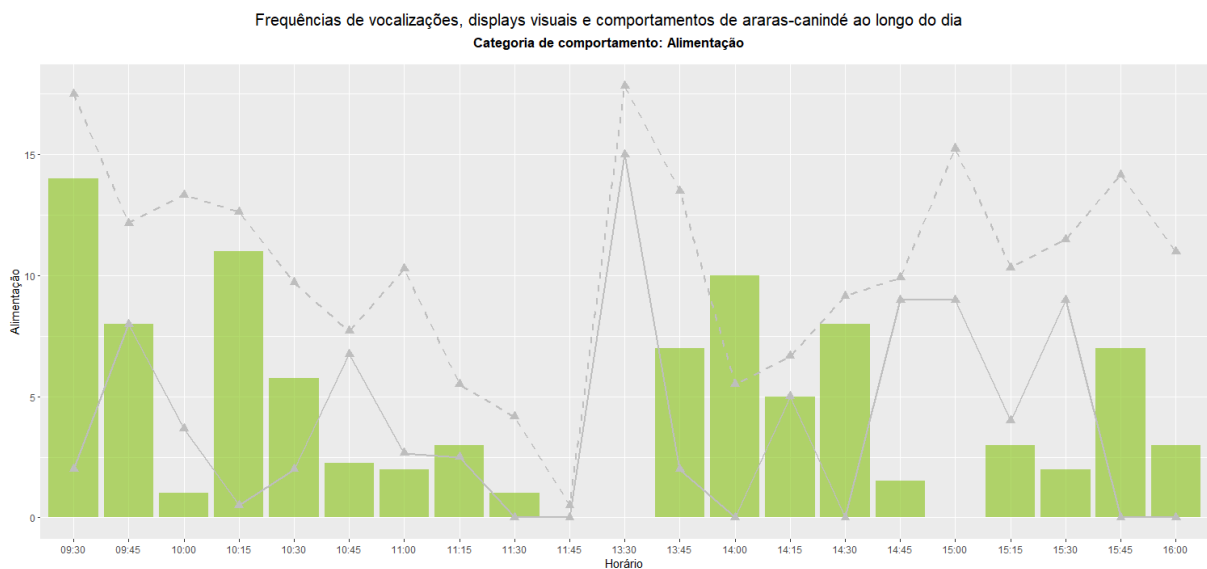
**Figura 40.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de alerta exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

É interessante observar que as altas taxas de locomoção no recinto estão diretamente associadas às taxas de alimentação, sendo possível observar um padrão de locomoção que antecede a alimentação, especialmente no horário das 13:30h, horário em que o tratador entra para abastecer as bandejas de frutas. Um novo aumento nas taxas de locomoção ocorre às 15:30h, último horário em que são servidas as rações no dia (**Figura 41, Figura 42**). É interessante observar que os picos de locomoção também representam a maioria dos picos de emissões vocais - exceto pelos picos observados às 14:45h e às 15:00h - e podemos inferir que as aves vocalizam mais enquanto estão se locomovendo (**Figura 41**).



**Figura 41.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de locomoção exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

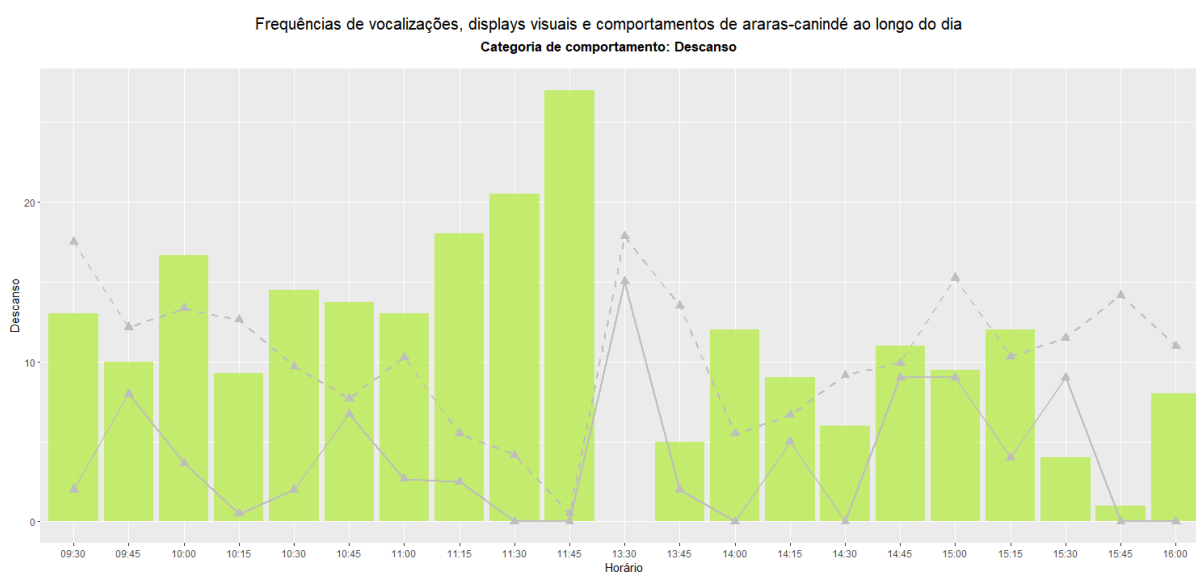
Além dos padrões de alimentação mencionados anteriormente, também é possível observar altas taxas pela manhã, especialmente às 09:30h e às 10:15h (**Figura 42**). Entretanto, aqui não pudemos constatar o mesmo padrão de aumento de locomoção antecedendo a alimentação, uma vez que o tratador pela manhã costuma abastecer as bandejas de alimento em horário anterior à abertura do zoológico, período que não se encontra nas amostras de dados coletados. As altas taxas de locomoção estão diretamente relacionadas ao avistamento do tratador e entrada no recinto com o alimento (**Apêndice B**).



**Figura 42.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de alimentação exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

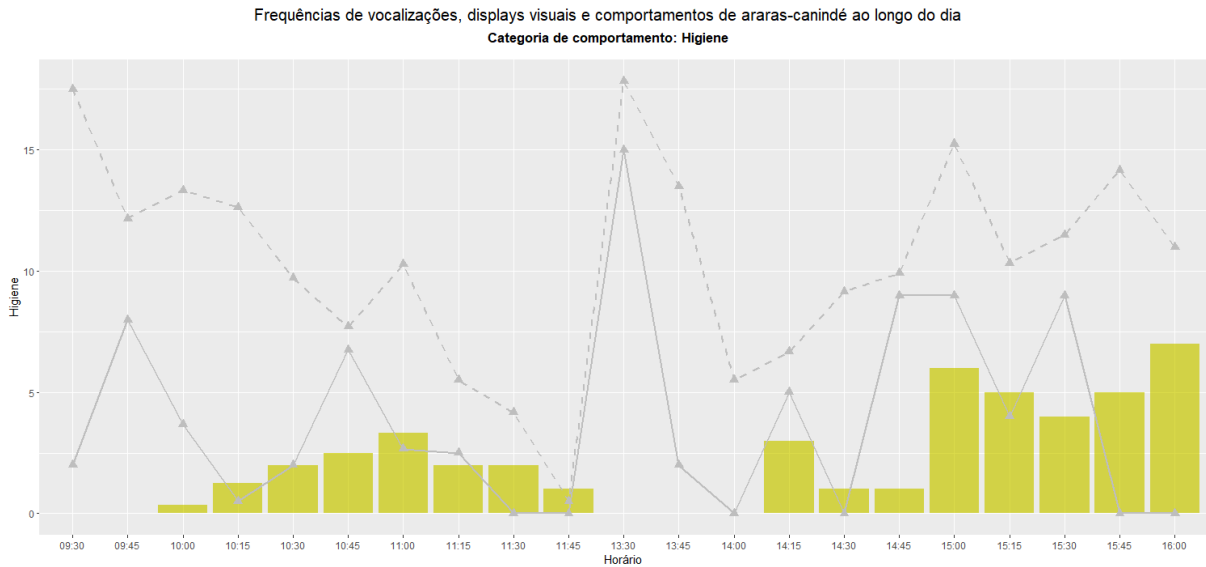
Como é de se esperar, a frequência na exibição de comportamentos de descanso está inversamente relacionada com a frequência de comportamentos de locomoção (**Figura 41**, **Figura 43**). A partir dos gráficos, pudemos constatar que o período de atividade das aves no recinto é maior pela tarde, especialmente após as 13:30, onde observamos uma queda abrupta nos comportamentos de descanso, substituídos por um aumento exponencial nos comportamentos de locomoção. Durante a manhã observamos uma maior tendência à

inatividade nas aves, especialmente entre 11:15h e 11:45h, que parece ser o período de descanso das aves, coincidindo com o horário em que o sol está mais forte e incide diretamente sobre o recinto (**Figura 43**). É importante ressaltar que dentre 12:00h e 13:15h temos um hiato de amostragem nos nossos dados, sendo difícil portanto afirmar se o período de descanso das aves termina às 13:30h, onde observamos o maior pico de atividade do dia, ou antes.



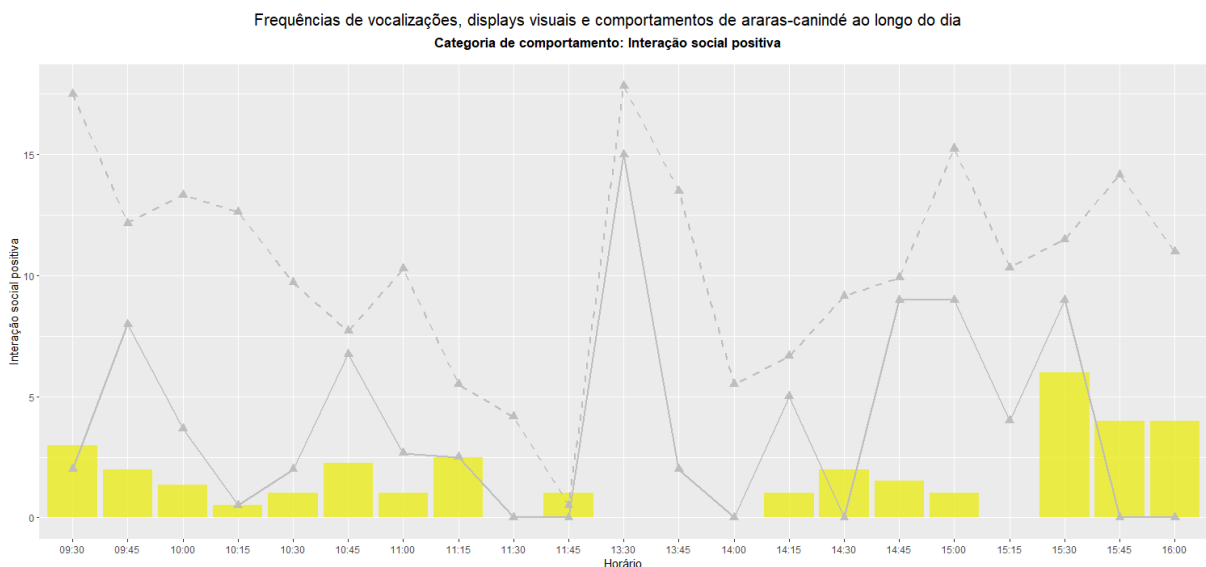
**Figura 43.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de descanso exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

Observamos ainda, um padrão relacionado à valência emocional, onde parece haver o aumento na frequência de comportamentos de positiva ao final da tarde (**Figura 44**, **Figura 45**, **Figura 46**). Os comportamentos de higiene, em especial, exibiram aumento significativo nas taxas de 15:00h em diante (**Figura 44**).



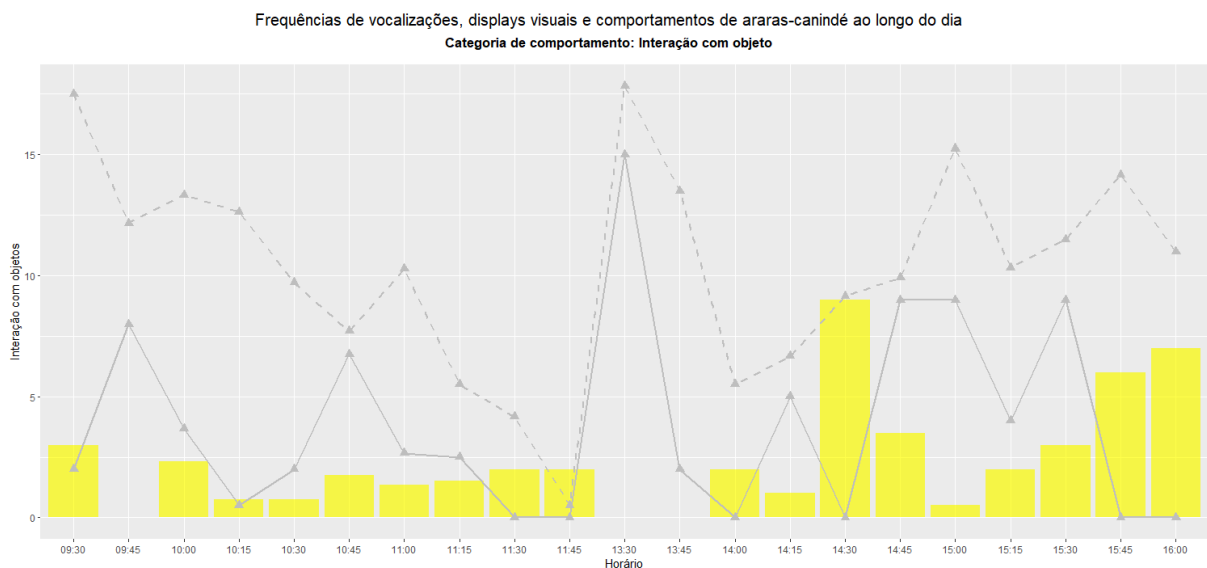
**Figura 44.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de higiene exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

Os comportamentos de interação social positiva, por sua vez, tiveram seus valores mais altos entre 15:30h e 16:00h, exibindo um padrão semelhante ao observado para os comportamentos de higiene, porém com frequências relativamente maiores no período inicial da manhã (Figura 45).



**Figura 45.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de interação social positiva exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

Por fim, os comportamentos relativos à interação com objetos, que consistiram principalmente no comportamento de “brincadeira”, tiveram dois picos significativos ao longo da tarde, um deles às 14:30h e o outro crescendo a partir das 15:15h (**Figura 46**), exibindo altas taxas ao final da tarde como foi observado anteriormente para os comportamentos de higiene e interação social positiva. É interessante observar que a presença e frequência de comportamentos de brincadeira estão de certa forma associadas à quedas nas taxas de *displays* visuais (**Figura 46**), indicando a possibilidade de que o bem-estar causado pelas brincadeiras esteja relacionado à redução de *displays* que sinalizam emoções negativas, como constatado para “rubor facial” e “*eye pinning*” nos resultados anteriores (Seção 6.2. Comunicação multimodal em araras-canindé). Também é importante pontuar que as taxas de comportamentos de interação com objeto estão diretamente relacionadas com a introdução de enriquecimentos físicos e cognitivos no recinto (**Apêndice B**), e que há a possibilidade de que o aumento nas taxas de comportamentos de valência positiva ao final da tarde seja em decorrência destas intervenções.



**Figura 46.** Gráfico de barras representando a frequência média de comportamentos de interação com objeto exibidos ao longo do dia por araras-canindé em cativeiro. Associados ao gráfico de barras, observamos dois gráficos de linha: a linha tracejada representa o número médio de vocalizações emitidas ao longo do dia e a linha contínua representa a frequência média de *displays* visuais ao longo do dia. **Fonte:** da autora.

#### **6.4. Efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*Ara ararauna*)**

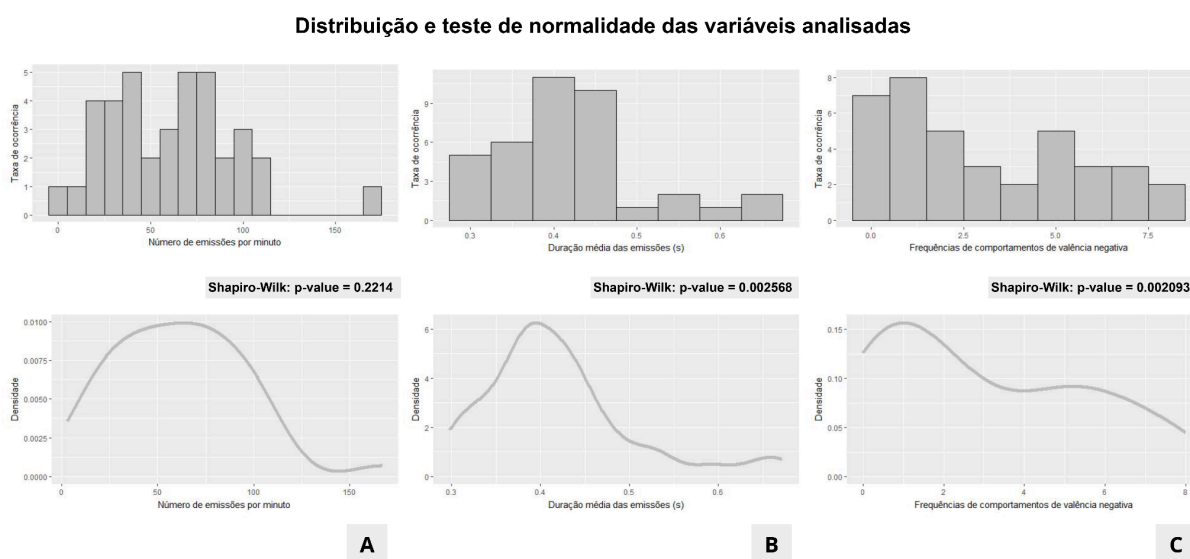
Para testar os efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé, nos baseamos nas amostras de *scan sampling* coletadas entre os dias 6 e 13 de Outubro de 2022 e nos valores referentes aos tratamentos associados a cada uma delas. Ao todo, analisamos 39 amostras de *scan sampling*, e 9 tratamentos, sendo eles: presença de visitantes, presença de interação dos visitantes, nível de interação dos visitantes, faixa etária predominante dos visitantes, presença de monitores, presença de tratador, presença de veterinário, presença de enriquecimento ambiental e tipo de enriquecimento ambiental. Entretanto, as variáveis presença de veterinário e tratador foram eliminadas das análises, haja visto a quantidade limitada e insuficiente de amostras representando estes tratamentos. O tratamento relativo à presença de monitores também foi excluído das análises em detrimento da dificuldade em garantir o controle experimental e a independência dos dados relativos à este, uma vez que a presença de monitores é exigida durante as visitas e não obtivemos amostras suficientes em que esta condição se apresentou isolada do efeito da presença de visitantes

Para cada amostra de *scan sampling* coletada, extraímos dados referentes a frequências de comportamentos categorizados em valência negativa, neutra e positiva, os parâmetros acústicos utilizados para caracterizar as vocalizações e os valores referentes a cada tratamento associado às amostras. A frequência de *displays* visuais não foi incorporada nas análises em detrimento da ambiguidade demonstrada para *displays* totais quando agrupados (Seção 6.2. Comunicação multimodal em araras-canindé), uma vez que não seria possível afirmar qual a funcionalidade estaria atribuída a valores maiores ou menores de frequências de *displays* por amostra.

Os tratamentos relacionados à presença e intensidade de pessoas no recinto foram considerados como fatores estressores - presença de visitantes, presença de interação dos visitantes, nível de interação dos visitantes, faixa etária predominante dos visitantes - e os tratamentos relacionados às medidas de enriquecimento ambiental foram considerados fatores atenuantes - presença de enriquecimento ambiental e tipo de enriquecimento ambiental. Para avaliar a resposta das aves em relação aos fatores estressores e atenuantes descritos, elaboramos primeiramente gráficos do tipo *pair plots* (**Figuras 48-53**), os quais nos permitiram visualizar a interação entre as nossas variáveis dependentes - frequências de comportamentos de valência negativa, neutra e positiva e parâmetros acústicos - sob efeito

dos diferentes grupos dentre os tratamentos empregados. A partir destes gráficos e através de uma análise exploratória visual dos dados, pudemos identificar as variáveis que que aparentavam sofrer efeito dos diferentes tratamentos, estabelecendo-as como foco das análises. Identificamos variações entre os grupos para as variáveis “duração média das emissões (s)”, “número de emissões por minuto” e “frequência de comportamentos de valência negativa” (**Figuras 48-53**).

Para testar se o efeito dos tratamentos, de forma isolada e conjunta, em cada variável selecionada, aplicamos testes f de análise de variância do tipo ANOVA One-way e Two-way sob um nível de significância estabelecido em 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Para assegurar que as condições de homocedasticidade e normalidade dos dados fossem atendidas, e elaboramos histogramas para a melhor visualização dos dados e conduzimos primeiramente o teste de Levene, para avaliar a homogeneidade das variâncias entre os grupos, e posteriormente procedemos com o teste de Shapiro-Wilk, que serviu para examinar a normalidade da distribuição dos dados.



**Figura 47.** Representação gráfica da distribuição dos dados através de histograma (acima) e gráfico de densidade (abaixo). **A.** Histograma e curva de densidade dos dados de número de emissões por minuto. É possível observar que a variável segue uma distribuição normal padrão, onde vemos gráficos simétricos, com a maior parte dos dados concentrada nos valores médios, entre o primeiro e terceiro quartis. **B e C.** Histogramas e curvas de densidade dos dados de duração média das emissões (s) e frequência de comportamentos de valência negativa, respectivamente. É possível observar que ambas as variáveis não seguem uma distribuição normal padrão, onde vemos dois gráficos bimodais e assimétricos à direita, com a maior parte dos dados concentrada nos valores até o segundo quartil. **Fonte:** da autora.

Os resultados obtidos pelo teste de Levene confirmaram a homogeneidade das variâncias, assegurando assim que uma das premissas fundamentais para a aplicação de testes paramétricos estava satisfeita em nosso conjunto de dados (**Apêndice D**). No entanto, ao aplicarmos o teste de Shapiro-Wilk, identificamos as variáveis “duração média das emissões (s)” e “frequência de comportamentos de valência negativa” desviaram significativamente de uma distribuição normal (**Figura 47b-c, Apêndice D**). Estes dados foram ajustados para atender à premissa de normalidade, optamos por realizar a padronização através da transformação por Z score. O método de normalização por Z score é uma técnica estatística usada para reescalar e centralizar os dados, de forma que calibra as variáveis para uma média de zero e um desvio padrão de um, normalizando os dados. A variável “número de emissões por minuto”, por outro lado, já cumpria com os princípios de homocedasticidade e normalidade e portanto não precisou passar por nenhum tipo de transformação (**Figura 47a**). Uma vez que a premissa de normalidade foi solucionada, procedemos com a implementação de ANOVAs one-way e two-way para investigar o impacto dos tratamentos tanto de maneira isolada quanto combinada sobre as variáveis selecionadas.

Em relação à variável resposta “número de emissões por minuto”, encontramos resultados significativos para os tratamentos de presença de visitantes e presença de enriquecimento ambiental quando analisados de forma isolada e combinada (**Tabela 11**). Em outras palavras, a presença de visitantes no recinto e a aplicação de enriquecimento ambiental demonstraram um efeito estatisticamente significativo na frequência de vocalizações emitidas pelos animais, efeito observado para os tratamentos tanto de forma isolada quanto combinados. Já para a variável resposta "duração média das emissões (s)", constatamos que os tratamentos referentes à interação, ao nível de interação e à faixa etária predominante dos visitantes exerceram um efeito significativo na duração média das emissões quando avaliados individualmente (**Tabela 12**). Esses resultados indicam que a presença de visitantes, neste caso, não está relacionada à emissão de vocalizações mais ou menos longas. A composição do público, por outro lado, se mostrou diretamente relacionada à duração das vocalizações emitidas, que podem ser mais ou menos longas de acordo com a faixa etária dos visitantes, a interação com os mesmos e o nível de interação. Porém, quando analisados em conjunto com o efeito de enriquecimento ambiental, nenhum destes tratamentos exibiu efeito significativo, sugerindo que o enriquecimento ambiental não exerce influência sobre as características de duração (s) das vocalizações emitidas em resposta aos estímulos estressores. Por fim, quando analisamos a variável “frequência de comportamentos de valência negativa”, observamos que o tratamento de interação demonstrou um efeito estatisticamente significativo na frequência



de comportamentos negativos exibidos pelos animais, efeito observado para também para o tratamentos quando combinado a aplicação de enriquecimento ambiental (**Tabela 13**). Os resultados sugerem que o fator estressor de interação com visitantes altera a frequência de comportamentos negativos exibidos na rotina das aves, mas que, em contrapartida, quando este fator é combinado às medidas mitigadoras de enriquecimento ambiental, as frequências são novamente alteradas. Os resultados descritos podem ser observados de forma resumida nas tabelas abaixo (**Tabelas 11-13**).

Aplicamos o teste subsequentes às ANOVAs de Honest Significant Difference (HSD) de Tukey para os testes cujo efeito se mostrou significativo, com o objetivo de obter uma compreensão mais precisa dos efeitos dos tratamentos significativos sobre as respectivas variáveis. Para facilitar a visualização dos efeitos promovidos por cada tratamento, organizamos os testes em subtópicos que serão explorados a seguir.

**Tabela 11.** Resultados das Análises de Variância (ANOVA) para comparação das médias entre grupos a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ). Foram avaliadas as respostas de “número de emissões por minuto” sob o efeito de seis tratamentos distintos, avaliados de forma individual e conjunta.

NÚMERO DE EMISSÕES POR MINUTO						
Tratamento	Visitantes	Interação	Nível de Interação	Faixa etária predominante	Enriquecimento Ambiental	Tipo de Enriquecimento
Visitantes	SIM	-	-	-	SIM	-
Interação	-	NÃO	-	-	NÃO	-
Nível de Interação	-	-	NÃO	-	NÃO	-
Faixa etária predominante	-	-	-	NÃO	NÃO	-
Enriquecimento Ambiental	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	-
Tipo de Enriquecimento	-	-	-	-	-	NÃO

Fonte: da autora.

**Tabela 12.** Resultados das Análises de Variância (ANOVA) para comparação das médias entre grupos a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ). Foram avaliadas as respostas de “duração média das emissões (s)” sob o efeito de seis tratamentos distintos, avaliados de forma individual e conjunta.

<b>DURAÇÃO MÉDIA DAS EMISSÕES (S)</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>Visitantes</b>	<b>Interação</b>	<b>Nível de Interação</b>	<b>Faixa etária predominante</b>	<b>Enriquecimento Ambiental</b>	<b>Tipo de Enriquecimento</b>
<b>Visitantes</b>	NÃO	-	-	-	NÃO	-
<b>Interação</b>	-	SIM	-	-	NÃO	-
<b>Nível de Interação</b>	-	-	SIM	-	NÃO	-
<b>Faixa etária predominante</b>	-	-	-	SIM	NÃO	-
<b>Enriquecimento Ambiental</b>	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	-
<b>Tipo de Enriquecimento</b>	-	-	-	-	-	NÃO

Fonte: da autora.

**Tabela 13.** Resultados das Análises de Variância (ANOVA) para comparação das médias entre grupos a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ). Foram avaliadas as respostas de “frequência de comportamentos de valência negativa” sob o efeito de seis tratamentos distintos, avaliados de forma individual e conjunta.

<b>FREQUÊNCIA DE COMPORTAMENTOS DE VALÊNCIA NEGATIVA</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>Visitantes</b>	<b>Interação</b>	<b>Nível de Interação</b>	<b>Faixa etária predominante</b>	<b>Enriquecimento Ambiental</b>	<b>Tipo de Enriquecimento</b>
<b>Visitantes</b>	NÃO	-	-	-	NÃO	-
<b>Interação</b>	-	SIM	-	-	SIM	-
<b>Nível de Interação</b>	-	-	NÃO	-	NÃO	-
<b>Faixa etária predominante</b>	-	-	-	NÃO	NÃO	-
<b>Enriquecimento Ambiental</b>	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	-
<b>Tipo de Enriquecimento</b>	-	-	-	-	-	NÃO

Fonte: da autora.

### 6.4.1. Presença de Visitantes

Para o tratamento “Presença de visitantes” avaliamos a interação entre os efeitos da presença ou ausência de visitantes no número de emissões emitidas pelas aves em um minuto, de forma isolada e em conjunto com o tratamento “Presença de Enriquecimento Ambiental”. Os das ANOVAs e testes Tukey subsequentes revelaram que os grupos sem a presença de visitantes e com a presença de visitantes apresentaram médias significativamente diferentes, com valores de 74.72222 (significância 'a') e 49.90000 (significância 'b'), respectivamente (**Tabelas 14-15**). Estes valores indicam que a presença de visitantes no recinto está associada a uma diminuição na frequência de vocalizações dos animais, como pode ser visualizado também através do pair plot que testa o efeito dos níveis de “presença de visitantes” e “ausência de visitantes” sobre os dados (**Figura 48**).

**Tabela 14.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Número de emissões por minuto x Presença de Visitantes.

NÚMERO DE EMISSÕES POR MINUTO					
Tratamento	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Presença de visitantes	1	5837	5837	5.537	0.0242
Resíduo	36	37953	1054		

**Fonte:** da autora.

**Tabela 15.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Número de emissões por minuto x Presença de Visitantes.

Comparação	Médias	Significância
Sem presença de visitante	74.72222	a
Com presença de visitantes	49.90000	b

**Fonte:** da autora.

A análise mais aprofundada das interações entre a presença de visitantes e o enriquecimento ambiental, por outro lado, revelou um padrão interessante. A análise de

variância revelou que a interação entre os dois tratamentos produziu um efeito significativo sobre a variável “número de emissões por minuto” (Tabelas 16). O teste de Tukey subsequente revelou que as médias para os grupos com visitantes e com enriquecimento foram de 77.63636 (significância 'a'), diferindo significativamente das médias para os grupos sem visitantes e sem enriquecimento ambiental 36.90909 (significância 'b'), mas ambos não diferindo dos grupos onde a presença de de visitantes (significância 'ab') e a aplicação de enriquecimento ambiental (significância 'ab') foram aplicados isoladamente (**Tabelas 17**). Estes resultados sugerem que enriquecimento ambiental e visitação combinados podem induzir o aumento significativo na frequência de vocalizações com relação ao contexto onde nenhum dos tratamentos é observado, mas que o efeito de ambos isolados é semelhante e não difere significativamente dos demais tratamentos.

**Tabela 16.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Número de emissões por minuto x Interação entre presença de Visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.

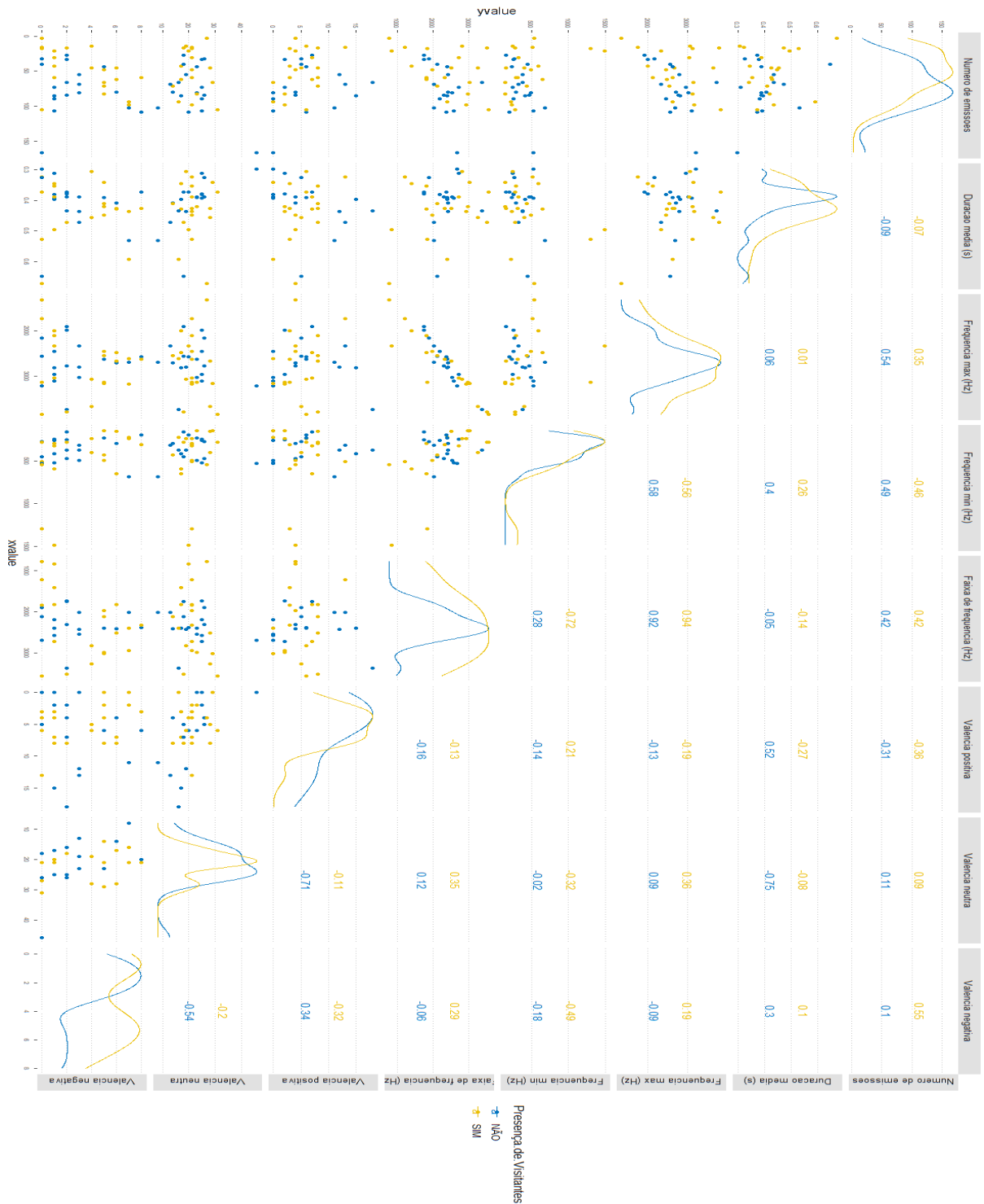
NÚMERO DE EMISSÕES POR MINUTO					
Tratamento	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Visitantes: Enriquecimento ambiental	3	10203	3401	3.443	0.0274
Resíduo	34	33588	988		

**Fonte:** da autora.

**Tabela 17.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Número de emissões por minuto x Interação entre presença de Visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.

Comparação	Médias	Significância
Com visitantes e com enriquecimento	77.63636	a
Com visitantes e sem enriquecimento	65.77778	ab
Sem visitantes e com enriquecimento	70.14286	ab
Sem visitantes e sem enriquecimento	36.90909	b

**Fonte:** da autora.



**Figura 48.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à presença de visitantes. Cada ponto nos gráficos de dispersão representa uma observação individual, com a cor indicando a ausência (azul) ou presença (amarelo) de visitantes. As linhas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha mostram a distribuição de cada variável, separadas pela presença de visitantes. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis. **Fonte:** da autora.

#### 6.4.2. Presença de Interação

No contexto do tratamento "Interação com visitantes", nossas análises revelaram uma relação significativa entre a presença de interações e como elas influenciam a duração média das vocalizações emitidas pelos animais e a frequência de comportamentos de valência negativa, isoladamente e em combinação com o tratamento "Presença de Enriquecimento Ambiental" (**Tabela 18**, **Tabela 20**, **Tabela 22**).

As médias calculadas pelo teste de Tukey subsequentes demonstraram que os o grupo onde não há presença de interação com visitantes está associado à vocalizações de duração média mais curta (0.4607143s, significância 'a') com relação ao grupo onde é notada a presença de interação (0.3966667s, significância 'b'), indicando que visitas invasivas com presença de interação exercem uma influência negativa na comunicação das aves, que exibem em resposta um maior número de vocalizações longas ou um menor número de vocalizações curtas, refletindo nas taxas de duração média observadas (**Tabela 19**). Extrapolamos aqui ao dizer que o efeito na duração das vocalizações pode ser considerado negativo em detrimento dos parâmetros que caracterizam as vocalizações de valência negativa, observados na seção anterior (Seção 6.1. Repertório vocal de araras-canindé em cativeiro). A análise do repertório vocal de araras-canindé nos permite inferir que as vocalizações associadas a contextos negativos são caracteristicamente mais longas do que as vocalizações associadas à contextos neuto-positivos, especialmente quando consideramos as vocalizações de estresse e agressividade (**Tabela 7**).

**Tabela 18.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Duração média das emissões (s) x Presença de Interação.

DURAÇÃO MÉDIA DAS EMISSÕES (S)					
Tratamento	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Presença de interação	1	4.93	4.933	5.538	0.0242
Resíduo	36	32.07	0.891		

Fonte: da autora.

**Tabela 19.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Duração média das emissões (s) x Presença de Interação.

Comparação	Médias	Significância
Sem presença de interação	0.4607143	a
Com presença de interação	0.3966667	b

**Fonte:** da autora.

Observamos que a interação exerce uma influência negativa também no que se diz respeito às taxas de exibição de comportamentos considerados de valência negativa, dentre estes os comportamentos agonísticos, de estresse e de alerta. O teste de Tukey aplicado revelou diferenças entre as médias de comportamentos negativos entre os contextos invasivos e não invasivos, observando médias mais altas quando os visitantes apresentaram interação com as aves (4.285714, significância 'a') em relação ao contexto onde não foram observadas interações (2.291667, significância 'b') (**Tabela 21**). Estes resultados demonstram que as interações com visitantes podem aumentar a frequência de comportamentos de valência negativa nos animais, sugerindo novamente que a interação dos visitantes com os animais é um fator estressor que provoca alterações negativas no seu comportamento e comunicação.

Os resultados descritos podem ser visualizados com mais clareza através do pair plot que testa o efeito dos níveis de “presença de interação” e “ausência de interação” sobre as variáveis, onde podemos observar nitidamente que as curvas de duração média (s) e frequência de comportamentos de valência negativa são deslocados para a direita sob o efeito da presença de interação com visitantes (**Figura 49**).

**Tabela 20.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Frequência de comportamentos de valência negativa x Presença de Interação.

FREQUÊNCIA DE COMPORTAMENTOS DE VALÊNCIA NEGATIVA					
Tratamento	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Presença de interação	1	5.27	5.267	5.975	0.0195
Resíduo	36	31.73	0.881		

**Fonte:** da autora.

**Tabela 21.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Frequência de comportamentos de valência negativa x Presença de Interação.

Comparação	Médias	Significância
Com presença de interação	4.285714	a
Sem presença de interação	2.291667	b

**Fonte:** da autora.

A análise do efeito de interação combinado ao efeito de enriquecimento ambiental revelou redução nas taxas de comportamentos negativos exibidos pelas aves no cativeiro, relação que não foi observada da mesma forma para a duração média das emissões. Esses resultados sugerem que a aplicação do enriquecimento ambiental foi capaz de mitigar a alteração nos padrões de comportamento causadas pela interação com o público, porém não de maneira efetiva, sustentando-se nos valores obtidos pelo teste de Tukey (**Tabela 23**). Os resultados do teste revelaram que em contextos onde havia a presença de interação com visitantes e ausência de enriquecimento ambiental, as aves exibiam as taxas de comportamentos de valência negativa mais altas, em média 6 comportamentos por amostra (significância 'a'). Quando o enriquecimento ambiental era aplicado, essa média caía para 3 comportamentos de valência negativa por amostra (significância 'ab'). Entretanto, apesar da redução significativa, os resultados do teste indicaram que essa diferença não era significativa entre ambos os grupos, e deste modo, surge a possibilidade de a aplicação de enriquecimento ambiental isoladamente não ser o suficiente para causar alterações significativas na redução de comportamentos negativos em situações onde a interação é elevada. Os contextos onde a interação não era observada se igualaram estatisticamente (significância 'b') e diferiram significativamente do contexto associado à interação sem presença de enriquecimento. Esses dados sugerem novamente que a interação é o fator mais importante aqui, se tratando da grande responsável por aumentar os níveis de comportamentos negativos nas aves. Por outro lado, ao analisar por essa via, a aplicação de enriquecimento ambiental em ambientes com interação de pessoas levou esse grupo a não diferir estatisticamente também dos grupos onde não há a presença de interações (significância 'ab'), demonstrando que o enriquecimento ambiental, apesar de não produzir resultados significativos, de fato aproxima as taxas de comportamento para mais perto da rotina natural das aves.



**Tabela 22.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Frequência de comportamentos de valência negativa x Interação entre presença de interação com visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.

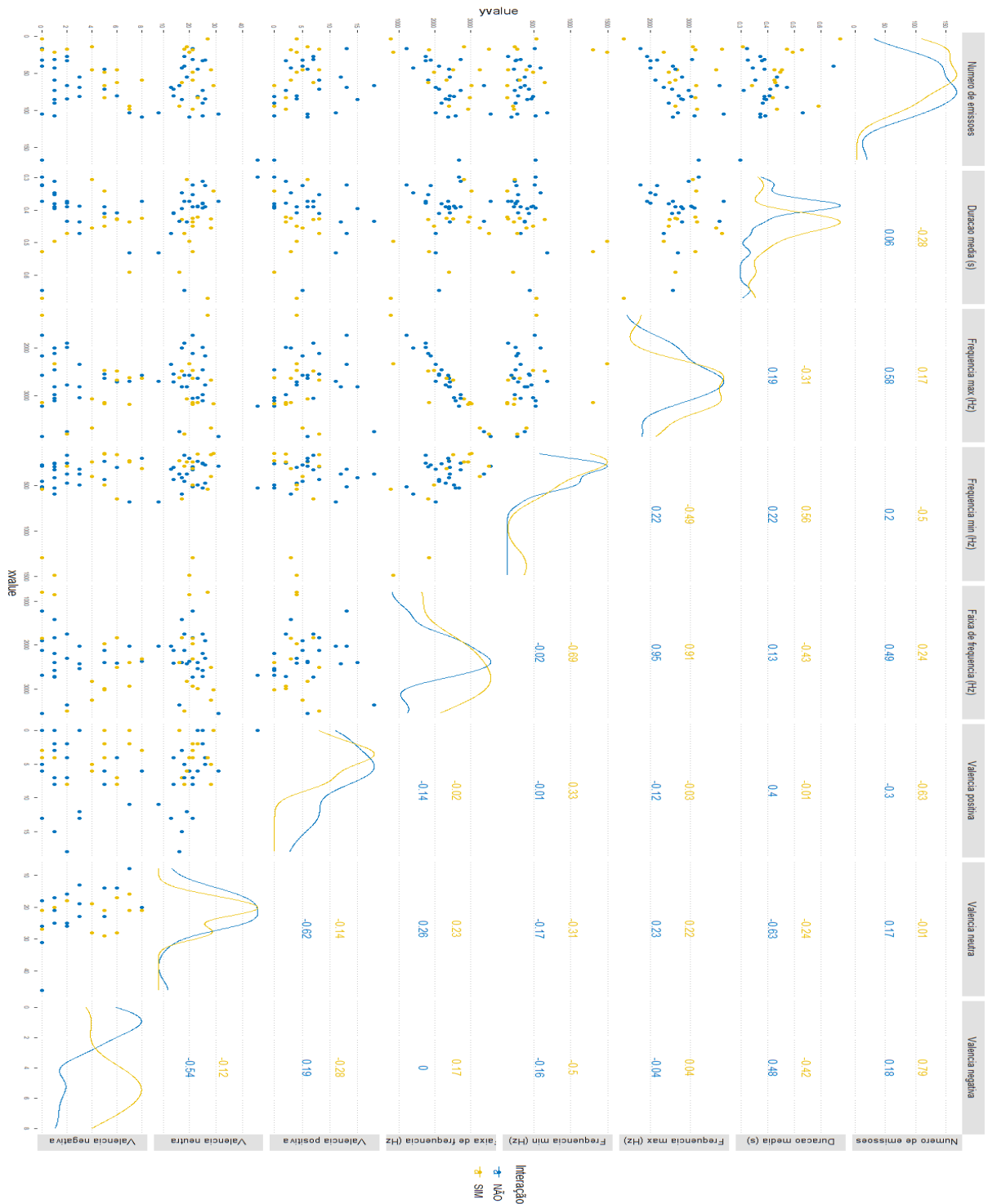
<b>FREQUÊNCIA DE COMPORTAMENTOS DE VALÊNCIA NEGATIVA</b>					
<b>Tratamento</b>	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Interação: Enriquecimento ambiental	3	10.51	3.504	4.497	0.00921
Resíduo	34	26.49	0.779		

**Fonte:** da autora.

**Tabela 23.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Frequência de comportamentos de valência negativa x Interação entre presença de interação com visitantes e presença de Enriquecimento Ambiental.

<b>Comparação</b>	<b>Médias</b>	<b>Significância</b>
Com interação e com enriquecimento	3.000000	ab
Com interação e sem enriquecimento	6.000000	a
Sem interação e com enriquecimento	1.800000	b
Sem interação e sem enriquecimento	2.642857	b

**Fonte:** da autora.



**Figura 49.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à interação com visitantes. Cada ponto nos gráficos de dispersão representa uma observação individual, com a cor indicando a ausência (azul) ou presença (amarelo). As linhas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha mostram a distribuição de cada variável, separadas pela interação com visitantes. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis. **Fonte:** da autora.

### 6.4.3. Nível de Interação

Para o tratamento "Nível de Interação", avaliamos a influência dos diferentes graus de interação entre os visitantes e os animais sobre as variáveis, observando uma relação significativa entre o nível de interação no recinto e a duração média das emissões (**Tabela 24**). Este resultado sugere que os diferentes níveis de interação influenciam a duração das vocalizações emitidas pelos animais em níveis distintos.

O Teste de subsequente oferece uma análise detalhada das diferenças entre os grupos, demonstrando que os grupos com alto nível de interação apresentaram a maior dentre as médias de duração (0.4983750s, significância 'a'), significativamente maior em comparação com os grupos de nível baixo (0.3804444s, significância 'b') e nulo (0.4069444s, significância 'b') (**Tabela 25**). O grupo com nível de interação médio teve uma média de 0.4113333s (significância 'ab'), sugerindo um nível intermediário entre os graus de interação, cuja duração média das emissões não difere significativamente nem dos grupos de nível baixo e nulo (significância 'b') nem grupo de nível alto (significância 'a') (**Tabela 25**). Estes dados ilustram como a duração das emissões vocais varia com a intensidade da interação com visitantes, destacando que maiores níveis de interação estão associados a vocalizações mais longas. Novamente, se considerarmos o aumento da duração média das emissões está associado a tendência de maior exibição de vocalizações de valência negativa e/ou à redução de vocalizações de valência neutra-positiva, podemos interpretar que os níveis de interação exercem um efeito negativo gradual na comunicação acústica das aves, com níveis mais altos refletindo em taxas maiores de vocalizações negativas. Estes resultados podem ser visualizados através do pair plot que testa o efeito dos níveis de “interação alta”, “interação média”, “interação baixa” e “interação nula” sobre as variáveis, onde podemos observar a tendência gradual de deslocamento à direita para as curvas de duração média (s); quanto maior o nível de interação observado, maior o deslocamento da curva (**Figura 50**).

É importante ressaltar que não observamos um efeito combinado significativo para a relação entre níveis de interação e duração média das emissões frente quando aplicada em conjunto com as técnicas de enriquecimento ambiental. Assim como observado anteriormente para o tratamento de “interação com visitantes”, esses dados sugerem que a aplicação de enriquecimento ambiental não surte o efeito mitigador de reduzir as taxas de vocalizações longas ou aumentar as taxas de vocalizações curtas.

**Tabela 24.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Duração média das emissões (s) x Nível de Interação.

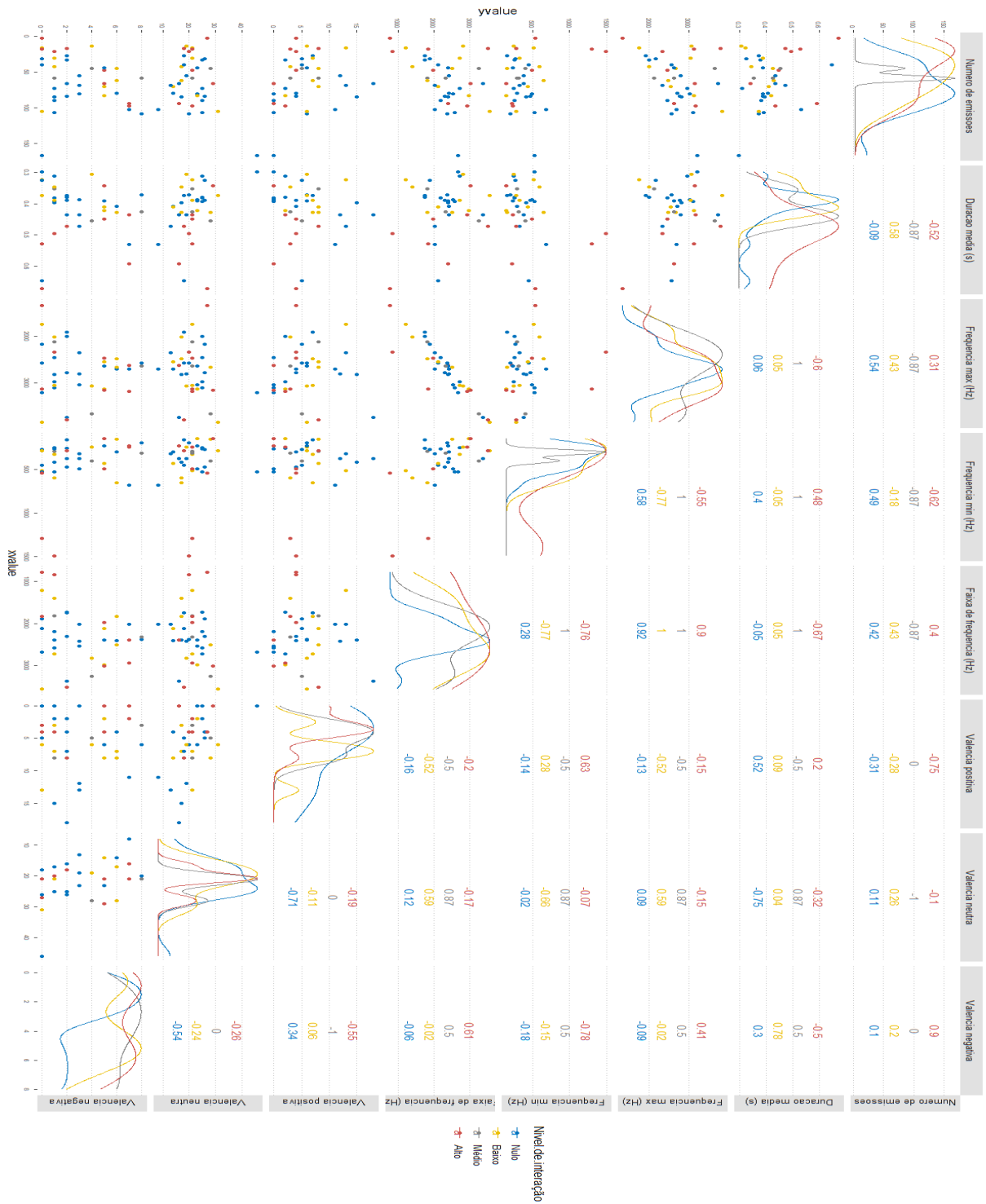
<b>DURAÇÃO MÉDIA DAS EMISSÕES (S)</b>					
<b>Tratamento</b>	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Nível de interação	3	9.046	3.0152	3.667	0.0216
Resíduo	34	27.954	0.8222		

**Fonte:** da autora.

**Tabela 25.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Duração média das emissões (s) x Nível de Interação.

<b>Comparação</b>	<b>Médias</b>	<b>Significância</b>
Alto	0.4983750	a
Médio	0.4113333	ab
Baixo	0.3804444	b
Nulo	0.4069444	b

**Fonte:** da autora.



**Figura 50.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à intensidade de interação com visitantes, mensurada através das quantidades de pessoas no recinto. Cada ponto nos gráficos de dispersão corresponde a uma observação, com cores representando nenhuma interação (azul), interação baixa (amarelo) média (preto) ou alta (vermelho). As curvas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha ilustram a distribuição das variáveis dentro de cada nível de interação. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis. **Fonte:** da autora.

#### 6.4.4. Faixa Etária predominante

Para o tratamento "Faixa etária predominante dos visitantes", observamos uma relação significativa entre a presença de visitantes de diferentes faixas etárias no recinto e duração média das emissões em resposta à visitação (**Tabela 26**), sugerindo que a composição etária dos visitantes interfere nas taxas de vocalizações longas e curtas emitidas pelos animais.

Em uma análise subsequente, observamos que os grupos cuja predominância de visitantes era mista (adultos e crianças) apresentaram a maior média de duração (0.4950000s, significância 'a'), indicando que a presença de um público diversificado em termos de idade está associada a vocalizações mais longas (**Tabela 27**). Em contraste, os grupos com predominância de adultos tiveram a menor média (0.3802222s, significância 'b'). Os grupos com predominância de crianças (0.4210000s, significância 'ab') e sem presença de visitantes (0.4069444s, significância 'ab') tiveram médias intermediárias, sugerindo que estes níveis de interação não diferem significativamente entre si e também não diferem dos grupos com predominância de adultos e mistos. De forma geral esse resultado traz observações interessantes e inesperadas, onde se observa uma tendência gradual de aumento na duração média das emissões com a diversidade etária dos visitantes. Os resultados indicam ainda que a presença de somente adultos no recinto pode refletir na emissão de vocalizações significativamente mais curtas do que as vocalizações emitidas em contextos onde ambos adultos e crianças são observados, e reduzir, ainda que de forma não significativa, a taxa de emissões longas observadas em contextos onde visitantes não estão presentes. Estes resultados podem ser visualizados através do pair plot que testa o efeito das faixas etárias de "adultos", "crianças", "misto" e "sem presença" sobre as variáveis, onde podemos observar a tendência de deslocamento à direita para as curvas de duração média (s) de acordo com a diversificação etária, com a curva referentes à presença de crianças mais deslocada à direita do que a curva de adultos (**Figura 51**).

É interessante notar que, assim como nos tratamentos anteriores, não se observou um efeito combinado significativo na relação entre a faixa etária predominante dos visitantes e a duração média das emissões quando aplicada em conjunto com o enriquecimento ambiental. Isso sugere que, embora o enriquecimento ambiental possa ter diversos benefícios, ele não parece influenciar diretamente a duração das vocalizações em resposta à composição etária dos visitantes.

**Tabela 26.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Duração média das emissões (s) x Faixa etária predominante.

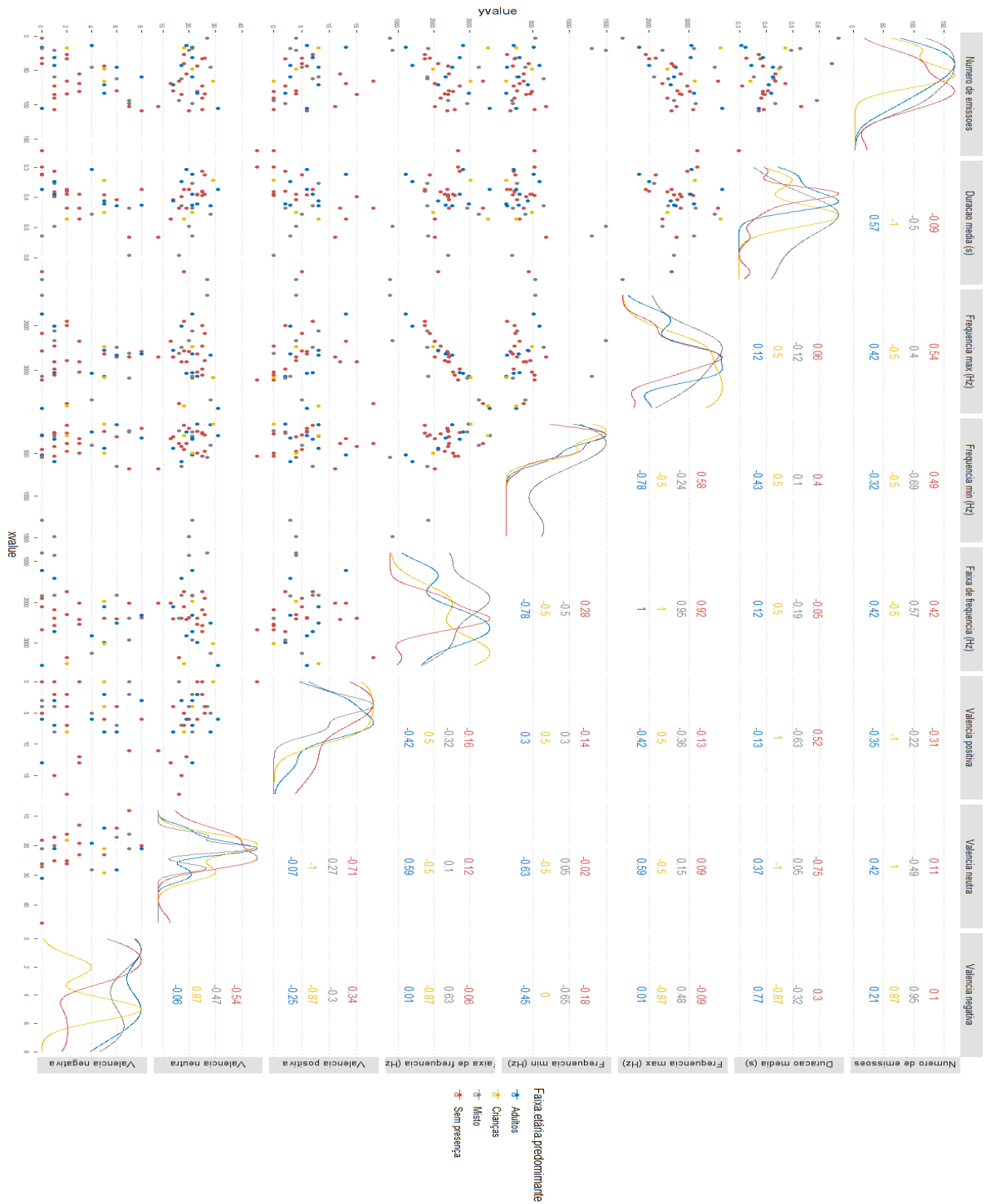
<b>DURAÇÃO MÉDIA DAS EMISSÕES (S)</b>					
<b>Tratamento</b>	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Nível de interação	3	8.474	2.825	3.367	0.0297
Resíduo	34	28.526	0.839		

**Fonte:** da autora.

**Tabela 27.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Duração média das emissões (s) x Nível de Interação.

<b>Comparação</b>	<b>Médias</b>	<b>Significância</b>
Misto	0.4950000	a
Crianças	0.4210000	ab
Sem presença	0.4069444	ab
Adultos	0.3802222	b

**Fonte:** da autora.



**Figura 51.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à faixa etária predominante de visitantes. Cada ponto nos gráficos representa uma observação, colorida de acordo com a predominância de adultos (azul), crianças (amarelo), uma mistura de ambos (preto) ou ausência de observadores (vermelho). As curvas de densidade acima e à direita de cada gráfico de dispersão refletem a distribuição univariada de cada variável para cada categoria de faixa etária. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis. **Fonte:** da autora.



#### 6.4.5. Presença de Enriquecimento Ambiental

Identificamos um efeito significativo para a aplicação de enriquecimento ambiental com relação ao número de vocalizações emitidas pelos animais em um minuto (**Tabela 28**), indicando que as técnicas de enriquecimento exercem um impacto significativo na quantidade de vocalizações emitidas pelos animais.

O Teste de Tukey aplicado subsequentemente forneceu uma compreensão mais detalhada dessa relação, onde observamos que a ausência de enriquecimento ambiental estava associada a uma média significativamente maior de emissões por minuto (72.30000, significância 'a') em comparação aos contextos onde o enriquecimento estava presente (49.83333, significância 'b') (**Tabela 29**). Esses dados indicam que a introdução de enriquecimento ambiental está associada a uma redução na frequência de vocalizações, indicando um possível efeito do enriquecimento na atividade vocal destes animais.

**Tabela 28.** Resultados da ANOVA clássica para comparação das médias entre grupos à 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) - Número de emissões por minuto x Presença de Enriquecimento Ambiental.

NÚMERO DE EMISSÕES POR MINUTO					
Tratamento	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Presença de visitantes	1	4782	4782	4782	0.0427
Resíduo	36	39009	1084		

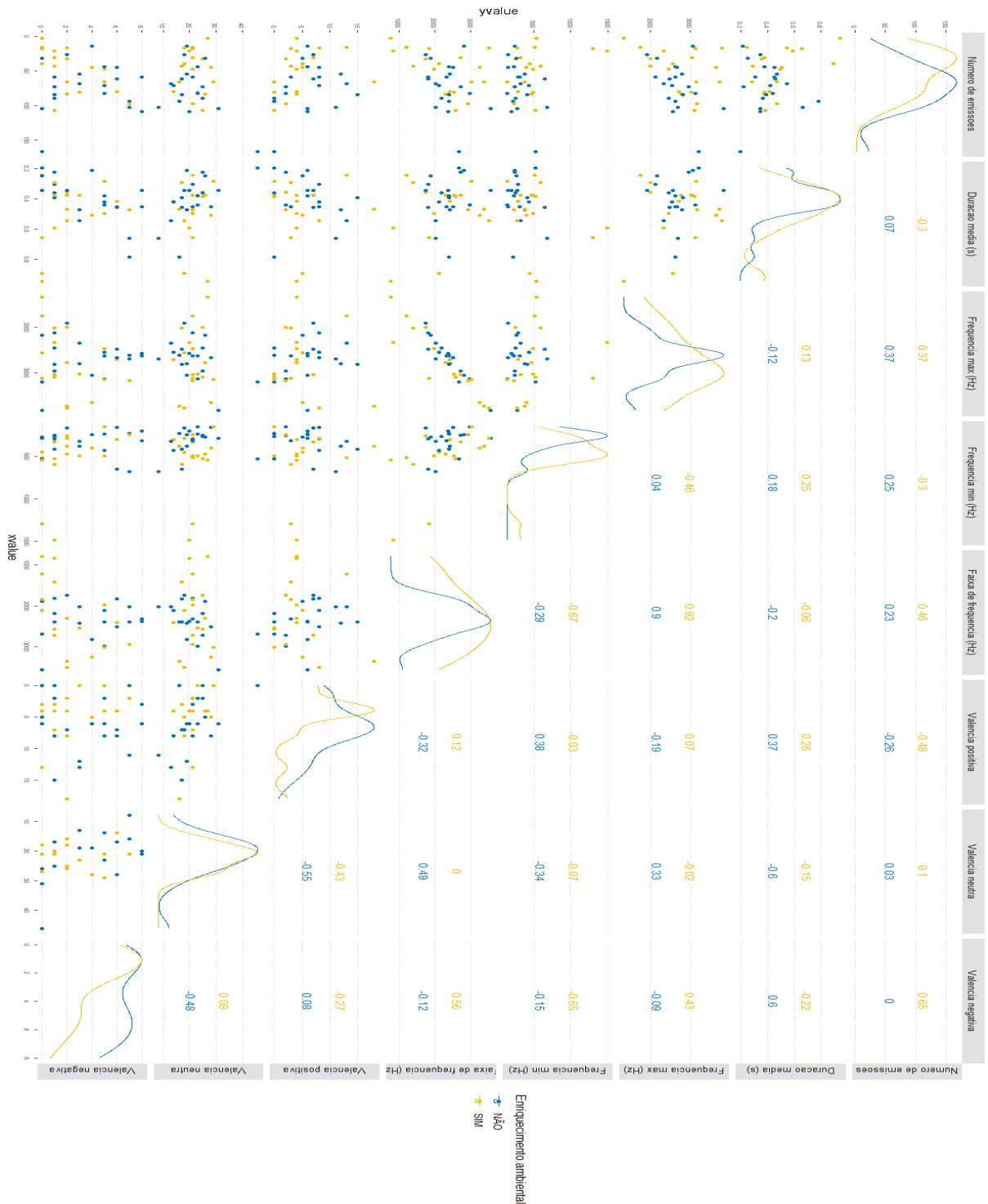
Fonte: da autora.

**Tabela 29.** Resultados do Teste de Honest Significant Difference (HSD) de para comparações múltiplas das médias a 5% de significância ( $\alpha = 0.05$ ) após ANOVA - Número de emissões por minuto x Presença de Enriquecimento Ambiental.

Comparação	Médias	Significância
Sem presença de enriquecimento	72.30000	a
Com presença de enriquecimento	49.83333	b

Fonte: da autora.

É importante ressaltar que no que tange o enriquecimento, também observamos um efeito adicional não mensurado de leve redução nas taxas de comportamentos de valência negativa (**Figura 52**), taxas que podem explicar o porquê a presença de enriquecimento ambiental exerce um efeito semelhante à presença de visitantes no recinto, haja vista que ambos são fontes opostas em termos de estresse e bem-estar. A redução na frequência de vocalizações de comportamentos de valência negativa por aplicação de enriquecimento ambiental no recinto sugerem resultados contraditórios aos esperados, mas que são observados também por outros autores e serão discutidos melhor adiante.

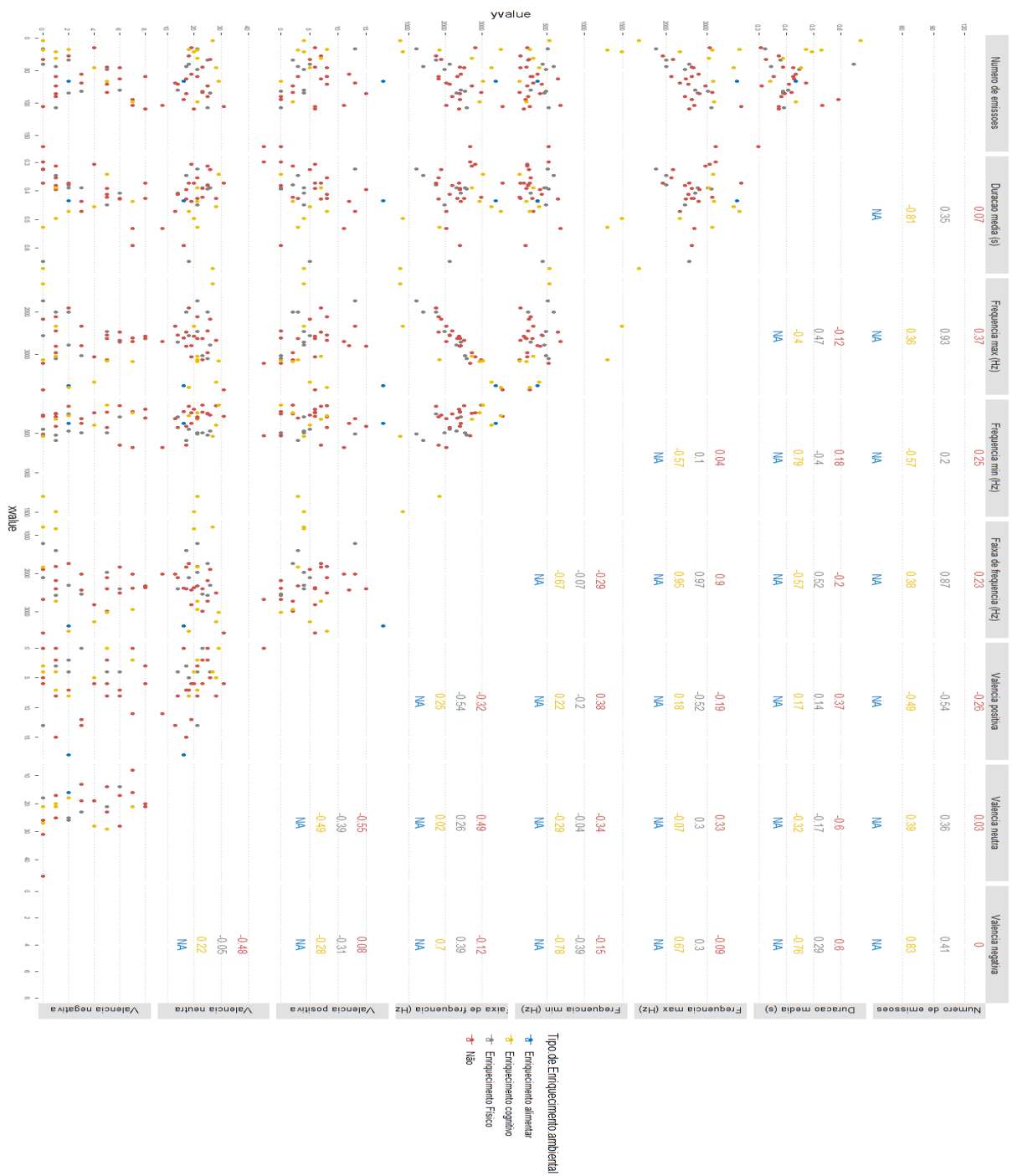


**Figura 52.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta à presença de enriquecimento ambiental. Cada ponto nos gráficos de dispersão representa uma observação individual, com a cor indicando a ausência (azul) ou presença (amarelo). As linhas de densidade no topo de cada coluna e à direita de cada linha mostram a distribuição de cada variável, separadas pelo enriquecimento ambiental. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis.

**Fonte:** da autora.

#### 6.4.6. Tipo de Enriquecimento Ambiental

Não encontramos correlação entre o efeito dos diferentes tipos de enriquecimento ambiental e para nenhuma das variáveis analisadas, sugerindo que para os nossos dados, os três tipos de enriquecimento ambiental exercem um efeito semelhante nas taxas relacionadas à comunicação e comportamento, de modo que o tipo de enriquecimento ambiental aplicado não parece ser relevante. Entretanto, nosso conjunto de dados revela uma deficiência de amostras representando os tipos de enriquecimento isoladamente, que em comparação são muito menores em quantidade do que as amostras que representam a ausência de enriquecimento ambiental no recinto (**Figura 53**). Deste modo, não é possível afirmar com certeza que o tipo de enriquecimento ambiental aplicado não interfere no bem-estar das aves ou que as mesmas não têm preferência por algum tipo específico de enriquecimento. São necessárias mais amostras e melhores distribuídas entre os grupos para sustentar os resultados encontrados.



**Figura 53.** Matriz de pair plots demonstrando as relações bivariadas entre as variáveis selecionadas para vocalizações e comportamentos em resposta ao tipo de enriquecimento ambiental aplicado. Cada ponto nos gráficos de dispersão corresponde a uma observação, com cores indicando enriquecimento alimentar (azul), enriquecimento cognitivo (amarelo), enriquecimento físico (preto) e ausência de enriquecimento (preto). As curvas de densidade acima e à direita de cada plot de dispersão ilustram a distribuição de cada variável para as categorias de enriquecimento. Os números acima dos gráficos de dispersão representam os coeficientes de correlação de Pearson para as comparações correspondentes. Valores positivos indicam uma correlação positiva, enquanto valores negativos indicam uma correlação negativa entre os pares de variáveis. **Fonte:** da autora.

## 7. DISCUSSÃO

### 7.1. Repertório vocal de araras-canindé (*Ara ararauna*) em cativeiro

Nossos resultados demonstram um repertório vocal extenso e complexo para araras-canindé, com a presença de 22 tipos de vocalização distribuídas em 6 categorias comportamentais cujas estruturas acústicas são altamente variáveis, associadas à semelhante gama de funções. Sabemos que a maioria dos psitacídeos exibem repertórios vocais vastos e diversificados (Martins *et al.*, 2017, Zdenek *et al.*, 2015), entretanto, a extensão observada para o repertório vocal neste estudo vai além do padrão geralmente observado para psitacídeos. Estudos com Papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) (de Araújo *et al.*, 2011) e Quia (*Nestor notabilis*) (Schwing *et al.*, 2012) revelaram 7 tipos de vocalização, estudos com Papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) (Fernández-Juricic *et al.*, 1998), com Papagaio-do-mangue (*Amazona amazonica*) (Moura *et al.*, 2011) e com Papagaio-de-finsch (*Amazona finschi*) (Montes-Medina *et al.*, 2016) revelaram um repertório vocal composto por 9 tipos de vocalizações. Por outro lado, alguns estudos com psitacídeos relataram uma variedade de vocalizações ainda maior, dentre eles o repertório vocal de Cacatua-das-palmeiras (*Probosciger aterrimus*) (Zdenek *et al.*, 2015), que conta com 27 tipos de vocalizações e 5 contextos comportamentais, e o repertório vocal de Papagaio-cinzento (*Psittacus erithacus*) descrito para vida livre com 39 tipos de vocalização (May, 2004) e para cativeiro com 168 tipos de vocalizações e 10 contextos (Giret *et al.*, 2011).

A diversidade observada na extensão de repertórios entre psitacídeos pode estar associada a diferentes níveis de complexidade social e estrutura hierárquica das populações (Bradbury, 2003; Freeberg *et al.*, 2012; Montes-Medina *et al.*; 2016). Estudos indicam que psitacídeos têm seus conflitos resolvidos em grande parte por disputas vocais (Pidgeon, 1981; Bradbury, 2003), de modo que, em bandos cuja hierarquia é estruturada e a dominância é forte, são observadas menos disputas, não havendo a necessidade de uma diversidade de vocalizações tão grande nesse contexto. Por outro lado, bandos cuja hierarquia de dominância é fraca exigem uma maior complexidade social, refletindo em maiores frequências de conflitos e na necessidade de um sistema de comunicação mais complexo para estabelecer relações e intermediar as interações agonísticas através de disputas vocais (Pidgeon, 1981; Moura *et al.* 2014). Essa premissa é compatível com as nossas observações, nas quais observamos anedoticamente a presença de hierarquia de dominância fraca entre as aves, cuja

estrutura social aparenta ser altamente complexa e mediada por muitos conflitos. Diante da diversidade de conflitos observados continuamente no recinto, faz sentido que a maior parte das vocalizações descritas no repertório das araras-canindé integrem justamente a categoria de “interações agonísticas” - 10 dentre as 22 vocalizações são vocalizações de agressividade e agonia. É importante enfatizar que a observação apresentada é de natureza descritiva. Para validar esta informação de forma sistemática seriam necessárias análises de redes sociais aplicadas ao conjunto de dados, as quais não foram viáveis devido a limitações de logística e de tempo.

Outra justificativa para a complexidade observada em repertórios de psitacídeos está na sua capacidade de aprendizagem *open-ended* e de incorporação de elementos externos ao repertório vocal (Marler, 1970). Bradbury & Balsby (2016) sugeriram recentemente que a dinâmica social impulsionada pela dieta pode explicar o extenso aprendizado vocal observado em Psittaciformes, cuja dieta consiste em uma ampla variedade de recursos vegetais, exigindo igual diversidade de sinais para o reconhecimento de recursos alimentares potenciais e forrageamento em bandos flexíveis. Giret *et al.* (2011) por sua vez trazem evidências de variação vocal em psitacídeos em função da necessidade de sinais vocais distintos para desempenhar funções específicas de acordo com o ambiente em que estão inseridos (Giret *et al.*, 2011). Neste contexto, as variações são um reflexo do ambiente e dos contextos aos quais uma população está inserida e a exibição de mais ou menos sinais depende diretamente da demanda por funções desempenhadas pela comunicação acústica em cada contexto (Giret *et al.*, 2011). Essa premissa explica as variações regionais (Salinas-Melgoza & Renton, 2020) e populacionais (May, 2004; Giret *et al.*, 2011) encontradas para repertórios vocais de psitacídeos, podendo ocorrer especialmente entre populações de vida livre e cativo, onde os ambientes e contextos em que as aves estão inseridas são ainda mais discrepantes.

Considerando ainda a habilidade de aprendizagem destas aves, as variações encontradas no cativo podem ser reflexos diretos de condições atípicas às quais as aves usualmente são expostas. Dentre essas condições, a exposição e interação com seres humanos e o contato direto com aves de outras espécies são fatores responsáveis por desencadear o fenômeno clássico de imitação por psitacídeos de cativo. Estudos observam que a complexidade e diversificação em cativo estão diretamente associadas à interação com humanos e aprendizagem vocal (Zdenek *et al.*, 2015). Outros estudos tratam do compartilhamento e incorporação de elementos vocais em bandos mistos ou em proximidade com vizinhança interespecífica como forma de promover aceitação e coesão social, especialmente no que tange aos chamados de contato (Farabaugh *et al.* 1994; Giret *et al.*,

2011; Montes-Medina *et al.*, 2016). Giret *et al.*, 2011 observaram a partilha de chamados de contato em bandos mistos de papagaios cinzentos africanos (*Psittacus erithacus*) e Farabaugh *et al.* 1994 dispõe sobre o compartilhamento de chamados - e principalmente chamados de contato - como forma de promover a coesão do grupo em periquitos. Há evidências de que periquitos recentemente incluídos em um grupo social aprendem rapidamente os chamados de contato do grupo, sugerindo que o compartilhamento de chamados de contato funciona como um emblema de adesão ao grupo (Farabaugh & Dooling, 1996; Farabaugh *et al.*, 1994; Treisman, 1978). O mesmo é observado para aves canoras, que por vezes compartilham elementos de sons com os seus vizinhos, evidenciando que o compartilhamento pode atuar como uma assinatura de grupo, fortalecendo os laços sociais e permitindo a distinção entre vizinhos e estranhos (Giret *et al.*, 2011; Briefer *et al.*, 2008). Considerando os elevados níveis de interação com humanos aos quais as aves do recinto são constantemente expostas e a organização social em bandos mistos forçada pelo cativo, é possível que a incorporação de elementos sonoros externos no repertório seja uma das fontes geradoras de variação e complexidade vocal.

É interessante notar que os fatores citados acima podem ser justamente os fenômenos geradores também da incorporação de sílabas e recombinação de sons em repertórios vocais (Zdenek *et al.*, 2015; Leavesley & Magrath, 2005; Giret *et al.*, 2011), também amplamente observada nas vocalizações de araras-canindé analisadas. Nossos resultados englobam amostras com presença de incorporação de sílabas de um de um outro tipo ou categoria de vocalização, revelando a recombinação de sons em casos de vocalizações que iniciavam com algum tipo de agressividade e terminavam com outro tipo de vocalização - ainda de agressividade -, casos de vocalizações que iniciavam com agressividade e terminavam com fragmentos de imitação e casos de vocalizações que iniciavam com alerta e finalizaram com algum tipo de agressividade. De forma similar, foram observadas recombinações nas vocalizações de Cacatua-das-palmeiras (*Probosciger aterrimus*) (Zdenek *et al.*, 2015), Carriça-de-testa-branca (*Sericornis frontalis*) (Leavesley & Magrath, 2005) e em Papagaios-cinzentos (*Psittacus erithacus*) (Giret *et al.*, 2011).

A complexidade do repertório também está diretamente relacionada com a diversidade de funções desempenhadas pelos diferentes tipos de vocalizações e categorias comportamentais encontradas. Dentre elas, cabe um destaque especial para as vocalizações observadas durante o voo da espécie, onde temos vocalizações de “voo 1” representando o função de forrageamento, e as vocalizações de “voo 2”, representando o canto funcional da espécie (Vielliard, 1987). Canto, por definição, é a unidade vocal emitida pela espécie durante



o voo, e tem como função carregar o sinal espécie-específico, ou seja, é através do canto que os indivíduos conseguem reconhecer seus semelhantes (Vielliard, 1987; Vielliard, 1994; de Araújo *et al.*, 2017). A definição de especificidade do canto é a mais aceita para diferenciar as vocalizações de psitacídeos (de Araújo, 2011; de Araújo *et al.*, 2017), e explica a diversidade de contextos em que muitas vezes esse canto aparece. Nossos dados revelam o aparecimento do canto em uma ampla gama de amostras, distribuídas em contextos diversos como brincadeira, alerta, estresse, agressividade e locomoção, sendo a emissão durante o voo o mais comum. Diante dessa diversidade, realizamos comparações das vocalizações emitidas durante o voo em cativo e em vida livre, buscando sustentar os resultados encontrados e amparar a premissa para a funcionalidade da vocalização em questão. Nossas comparações revelaram uma estrutura acústica muito similar entre as vocalizações de “voo 2” e as vocalizações emitidas em voo por aves selvagens, ambas sendo vocalizações com a presença de muitos harmônicos, de frequências dominantes e durações relativamente medianas - quando comparadas com as demais vocalizações da espécie - e marcadas pela presença de notas ascendentes dispostas em duas frases, a primeira fase curta, composta por 1 ou 2 notas e representando em torno de  $\frac{1}{3}$  da vocalização e a segunda frase consistindo em uma nota prolongada e representando os demais  $\frac{2}{3}$  da vocalização. A caracterização acústica dos cantos emitidos em voo ainda é compatível com os resultados encontrados por Araújo (2011) para as mesmas vocalizações em araras-canindé de vida livre, as quais ele descreve como cantos de voo simples, com presença de muitos harmônicos, compostos por duas partes, sendo a primeira mais variável entre os indivíduos e a segunda caracterizada por uma estrutura harmônica mais estável. Além disso, o autor evidencia que o canto possui funções de coordenação de voo e manutenção da coesão social para a espécie em vida livre, atuando também como chamados de contato que produzem respostas sociais, como observado para os chamados de contato tipo 1 e 2. Essas evidências explicam a variedade de contextos em que o canto aparece nos nossos resultados para cativo, diante da função social que estes desempenham e a importância que representam na manutenção da coesão do bando.

Os chamados de voo 1, por outro lado, parecem desempenhar uma função diferente na comunicação, neste caso a emissão de vocalização durante o voo aparenta estar associada ao contexto de locomoção que antecede a alimentação, sendo observadas na maior parte das amostras em situações onde o tratador era avistado ou entrava com alimento no recinto, motivo pelo qual nós as chamamos de vocalizações de forrageamento. Por outro lado, não encontramos vocalizações específicas para o ato de se alimentar nos nossos resultados, sendo que as aves emitiam principalmente chamados de contato durante a alimentação. A

deficiência de vocalizações específicas para contexto de alimentação em cativeiro pode ser explicada por dois motivos: disponibilidade de alimentos constante e previsível e altos níveis de audiência. A função biológica das vocalizações emitidas durante a alimentação é em primeiro lugar avisar os demais indivíduos do bando sobre a disponibilidade de alimentos, função que é muito importante em ambientes naturais haja visto que a disponibilidade de recursos não é constante nem previsível (Clay *et al.* 2012). Entretanto, esses sinais podem ser facilmente retidos em função da redução de pressões de reprodução ou sociabilidade, uma vez que a função desempenhada por essas vocalizações não é crítica para a sobrevivência (Clay *et al.* 2012), e em ambientes onde a disponibilidade e localização dos alimentos é previsível, esse chamado perde a sua função para o bando.

Os chamados de alarme, por outro lado, já desempenham um papel mais crítico para a sobrevivência ao alertar sobre a presença de predadores ou outros tipos de perigo iminente (Clay *et al.* 2012). Nossos dados revelaram um tipo de vocalização de alerta característica para situações de vigilância, geralmente associadas aos comportamentos de posição de alerta e movimentação da cabeça. Padrões semelhantes foram observados para para araras-canindé de cativeiro (Locatelli *et al.*, 2013) e papagaios-do-mangue de vida livre (Moura, 2007; Moura *et al.* 2011). Locatelli *et al.* (2013) descreve a presença de um sinal de alerta associado ao comportamento de posição de alerta e a *displays* de sacudir a plumagem. Moura (2007), por outro lado, descreve a presença de chamados de alarme geralmente presentes em contextos de vigilância associados à posição de alerta e à comunicação gestual de movimentação da cabeça (Moura, 2007; Moura *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2014). É importante ressaltar que o comportamento de “movimentação da cabeça” em contextos de alerta foi recentemente descrito para psitacídeos (Moura *et al.*, 2014) e não havia sido descrito ainda para araras-canindé. Inicialmente, catalogamos os dados referentes a este comportamento como “estereotipia da cabeça” pela similaridade com o mesmo, entretanto, após uma análise mais cuidadosa, decidimos que esse comportamento é mais parecido com o comportamento de comunicação gestual descrito para papagaios-do-mangue (Moura *et al.*, 2014), cuja função está relacionada a estratégias de sobrevivência no contexto de atrair a atenção para si e promover a redução da atenção ao ninho por predadores.

As vocalizações de alerta, comumente denominadas chamados de alarme, são fundamentais para a vigilância e alerta para situações que oferecem risco à vida, podendo ainda fornecer informações sobre a urgência e tipo de perigo aos quais os animais estão sendo expostos (Marler, 1955; Bradbury & Vehrencamp, 1998; Leavesley & Magrath, 2005). Estudos realizados para Carriça-de-testa-branca (*Sericornis frontalis*) (Leavesley & Magrath,

2005) observaram variações nas vocalizações de alerta que estavam diretamente associadas à urgência cujo emissor desejava sinalizar com os chamados de alerta. Os pesquisadores constataram que as vocalizações para a espécie variam de acordo com a distância do predador avistado; quanto mais próximo o predador, maior o número de elementos no chamado e maior sua frequência mínima (Hz). Experimentos com playback mostraram que chamadas de alarme com mais elementos provocam respostas mais urgentes nestes animais, de modo que quanto mais elementos compunham as vocalizações, mais veloz eram as taxas de resposta (Leavesley & Magrath, 2005). Bradbury & Vehrencamp (1998) também falam sobre a relação da urgência nos gritos de alarme, postulando que vertebrados produzem dois tipos de alarme para níveis de perigo distinto; os chamados de alarme de ‘fuga’, que estão associadas à resposta ou fuga imediata, ou chamados de alarme de ‘assédio moral’, que estão associadas a um nível de urgência menor, onde indivíduos que se aproximam para monitorar ou repelir um predador em potencial. Além da possível relação com a urgência, estudos observam que a variação nessas vocalizações também podem estar relacionadas ao tipo de ameaça sinalizada, sendo que macacos *Chlorocebus aethiops* exibem vocalizações de alarme diferentes para águias, cobras e leopardos (Seyfarth *et al.*, 1980) e há evidências de que galinhas domésticas (*Gallus gallus*) conseguem diferenciar predadores aéreos e terrestres através dos chamados de alarme (Evans *et al.*, 1993; Evans 1997). Essas são explicações bastante aceitáveis para a variação encontrada nas nossas vocalizações de alerta e de agressividade, havendo a possibilidade de que cada variação possa sinalizar riscos distintos para os animais em contexto e grau, haja visto a diversidade de situações estressantes às quais os animais são expostos no seu dia a dia. A própria variação no fluxo de visitantes ao longo do dia, composição etária e forma como esses visitantes interagem com os animais provou ter efeitos distintos nos padrões de comportamento e comunicação das aves do recinto, existindo a possibilidade de que esses mesmos contextos reflitam em variações nas vocalizações de alerta e agressividade.

Vocalizações de agressividade foram descritas por Renton (2004) em contextos de interações agonísticas entre *A. ararauna* em ambiente natural, porém a descrição da autora ficou restrita à comparar o som das emissões com um “kraak kraak”. Descrições de sons através de onomatopéias não fornecem informações precisas e falham em caracterizar as vocalizações de formas que possibilitem comparações em estudos posteriores. Nosso estudo foi inovador ao trazer a descrição detalhada de seis tipos de vocalizações de agressividade e quatro tipos de vocalizações de agonia para contextos agonísticos em araras-canindé. A diversidade de vocalizações encontradas para contextos agonísticos reflete diretamente a

diversidade de funções desempenhada pelas vocalizações de araras-canindé em disputas vocais (Bradbury, J. W., 2003; Giret *et al.*, 2011), que como observado nos nossos dados, estão bastante presentes na rotina destas aves.

Chamamos atenção aqui para a gama de chamados de agonia encontrados nesse estudo, que são por definição vocalizações agudas, amplas e intensas, com a vantagem biológica de serem eficientes em termos de alcance, mas com a desvantagem de envolverem alto risco e gasto energético (Venuto *et al.*, 2001). O custo-benefício destas emissões de modo geral não é vantajoso para o indivíduo e portanto essas vocalizações costumam ser evitadas, exceto em contextos altamente estressantes, onde o animal entende que a sua vida está em risco. Por esse motivo, esse tipo de vocalização não é encontrado na literatura de forma tão vasta; estudos realizados para Papagaio-do-mangue (*Amazona amazonica*) identificaram a presença de dois tipos de chamados de agonia emitidos por filhotes de em contextos de perigo e aproximação de humanos no ninho (Moura, 2007; Moura *et al.* 2011), enquanto estudos realizados para Papagaios-cinzentos africanos (*Psittacus erithacus*) identificaram um tipo de chamado de agonia associado especificamente ao estresse induzido por experimentos onde a exposição à predadores foi testada (Giret *et al.*, 2011). Giret *et al.* (2011) enfatiza que esta vocalização foi produzida em resposta ao contexto estressor induzido e hipotetiza que esta poderia representar um pedido de socorro com função repulsiva para o agressor principal (Griffin, 2008) ou servir como um sinal honesto do estado físico do remetente para os predadores (Laiolo *et al.* 2004). A diversidade de formas nas quais os chamados de agonia foram observados para as aves em cativeiro pode ser um reflexo tanto do estado emocional dessas aves, indicando que as aves se sentem constantemente ameaçadas e sob estresse no recinto, quanto podem ser um produto da diversidade de contextos ameaçadores e estressantes aos quais esses indivíduos estão expostos, de modo que, neste caso, cada uma das categorias de chamado de agonia poderia sinalizar a função de repelir um tipo de ameaça diferente. Uma evidência para essa hipótese está justamente nos comportamentos observados em associação com cada uma das categorias de agonia descritas, que diferem entre si. As vocalizações de “agonia 1”, por exemplo, estão constantemente associadas ao comportamento de automutilação, indicando que neste caso a ave está sob alto estresse, possivelmente se sentindo ameaçada pela grande exposição aos visitantes no recinto. Já as vocalizações de “agonia 3” estão mais associadas a conflitos e comportamentos agonísticos do que comportamentos de estresse, indicando que neste caso, as vocalizações são emitidas como um pedido de socorro diante da ameaça causada pelas agressões por outras araras. É interessante notar ainda que as vocalizações de agonia descritas para o repertório vocal de araras canindé

possuem a característica de ocuparem uma ampla faixa de frequência e serem agudas, com o harmônico fundamental alcançando as maiores frequências do repertório, inferiores apenas à algumas vocalizações de estresse. Essas características são bastante similares às características registradas para chamados de agonia de papagaios-de-finsch (*Amazona finschi*) por Salinas-Melgoza & Renton (2021) e de papagaios africanos (gênero *Poicephalus*) por Venuto *et al.* (2010), cujas vocalizações são descritas como rosnados ameaçadores compostos por numerosos harmônicos, baixa modulação, ampla faixa de frequência e frequências agudas. Altas frequências são degradadas com a distância e permitem fornecer informações de maneira eficiente tanto em distâncias longas como também em distâncias curtas (Venuto *et al.*, 2010). É interessante notar que as vocalizações de estresse registradas no repertório vocal de araras-canindé compartilham destas mesmas características estruturais, com a diferença de que são vocalizações de maior modulação, mais longas e ainda mais agudas. Levando em consideração os contextos em que as vocalizações de estresse são emitidas, pode-se inferir que elas possuem uma funcionalidade biológica semelhante aos chamados de agonia, sinalizando contextos em que o animal está sob constante estresse e refletindo o estado físico por vezes deplorável em que o animal se encontra. Considerando estes contextos, é de se esperar que as vocalizações de estresse sejam projetadas para um alcance ainda maior, haja visto que os animais só manifestam as vocalizações e comportamentos de estresse registrados quando se encontram sob ameaça e estresse prolongados, apresentando um risco ainda maior à saúde destes animais.

É interessante observar que os nossos dados revelaram ainda a presença de altas taxas de imitação em contextos de estresse, com uma elevada tendência entre os animais de imitar a palavra “Arara” enquanto exibem comportamentos como automutilação e estereotipia da cabeça. Esse padrão pode se mostrar um bom indicador de estresse nas aves de cativeiro, estabelecendo um diálogo com a descrição de Vielliard (2004), de que papagaios faladores somente imitam sons estranhos quando são mantidos em isolamento. Entretanto, essa também pode ser uma forma de manifestação gerada pelo contato intenso com humanos desde as fases iniciais de ontogenia do canto, como foi demonstrado para outros psitacídeos (Gregory & Hopkins, 1974; Sick, 1997; Giret *et al.*, 2011; Balsby *et al.*, 2012). A habilidade de imitação da fala humana foi observada em estudos com quatro indivíduos de Papagaio-cinzento (*Psittacus erithacus*) criados em cativeiro, os quais exibiram mais de 30 tipos de variedade de vocalizações de imitação logo no primeiro ano de vida, e para os quais a imitação de vocalizações humanas foi considerada como um subproduto das relações sociais entre os papagaios e seus tutores (Giret *et al.*, 2011). Gregory & Hopkins (1974) também observam a

habilidade de imitação da fala humana por uma fêmea de estimação de Papagaio-campeiro (*Amazona ochrocephala*), a qual contava com um extenso repertório de 20 palavras humanas, além de assobios e chamados, cuja emissão estava comumente associada ao *display* de *eye pinning* em contextos de excitação. Balsby *et al.* (2012), por outro lado, sugerem que a função da imitação em bandos de fissão-fusão de Periquitos-de-testa-laranja (*Eupsittula canicularis*) está relacionada à individualidade, sendo utilizadas pelas aves como traços individuais distintivos que permitem que um indivíduo reconheça o outro nestes tipos de bandos. É importante ressaltar, entretanto, que a imitação da fala humana é um traço exclusivo de animais de cativeiro, não fazendo parte do repertório natural de psitacídeos de vida livre. Portanto, esse traço é desconhecido na natureza, dificultando a interpretação da sua funcionalidade para psitacídeos fora do viés causado pelos próprios ambientes de cativeiro.

Goodwin (1951) sugere que o mimetismo vocal presente nos gaios está frequentemente associado ao humor subjetivo e que a funcionalidade e interpretação deste sinal é singular para cada indivíduo, estando diretamente associada ao contexto em que o animal escutou esse som pela primeira vez. Desta forma, a emissão de um som específico passa a estar associada a um contexto emocional característico presumivelmente semelhante àquele sob o qual o animal o aprendeu (Goodwin, 1951; Goodwin, 1956). Esta hipótese é bastante interessante no sentido que explica o viés induzido por diferentes ambientes de cativeiro e a conseqüente variação de contextos em que a imitação é observada nos psitacídeos. Como observado, nossos dados constataram a presença de imitação da fala humana através da palavra “*Arara*” em contextos de estresse, associada a comportamentos como automutilação e estereotipia. Considerando a hipótese acima (Goodwin, 1951) e considerando que as aves tiveram o primeiro contato com a palavra “*Arara*” através da interação com os visitantes, é de se esperar que esse sinal esteja associado ao estresse para estas aves, decorrendo da perspectiva de que o aprendizado deste traço teria ocorrido em contexto estressor, com o fluxo contínuo de visitantes e perturbação do ambiente caracterizando fatores de ameaça extremamente estressantes. A hipótese explica também os resultados encontrados por Gregory & Hopkins (1974), onde a fêmea de estimação de papagaio-campeiro produz um repertório de imitação de 20 palavras que são usadas, dentre outros, em contextos afetivos. O autor cita que dentre estas palavras, uma das preferidas da ave é a palavra “*Seraphita*”, que corresponde justamente ao seu nome. Considerando a hipótese de Goodwin (1951) é possível que *Seraphita* tenha aprendido a falar o seu nome em um contexto de afetividade, onde a execução da palavra estaria diretamente ligada à um forte vínculo afetivo com seu tutor, vínculo que poderia inclusive reforçar e estimular a produção

da imitação em questão. Considerando que isso de fato aconteceu, seria presumível que a palavra “*Seraphita*” estaria associada às emoções geradas pelo vínculo afetivo com o tutor, explicando a frequência em que essa palavra foi observada associada à excitação (Gregory & Hopkins, 1974).

Outro traço interessante observado para os nossos dados foi a presença de vocalizações emitidas em contexto de banho. Estas vocalizações se mostraram bastante características para as aves estudadas, associadas a uma gama de comportamentos e *displays* visuais igualmente característicos. De modo geral, as aves emitem vocalizações de banho quando estão na fonte de água se higienizando, contexto que é marcado pela presença de comportamentos de banho, autopreening e ingestão de água, além de estar altamente associado à exibição de *displays* de movimentação das penas, dobramento das asas e abertura das asas. Resultados muito semelhantes foram encontrados para Papagaio-do-mangue (*Amazona amazonica*) em cativeiro, onde observou-se a exibição de sincronia comportamental entre os comportamentos descanso, preening, beber água associados à emissões vocais e exibição de *displays* visuais - as aves esfregavam a cabeça na parte interna de ambas as asas estendidas (Murphy *et al.* 2011). Murphy *et al.* (2011) interpretaram esse conjunto de comportamentos como um sinal para outros papagaios de que é seguro tomar banho, função particularmente importante em ambientes selvagens, onde é presumivelmente arriscado de se expor da forma como as aves se expõem ao tomar banho. O estudo de Murphy *et al.* 2011) trás evidências para essa hipótese, identificando que os papagaios se banhavam com mais intensidade quando outros papagaios na ambiente estavam vocalizando. Além disso, se as sessões de banho fossem durante o momento de repouso, a vocalização muitas vezes parecia desencadear tanto o falso banho quanto o banho, sugerindo que a vocalização, e não apenas a observação do comportamento de banho, pode funcionar como estímulo para tomar banho (Murphy *et al.* 2011). É possível que as vocalizações observadas durante o banho desempenhem um papel semelhante para araras-canindé (*A. araruna*), sendo necessário mais estudos para comprovar a funcionalidade desta vocalização em animais de cativeiro.

Por fim, mas não menos importante, os chamados de contato descritos para a espécie parecem exercer uma função fundamental na manutenção da coesão das aves que convivem no recinto. Nossos resultados demonstram a presença de dois tipos de chamado de contato para araras-canindé, ambos tendo como característica principal a geração de resposta social ao sinal, ou seja, sempre que um indivíduo emitia um chamado de contato, um ou mais indivíduos respondiam produzindo uma vocalização de mesma categoria. Estes chamados

foram observados em uma ampla diversidade de contextos, especialmente nos contextos de alimentação, repouso, brincadeira e interações sociais. Entretanto, a função primordial destas emissões está justamente na manutenção do contato e da coesão social em grupos estáveis (Wanker & Fisher, 2001; Marler, 2004; Moura, 2007; Moura *et al.* 2014; Favaro *et al.*, 2016; Bertin *et al.*, 2023). Haja visto que araras-canindé são animais altamente sociais, é notável a importância que essas vocalizações desempenham no cotidiano do grupo, importância que se faz notável pela frequência de chamados de contato registrados. Estudos envolvendo chamados de contato em outras espécies revelam que estas vocalizações podem ser utilizadas ainda como forma de reconhecimento individual de parceiros (Berg *et al.*, 2011), para afirmar relações afetivas entre aves de estimação e seus tutores presença (Bertin *et al.*, 2023), para aumentar as taxas de aceitação e adesão ao grupo (Treisman, 1978; Farabaugh *et al.*, 1994; Farabaugh & Dooling, 1996) e como forma de assinatura vocal de grupo, permitindo a distinção entre vizinhos de estranhos (Briefer *et al.*, 2008; Giret *et al.*, 2009). As duas últimas funções, em especial, parecem estar bastante presentes nas vocalizações de contato exibidas pelas aves do recinto, tendo em vista a semelhança observada entre os chamados de araras-canindé e as demais espécies de araras que convivem no mesmo ambiente. Entretanto, são necessários estudos envolvendo todas as espécies presentes no recinto e analisando a interação entre elas como resposta às vocalizações de contato emitidas.

De forma geral, é possível dizer que a grande variedade de vocalizações descritas para as araras-canindé em questão reflete a ampla diversidade de funções, contextos e a complexidade social presentes no dia a dia destas aves. Porém é necessário considerar que os sinais e funcionalidades descritos neste estudo estão adaptados para as necessidades da rotina da espécie no cativeiro, sendo necessário mais estudos com araras-canindé de vida livre para demonstrar se os mesmos padrões são encontrados também em ambientes naturais.

## **7.2. Comunicação visual em araras-canindé (*Ara ararauna*) de cativeiro**

Nossos resultados detectaram a presença de oito tipos de *displays* visuais exibidos por araras-canindé em diferentes contextos de comunicação. Os dados referentes à frequência de *displays* visuais foram obtidos a partir das amostras audiovisuais utilizadas para a caracterização e descrição do repertório vocal de araras-canindé, de modo que foi possível mensurar as taxas de comunicação visual associadas à comunicação vocal nas amostras analisadas. Nossos resultados mostram que a maior parte das vocalizações catalogadas para



araras-canindé em cativeiro estão associadas à exibição de pelo menos um tipo de *display* visual, sendo que dentre os 22 tipos de vocalização registrados, 19 exibem esse tipo de associação, sugerindo uma forte presença de comunicação multimodal em araras-canindé. Entretanto, não foi possível identificar de forma precisa a função que cada *display* visual desempenha nessa comunicação, haja visto que a maior parte destes *displays* apareceram em vários dos contextos comportamentais e em proporções por vezes semelhantes. Por outro lado, a exibição de *displays* por si só já pode ser considerada um indicador de emoções em animais, uma vez que a emissão destes sinais está diretamente relacionada a respostas simpáticas e parassimpáticas do sistema nervoso autônomo a distúrbios emocionais (Langley, 1904; Morris, 1956). Deste modo, há a possibilidade de que a frequência de *displays* exibidos poderia refletir a intensidade das emoções do emissor, não sendo entretanto definido de forma geral se essas emoções seriam positivas ou negativas.

Os resultados dos testes estatísticos aplicados revelaram que os a presença e frequência relativa de *displays* visuais, sem a diferenciação por categoria, não revelaram resultados significativos com relação ao contexto emocional sinalizado pelas vocalizações a que estavam associados. Apesar de ser possível visualizar uma tendência a maiores exibições de *displays* visuais em contextos vocais negativos, nossos dados não nos permitem afirmar de forma significativa se o uso da comunicação visual associada à comunicação vocal reflete um estado emocional positivo ou negativo nestas aves.

Separando os *displays* por categoria, ainda não conseguimos afirmar que os *displays* de “movimentação das penas da face”, “movimentação das penas da nuca”, “movimentação das pernas da coroa”, “bater asas”, “dobrar asas” e “exibir asas” estão associados a um contexto emocional específico, mas podemos constatar que os *displays* de “rubor facial” e “*eye pinning*” estão significativamente associados à vocalizações que sinalizam contextos de valência negativa, nos permitindo inferir que as araras-canindé do estudo utilizam-se destes *displays* para sinalizar emoções negativas. Esse resultado é interessante pois vai em direções completamente opostas aos resultados exibidos por Bertin *et al.*, 2023 para araras-canindé em cativeiro. O estudo testou a resposta comportamental, visual e vocal de araras-canindé para três contextos: aves em ambiente familiar na presença de tutor (*união*), retirada do tutor, deixando a ave sozinha no ambiente (*separação*) e reintrodução do tutor no ambiente (*reunião*). Os autores observaram que taxas significativamente maiores de rubor facial e *eye pinning* foram exibidas nos contextos que contavam a presença do tutor, revelando uma tendência a maiores taxas destes *displays* pelas aves em contextos de afeto. Além disso, eles também encontraram taxas significativamente maiores de movimentação das penas da coroa e

nuca e chamados de contato de curta distância nas fases cujo tutor estava presente, indicando a possibilidade de que a exibição destes *displays* esteja diretamente associada à emissão de vocalizações de contato e que a multimodal utilizadas por essas aves seria um reflexo de emoções de valência positiva. Descrições realizadas para tentilhões-de-cauda-longa (*Poephila acuticauda*) (Morris, 1956), tentilhões-estrela (*Poephila ruficauda*) (Morris, 1956), galahs (*Eolophus roseicapilla*) (Kaplan, 2015) e cacatuas-de-crista-amarela (*Cacatua galerita*) (Kaplan, 2015) corroboram essa premissa, indicando que os movimentos discretos das penas nas aves podem indicar informações afetivas, como humor, excitação e afeição.

Por outro lado, Goodwin (1956) descreve que os gaios-comum (*Garrulus glandarius*) tendem a erguer sua plumagem em situações de conflito e a deprimem quando estão ativados pelo impulso de fuga, Locatelli *et al.*, 2013 observa a movimentação da plumagem em situações de alerta para araras-canindé (*A. ararauna*) e Kaplan (2015) descreve ainda que a crista de galahs (*Eolophus roseicapilla*) (Kaplan, 2015) e cacatuas-de-crista-amarela (*Cacatua galerita*) pode subir em contextos de alarme e abaixar em contextos de medo. Além disso, Marian (2022) trás olhar diferente para a funcionalidade do *display* de *eye pinning* em araras-canindé de cativeiro, revelando que as aves tendem a exibir esse *display* também em contextos de alerta, medo e agressividade e Moustaki (2021) revela a que a presença de *displays* de miose e midríase em psitacídeos pode estar associada tanto a contextos positivos - como excitação e interação e entusiasmo com brinquedos ou alimentos - quanto negativos - como agitação e agressividade. Já os estudos de Brown & Amadon (1968), Negro *et al.* (2006), Bamford *et al.* (2010) e Ingels *et al.* (2011) associam o rubor facial a interações agonísticas e estados de estresse, sustentando os resultados encontrados para os nossos dados. Outro *display* registrado na literatura para contextos de agressividade foi a exibição das asas, registradas durante interações agonísticas entre *A. ararauna* em ambiente natural por Renton (2004). Entretanto, a exibição desse sinal não revelou a mesma correlação de forma significativa para nossos dados, em que observamos altas frequências de exibição de asas não só em contextos agonísticos, mas também no contexto de banho.

É importante ressaltar que os *displays* visuais encontrados em contextos positivos no nosso estudo compreenderam principalmente as amostras cujos comportamentos e vocalizações estavam associados ao banho. Essa observação é bastante relevante, haja visto a similaridade de padrões encontrados por Murphy *et al.* (2011) para Papagaio-do-mangue (*Amazona amazonica*) em contexto de banho e descritos para aves por Goodwin (1956) durante o banho e pós-banho. Murphy *et al.* (2011) observaram um sincronia comportamental entre os comportamentos de banho, preening, beber água, *displays* de dobramento de abertura

das asas e emissões de vocalizações em contextos de banho, conjunto de sinais cuja função seria primariamente alertar sobre a segurança do banho para o bando. Goodwin (1956) por outro lado descreve que aves mantêm a sua crista está totalmente erguida enquanto tomam banhos, de água ou de sol, e que neste caso a movimentação das penas exerce uma função muito mais fisiológica do que afetiva. É relevante pontuar que as elevadas frequências de *displays* associados a vocalizações de banho podem estar mais relacionadas às funções fisiológicas ligadas ao banho ou à sinalização de alerta de segurança para o bando - cuja importância é indiscutível em ambientes naturais - do que à sinalização de emoções em si. Considerando que as vocalizações de banho representam uma grande discrepância em relação às demais vocalizações de contexto neutro-positivo em termos de associações com *displays* visuais, podemos dizer que existe a possibilidade de que mais *displays* sinalizem emoções negativas para araras-canindé de cativeiro e que essa relação pode não ter se provado significativa neste estudo em detrimento do viés causado pelas amostras de banho.

Além disso, é preciso considerar que nem sempre os *displays* observados vão estar ligados à intencionalidade de transmitir um sinal, podem existir casos onde estes *displays* sejam apenas uma resposta fisiológica às condições climáticas e ambientais (Morris, 1956; Goodwin, 1956). Morris (1956) descreve que o posicionamento das penas das aves varia em função do período de atividade e das condições climáticas e ambientais, observando a tendência das penas se manterem abaixadas e coladas ao corpo quando as aves estão mais ativas, relaxadas quando o as aves exibem baixa atividade, parcialmente erguidas em ambientes de frio e totalmente eriçadas em ambientes quentes. Goodwin (1956) descreve uma resposta semelhante, afirmando que a disposição da plumagem nas aves pode muitas vezes ser explicada pelas variações climáticas, de modo que se o clima estiver frio, a plumagem fica mais ou menos ereta - dando a aparência que as aves estão “estufadas” - e as asas podem muitas ser mantidas com as primárias ligeiramente abertas, enquanto que que em climas quentes, a plumagem fica comprimida contra o corpo e as asas podem ser dobradas e afastadas do corpo - semelhante ao que observamos no *display* de dobramento das asas -, permitindo que o ar circule abaixo delas. O autor ressalta que a presença de respostas fisiológicas não exclui a possibilidade de que respostas afetivas e estados de espírito subjetivos semelhantes possam acompanhar os movimentos de plumagem e das asas, mas para estes *displays* em específico, é necessário analisar o contexto com cuidado para evitar especulações.

De modo geral, a interpretação da funcionalidade de *displays* visuais em araras-canindé continua subjetiva e passível de ambiguidade, exceto para os *displays* de rubor

facial e *eye pinning*. Entretanto, nossos resultados corroboram resultados encontrados por alguns estudos (Brown & Amadon, 1968; Negro *et al.*, 2006; Bamford *et al.*, 2010; Ingels *et al.*, 2011; Moustaki, 2021; Marian, 2022) e são opostos aos resultados de outros (Gregory & Hopkins, 1974; Moustaki, 2021; Marian, 2022; Bertin *et al.*, 2023) indicando que a funcionalidade destes *displays* em araras-canindé e psitacídeos permanece subjetiva e pode representar diferentes emoções de acordo com o ambiente e contexto emocional em que o animal está inserido. Uma questão a ser ressaltada é justamente o viés comportamental induzido pelo catireiro e pela exposição contínua a seres humanos, que refletem diretamente nas elevadas frequências de comportamentos e vocalizações de valência negativa observadas neste estudo. Da mesma forma, Bertin *et al.*, 2023 possui um viés amostral nos dados, cujas amostras compreendem apenas aves de estimação que possuíam forte vínculo afetivo com os tutores. Deste modo, não é possível afirmar com certeza que os *displays* visuais observados são indicadores de emoções negativas em araras-canindé e que esse não é um resultado enviesado pelos elevados níveis de estresse gerados pelo cativeiro, sendo necessário mais estudos buscando esclarecer a função evolutiva destes *displays* em psitacídeos. Estudos envolvendo a mensuração de níveis hormonais em araras-canindé e traçando uma interface entre as taxas associadas a cada categoria de *display* são especialmente recomendados.

### **7.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*Ara ararauna*) de cativeiro ao longo do dia**

Nossos resultados demonstram padrões característicos de comunicação e comportamento para as araras-canindé do recinto, padrões que se demonstraram relacionados tanto à individualidade das aves quanto à rotina e ao contexto em que elas estavam inseridas.

Os comportamentos associados à categoria de alimentação são acompanhados de uma grande frequência de vocalizações curtas e repetitivas emitidas em massa pelo bando, representadas em sua grande maioria pelas vocalizações de voo tipo 1. Além disso, os comportamentos de alimentação estão associados a um padrão de agitação e locomoção prévio, como foi constatado pelos nossos dados. Por outro lado, é comum que durante a alimentação às aves exista uma maior tendência à agressividade nas aves, que frequentemente exibem comportamentos de agressão e aproximação-retirada enquanto se alimentam em conjunto. Taxas de agressividade semelhantes foram registradas para araras canindé por Almeida (2016), a qual registrou os maiores índices de interação social negativa durante o período de alimentação das aves. Já Marian (2022) descreve padrões de locomoção que

antecedem a alimentação de forma muito semelhante ao observado para nossos dados, constatando que os Lóris-arco-íris (*Trichoglossus haematodus*) de cativeiro exibiram uma grande quantidade de comportamentos de locomoção e forrageamento em períodos de alimentação, vocalizando intensamente. Nemeth & Vaughan (2004) retratam um comportamento semelhante para araracangas (*A. macao*) de vida livre, no caso a grande movimentação é explicada pelo ato de forragear, que também é acompanhado de intensas vocalizações. Talvez uma explicação para esse aumento de deslocamento seja justamente o ato natural de forragear e diante da elevada frequência de vocalizações de “voo 1” observadas nestes períodos, nós as descrevemos como vocalizações de forrageamento.

As araras também aparentam exibir uma rotina no que se diz respeito aos padrões de comportamento das categorias de locomoção e descanso, com uma tendência generalizada de descansar no período em que sol incide diretamente sobre o recinto, por volta de 11h e 13:30h, em que muitas aves dormem ou repousam, muitas vezes realizando conjuntamente comportamentos de autopreening e allopreening. É interessante ressaltar que um padrão de comportamento exatamente igual foi observado por Pitter & Christiansen (1997) para a Ararinha-de-testa-vermelha (*A. rubrogenys*) em ambiente natural. Ele descreve que as araras ao meio-dia, as araras se reúnem em grupos de 2 a 30 indivíduos em desfiladeiros e vales e passam horas repousando aos pares, muitas vezes realizando o comportamento de autopreening. Morris (1956) descreve que realizar allopreening da cabeça de outro indivíduo é uma resposta típica de repouso subsidiário, com a tendência de maiores frequências desse comportamento quando as aves se encontram mais aglomeradas, uma vez que o autor afirma que a proximidade da plumagem do outro indivíduo é um estímulo para que o indivíduo exiba este tipo de comportamento.

O período de atividade no recinto retorna drasticamente por volta das 13:30, que é o horário rotineiro em que o tratador visita o recinto para repor os estoques de alimento. Vale ressaltar que esse é padrão atípico e específico para este contexto induzido pelo cativeiro, não sendo exibido da mesma forma por aves em ambiente natural. Nos demais períodos do dia, a maioria das aves passa a maior parte do tempo empoleirada nas grades e poleiros, o que também é observado por Marian (2022) em seu estudo com *A. araruna* em cativeiro. Marian (2022) descreve ainda que as fêmeas apresentam uma maior taxa inatividade em relação aos machos. Talvez a diferença de gênero seja uma explicação para o índice de atividade consideravelmente maior de mais ou menos dez indivíduos específicos, os quais que são bastante ativos e locomovem muitas vezes ao longo do dia, principalmente na região da entrada do recinto. Entretanto, esse padrão de locomoção próximo à entrada pode na verdade

indicar um reflexo dos comportamentos agonísticos de aproximação-retirada e agrupamento-afastamento em resposta à entrada de humanos no recinto. Neste contexto, é esperado que os indivíduos mais agressivos e territorialistas sejam os mesmos que apresentam essa atividade consideravelmente maior. Entretanto, diante das limitações do estudo em mensurar a individualidade das aves, não foi possível confirmar essa suposição.

Porém, uma evidência dessa possibilidade é que as aves que se encontram mais próximas da entrada do recinto são também as aves que apresentam maiores frequências de comportamentos agressivos, tanto entre elas, quanto em relação aos humanos. Um casal em particular estava posicionado sempre no mesmo local todos os dias, bem próximo a entrada, à direita dos visitantes, saindo apenas para alimentar e ameaçar os visitantes. Esse casal em específico demonstra altíssimos níveis de comportamentos agressivos e passa a maior parte do tempo exibindo *displays* visuais como o ruborizar da face, o eriçar de penas da face, coroa e nuca, a exibição de asas e a miose e midríase dos olhos. A alta frequência de exibição dos *displays* de rubor facial e *eye pinning* por esse casal reflete a tendência de presença constante de emoções de valência negativa nestas aves, como foi constatado na seção anterior (Seção 7.2. Comunicação visual em araras-canindé de cativeiro). É interessante ressaltar que a maioria das brigas e agressões entre as araras envolviam esse casal, bem como as demais aves que estavam posicionadas mais próximas à entrada do recinto.

Os comportamentos de estresse também foram observados continuamente em associação com estes *displays*, além de estarem caracteristicamente associados a vocalizações de estresse e de imitação da fala humana (Seção 7.1. Repertório vocal de araras-canindé em cativeiro). Nossos dados demonstraram que há uma tendência a maior exposição de comportamentos de estresse pelas aves durante o período da tarde. Essa tendência pode ser explicada pelo acúmulo de estresse gerado pela visitaçao do recinto ao longo do dia ou pode ainda estar relacionada aos horários de pico de visitaçao no recinto, que geralmente são maiores durante o período da tarde (**Apêndice B**). Almeida (2016) descreve em seu trabalho a exibição de comportamentos incomuns associados à grade e uma alta frequência de vocalizações em araras-canindé de cativeiro, os quais diminuíram significativamente após a introdução de técnicas de enriquecimento ambiental. A autora argumenta que esse padrão de sinalização pode representar a demarcação de território em cativeiro, sendo observado que a aproximação de visitantes no recinto faz com que os indivíduos se desloquem para as telas e comecem a vocalizar (Almeida, 2016). Diferentemente das aves de Almeida (2016), nossas araras estão em contato direto com os visitantes. Neste caso, a visitaçao pode justificar o aumento da frequência de comportamentos e vocalizações de agressividade em relação aos

visitantes e de comportamentos e vocalizações de estresse em resposta à perturbação causada pelos mesmos.

Dentre os comportamentos de estresse, recebe destaque o comportamento de “cavar terra”, frequentemente observado nas aves que ocupavam a posição inicial do recinto. Esse comportamento se assemelha à geofagia observada na natureza em diversos animais, o qual consiste em um hábito de ingerir terra ou argila com o suposto objetivo de auxiliar em funções digestivas, sejam mecânicas ou químicas (Abrahams & Parsons 1996; Diamond *et al.* 1999). Este comportamento tem sido amplamente observado em psitacídeos, tanto em ambiente selvagem quanto em cativeiro (Diamond *et al.*, 1999; Silveira, 2010) e foi descrito para araras-canindé (*Ara ararauna*) e periquitos-de-cabeça-preta (*Aratinga nenday*) nas sub-regiões pantaneiras (Severo-Neto, 2012), para tiribas-de-pfrimer (*Pyrrhura pfrimeri*) em matas secas Dornas *et al.* (2016) e para os gêneros *Amazona*, *Ara*, *Aratinga*, *Brotogeris* e *Pyrrhura* em florestas amazônicas (Lee *et al.*, 2010). Entretanto, não observamos a ingestão direta de terra pelas nossas aves. Por outro lado, a característica marcante de repetição e invariabilidade observada nos comportamentos de cavar terra nos levou a acreditar que este comportamento está mais relacionado à estereotípias do que à geofagia em si.

Outros comportamentos estereotipados anormais também foram observados em situações de estresse para nossas aves no cativeiro, dentre os mais frequentes estão a automutilação e as estereotípias da cabeça e de locomoção. Estes comportamentos também foram relatados em araras-canindé de cativeiro por outros autores (Almeida, 2016; Victoria, 2017; Almeida *et al.*, 2018; Miglioli & Vasconcellos, 2021; Amorim, 2022) e serão discutidos melhor a seguir.

#### **7.4. Efeitos da interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental nos padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé (*Ara ararauna*)**

Com relação às respostas exibidas pelos animais diante do estresse gerado pela interação com seres humanos e medidas de enriquecimento ambiental mitigadoras, nossos resultados revelaram alterações no âmbito das taxas de emissão de vocalizações, duração média das vocalizações emitidas e frequências de comportamentos de valência negativa. Observamos que cada um dos tratamentos empregados afeta de forma diferente uma ou mais destas variáveis, exceto pelo tipo de enriquecimento ambiental, que pareceu ser irrelevante para os nossos dados.

A presença de visitantes, por si só - isolada do efeito de interação dos mesmos com as aves - não se mostrou capaz de alterar as taxas de comportamentos negativos exibidos pelas aves e nem promoveu o aumento ou a diminuição na duração média das vocalizações. Esses resultados sugerem que a visitação, quando não invasiva, não constitui um estressor considerável para as aves, não promovendo mudanças significativas nos padrões de comportamento das aves no seu dia a dia ou na estrutura das vocalizações.

Por outro lado, a presença de visitantes no recinto foi o único fator estressor a refletir em alterações na frequência de emissões vocais, cujas taxas foram reduzidas com a visitação. É interessante notar que a aplicação de enriquecimento ambiental também surtiu um efeito similar, gerando a redução das taxas de vocalização quando presente. Os efeitos de presença de visitantes e enriquecimento ambiental quando combinados, porém, repercutiram em um novo efeito significativo, onde observamos um aumento na frequência de emissões vocais. Esses resultados sugerem um efeito contraditório contrastante com a literatura existente, onde ambos os fatores estressores e mitigantes, quando isolados, parecem promover a redução nas taxas de vocalizações, mas quando combinados, o equilíbrio entre estímulos estressores e mitigantes parece levar a um aumento na atividade vocal. Almeida (2016) testa a resposta de araras-canindé para condições semelhantes às analisadas acima, com a diferença porém de que as aves de Almeida estão inseridas em recintos tradicionais de zoológicos, que em comparação com os recintos de imersão analisados neste estudo, são significativamente menores e isolados do público. A autora observou em seu estudo que a aplicação de enriquecimento ambiental nos recintos proporciona uma redução significativa na emissão de vocalizações, sugerindo que alta frequência de vocalização na etapa de pré-enriquecimento estaria associada à demarcação de território em cativeiro. Estes resultados foram embasados na observação de que a aproximação de visitantes no recinto fazia com que os indivíduos se deslocassem para as telas e comesçassem a vocalizar. Podemos observar que neste ponto, as condições dos nossos dados já diferem das condições observadas por Almeida. Nos recintos de imersão, a aproximação de visitantes não acontece fora das telas e deste modo a visitação consiste em uma ação muito mais invasiva. Os indivíduos podem se sentir ameaçados pela exposição à humanos e, fora da proteção das telas, os menos corajosos podem se sentir coagidos a reprimir suas manifestações vocais, como uma forma de evitar conflitos através de estratégias de submissão.

Por outro lado, tanto Almeida (2016), quanto Miglioli & Vasconcello (2021) registraram um aumento das taxas de atividade e locomoção dos indivíduos de araras-canindé após a aplicação de enriquecimento ambiental. A frequência de comportamentos de



locomoção e das taxas de atividade não foram diretamente mensuradas nas nossas análises, cujo foco escolhemos dar à valência emocional dos comportamentos exibidos. Entretanto, como observado nos resultados anteriores (Seção 6.3. Padrões de comportamento e comunicação em araras-canindé ao longo do dia), observamos uma forte correlação entre as taxas de locomoção e a frequência de vocalizações emitidas pelas aves. Deste modo, podemos supor que o aumento nas taxas de emissão vocal pode na verdade refletir o aumento da atividade das aves no recinto, a qual foi descrita por diferentes autores como uma indicadora de bem-estar em animais de cativeiro (Paul *et al.*, 2005; Almeida, 2016; Miglioli & Vasconcello, 2021).

Em uma segunda dimensão, a visitação quando invasiva se mostrou um fator de estresse mais acentuado, refletido tanto na duração média das vocalizações quanto na frequência de comportamentos negativos. Nossos resultados demonstram que na presença de interação com visitantes, as aves produzem vocalizações mais longas e exibem uma quantidade maior de comportamentos de valência negativa. Como descrito anteriormente, a exibição de vocalizações mais longas parece estar relacionada à emissão de maiores taxas de vocalizações de agressividade e estresse, cujas durações (s) são caracteristicamente maiores que as demais vocalizações.

Observamos alterações nos valores de duração média das vocalizações também em relação ao nível de interação e à faixa etária dos visitantes no recinto, registrando vocalizações significativamente mais longas em situações que envolviam um público misto e em contextos de interação mais intensa. Curiosamente, visitas realizadas por grupos menores (menos de 5 visitantes por grupo) se demonstraram menos invasivas e pareceram não impactar negativamente o comportamento e a comunicação destas aves, se mostrando uma alternativa interessante a ser explorada por instituições de cativeiro para a manutenção do bem-estar. Com relação à faixa etária, observamos uma relação inesperada, onde a presença de adultos no recinto pareceu de certa forma reduzir a duração média das vocalizações no recinto. Podemos hipotetizar que esse resultado reflete o modo como o público interage com as aves, sendo que adultos quando não acompanhados de crianças tendem a respeitar melhor as regras e limites impostos pelo zoológico para as visitas. Uma vez que esses limites são respeitados, podemos hipotetizar que a presença de visitantes no recinto poderia atuar como uma forma de entretenimento e distração para as aves, reduzindo desta forma a exibição comportamentos desencadeadas pelo tédio, como estereotípias, e as subsequentes vocalizações associadas a eles. Entretanto, é preciso ressaltar que essa hipótese é mera

especulação, uma vez que não temos dados nem resultados suficientes para sustentar esta relação.

A aplicação enriquecimento ambiental se mostrou efetiva ao reduzir as taxas de comportamentos de valência negativa exibidos pelos animais em contextos de interação com visitantes, demonstrando que as técnicas aplicadas podem ser benéficas quando atuam mitigando o estresse causado pela visitação invasiva no recinto e reduzem o viés comportamental. Diferentes estudos corroboram a eficácia do enriquecimento ambiental em melhorar o bem-estar de araras-canindé em cativeiro, demonstrando que a aplica o de técnicas de enriquecimento está relacionada ao aumento de comportamentos considerados positivos, como forrageamento e movimentação, e redu o de comportamentos considerados negativos, como ociosidade e estresse (Almeida, 2016; Victoria, 2017; Almeida et al., 2018; Miglioli & Vasconcellos, 2021; Amorim, 2022). No entanto,   importante pontuar que a introdu o de novos estímulos no recinto pode inicialmente gerar rea o es nos animais que são inesperadas, despertadas pela estranheza associada a objetos não conhecidos. Almeida (2016) e Miglioli & Vasconcellos (2021) descrevem em seus trabalhos que a introdu o de algumas técnicas de enriquecimento ambiental no recinto gerou uma eleva o nos níveis imediatos de comportamentos de valência negativa exibidos pelos animais, destacando ainda que psitacídeos em geral são aves neof bicas, cuja exposi o   objetos e estímulos novos não   inicialmente bem-vinda e pode causar estresse e medo nestes animais. Nosso estudo não demonstrou o mesmo padrão em aumentar a frequência de comportamentos negativos durante a aplica o de enriquecimento ambiental, se mostrando pelo contrário significativamente eficaz em reduzir esses comportamentos em contextos de intera o com visitantes e irrelevante quando analisado de forma isolada dos fatores estressores. Entretanto, nossos gráficos demonstram uma leve tendência na redu o de comportamentos de valência positiva pelas aves quando analisadas sob efeito isolado do enriquecimento ambiental, sugerindo que o neofobismo descrito anteriormente pode ser responsável pela queda de comportamentos positivos exibidos pelas aves.

  importante ressaltar ainda que, em rela o   dura o média das vocaliza o es, a aplica o de enriquecimento ambiental não surtiu efeito conjunto com nenhum dos tratamentos descritos. Estes resultados indicam que o enriquecimento ambiental, embora eficaz em reduzir comportamentos negativos e aumentar a atividade vocal, não mostrou eficiência em reduzir as taxas de emiss o es vocais longas para os contextos estressores descritos. Isso sugere que, embora o enriquecimento possa distrair as aves de estímulos

estressantes, ele não necessariamente alivia o estresse interno manifestado por vocalizações mais longas.

Nossos resultados sugerem que a visitação quando não invasiva e realizada por grupos pequenos, não constitui um fator estressante o suficiente para impactar negativamente na saúde e rotina dos animais, especialmente quando aliada às técnicas de enriquecimento ambiental. Entretanto, são necessários mais estudos testando o efeito de fatores estressores e técnicas de enriquecimento ambiental na estrutura vocal das emissões, buscando entender se os parâmetros acústicos relatados neste estudo poderiam ser de fato bons parâmetros para identificar estresse e bem-estar em araras-canindé de cativeiro. Nossas descobertas ressaltam a complexidade de respostas que os animais podem exibir frente à estímulos ambientais e sociais e destacam a importância de se considerar tanto fatores isolados quanto combinados ao investigar os efeitos do enriquecimento ambiental e da interação humana sobre a fauna cativa.

## 8. CONCLUSÃO

1. O repertório vocal de araras-canindé em cativeiro (*A. ararauna*) é composto por 22 tipos de vocalizações distribuídas em seis categorias comportamentais. Esse é o primeiro estudo a descrever o repertório vocal de araras-canindé em cativeiro.
2. Nossos resultados revelaram um repertório extenso e complexo, cujos sinais parecem estar associados a uma gama igualmente extensa de funções, sugerindo que a estrutura social desta espécie é marcada por elevada complexidade social. Recomendamos que estudos futuros utilizem análises de redes para determinar a complexidade, hierarquia e dominância de bandos mistos de araras-canindé, buscando testar se a relação entre estrutura social e complexidade do repertório se aplica ao repertório vocal desta espécie.
3. Uma ênfase especial precisa ser dada às vocalizações das categorias agonísticas e de estresse, que juntas representam 15 dentre as 22 vocalizações encontradas para o repertório. A diversidade de vocalizações envolvendo agressividade e agonia sugere que houve uma diversificação de sinais para suprir a demanda por comunicação na espécie, a qual pode ter sido moldada pela hierarquia de dominância natural da espécie ou pelo contexto de cativeiro em que as aves estão inseridas.
4. Já a extensão de sinais envolvendo estresse reflete os níveis de estresse induzidos pelo cativeiro e pelo contato invasivo com humanos. É particularmente interessante

observar como a intensidade deste contato reflete diretamente no desenvolvimento de imitação em psitacídeos. Nossos resultados constaram que as aves estudadas exibem imitação da fala humana especialmente em contextos de estresse, suportando a hipótese de que os indivíduos tendem a associar o som ao contexto em que ele foi aprendido. Entretanto, são necessários mais estudos avaliando as condições de aprendizagem que proporcionam o desenvolvimento da imitação em psitacídeos em cativeiro, buscando entender se a funcionalidade destas vocalizações está de fato associada à questões emocionais.

5. A comunicação multimodal em araras-canindé revelou que os *displays* visuais de rubor facial e *eye pinning* estão associados à expressão vocal de emoções negativas. Esse é o primeiro estudo a descrever a comunicação multimodal entre sinais visuais e vocais em araras canindé, tanto em cativeiro quanto em vida livre. Também é o primeiro estudo conhecido a propor que a interpretação dos sinais visuais pode ser estudada através da sua relação com expressões vocais de emoções em aves.
6. Nossos resultados demonstraram que, quando os *displays* visuais não são separados por categoria, a presença de comunicação visual isoladamente não nos permite identificar a valência emocional do contexto em que o sinal é emitido. Estes resultados sugerem que a variedade de *displays* visuais observada em araras-canindé possui uma diversidade de funções que precisam ser melhor estudadas isoladamente e que, de forma geral, a comunicação visual em araras-canindé permanece sendo uma manifestação subjetiva e passível de ambiguidade.
7. Os padrões de comportamento e comunicação observados para a rotina de araras-canindé revelaram uma forte associação entre os comportamentos de locomoção e alimentação e a frequência de vocalizações emitidas, sugerindo que o período de atividade das aves também é acompanhado por uma maior atividade vocal.
8. Da mesma maneira, os resultados demonstram que as maiores taxas de comportamentos de descanso estão associadas às menores taxas de vocalizações, sugerindo novamente um padrão relacionado à atividade, onde os períodos de inatividade são refletidos em uma menor atividade vocal.
9. Também observamos que alguns dos padrões de comportamento e comunicação registrados diferem dos padrões observados em psitacídeos selvagens e foram possivelmente enviesados pelo cativeiro. Há a necessidade específica de que os comportamentos atípicos de “estereotípias” e “cavar terra” sejam melhor estudados,

haja visto o modo como a descrição da funcionalidade acerca destes comportamentos para o cativo se distanciou da literatura.

10. Este estudo se provou de grande relevância ao destacar questões fundamentais para o entendimento da manifestação das emoções de araras-canindé através da comunicação vocal e visual, fornecendo informações adicionais aos estudos clássicos de comportamento que já vinham sendo realizados para a espécie. As respostas observadas pelas aves em condições de estresse e bem-estar podem ser usadas como parâmetros para a compreensão das emoções sob a ótica do animal, entendimento se faz necessário quando o foco é promover o bem-estar. O animal se comunica, e, ser capaz de interpretar apropriadamente a informação que ele está tentando comunicar é a melhor forma de identificar as causas do estresse e a eficácia de medidas mitigadoras empregadas para reduzi-lo. Para fortalecer ainda mais essa compreensão, recomendamos que estudos como este sejam realizados para araras-canindé de vida livre, promovendo um diálogo onde seja possível identificar com ainda mais clareza as anomalias oriundas do cativo.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrahams, P. W., & Parsons, J. A. (1996). Geophagy in the tropics: a literature review. *Geographical Journal*, 63-72. <https://doi.org/10.2307/3060216>

Alcock, J. (2016). Entendendo as Causas Proximas e Distais do Canto das Aves. In: *Comportamento animal: uma abordagem evolutiva* (pp. 29-60). Artmed.

Almeida, A. C. D. (2016). Influência do enriquecimento ambiental em araras-canindé (*Ara ararauna*). <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/43922>

Almeida, A. C., & Moreira, N. (2019). Glicocorticoides, comportamento e enriquecimento ambiental: avaliação da qualidade de vida em aves silvestres cativas. *Arch Vet Sci*, 24(3). <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/download/47726/39604>

Almeida, A. C., Palme, R., & Moreira, N. (2018). How environmental enrichment affects behavioral and glucocorticoid responses in captive blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*). *Applied Animal Behaviour Science*, 201, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.12.019>

Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266. <https://doi.org/10.1163/156853974X00534>

Amorim C. C. (2022). “ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL APLICADO AO BEM-ESTAR DA ARARA CANINDÉ (*Ara ararauna* (Linnaeus, 1758)); PSITTACIDAE; AVES) NO CENTRO DE TRIAGEM DE ANIMAIS SILVESTRES, VITÓRIA DA CONQUISTA-BA. UFBA”. *Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Bahia, Vitória da Conquista*.

Appel, S. C., Tinoco, L., Calderan, A. M. P., Porfírio, G., & Guedes, N. M. R. (2021). COMPORTAMENTO INTRA E INTERESPECÍFICO EM NINHO ATIVO DE ARARA CANINDÉ (*Ara ararauna*) NA ÁREA URBANA DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL. *II Congresso Internacional de Ecologia Online*. <https://eventos.congresso.me/conecoon/resumos/13642.pdf>

de Araújo, C. B., Marcondes-Machado, L. O., & Vielliard, J. M. (2011). Vocal repertoire of the yellow-faced parrot (*Alipiopsitta xanthops*). *The Wilson Journal of Ornithology*, 123(3), 603-608. <https://doi.org/10.1676/10-102.1>

de Araújo, C. B. (2011). *Psitacídeos do cerrado: sua alimentação, comunicação sonora e aspectos bióticos e abióticos de sua distribuição potencial* (Tese de Doutorado). <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/844894>

de Araújo, C.B., Marques, P.A.M. & Vielliard, J.M.E. Flight-call as species-specific signal in South American parrots and the effect of species relatedness in call similarity. *Rev. Bras. Ornitol.* 25, 143–151 (2017). <https://doi.org/10.1007/BF03544392>

Audacity Team. (2023). Audacity (Versão 3.2.5) [Software]. Disponível em: <https://www.audacityteam.org/>

Auguie, B. (2017). GridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics. R package version 2.3, <https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra>.

Balsby, T. J., Momberg, J. V., & Dabelsteen, T.(2012). Vocal imitation in parrots allows addressing of specific individuals in a dynamic communication network. *PLoS One*, 7(11), e49747. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049747>

Baptista, L. F. & Petrinovich L. (1986). Song development in the white-crowned sparrow: Social factors and sex differences. *Animal Behaviour* 34: 1359–1371

Belin, P., Fecteau, S., Charest, I., Nicastro, N., Hauser, M. D., & Armony, J. L. (2008). Human cerebral response to animal affective vocalizations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1634), 473-481. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1460>

Bamford, A. J., Monadjem, A., & Hardy, I. C. (2010). Associations of avian facial flushing and skin colouration with agonistic interaction outcomes. *Ethology*, 116(12), 1163-1170. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2010.01834.x>

Bennett, A. T., & Cuthill, I. C. (1994). Ultraviolet vision in birds: what is its function?. *Vision research*, 34(11), 1471-1478. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(94\)90149-X](https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)90149-X)

Berg, M. L., & Bennett, A. T. (2010). The evolution of plumage colouration in parrots: a review. *Emu-Austral Ornithology*, 110(1), 10-20. <https://doi.org/10.1071/MU09076>

Berg, K. S., Delgado, S., Okawa, R., Beissinger, S. R., & Bradbury, J. W. (2011). Contact calls are used for individual mate recognition in free-ranging green-rumped parrotlets, *Forpus passerinus*. *Animal Behaviour*, 81(1), 241–248. [doi:10.1016/j.anbehav.2010.10.012](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2010.10.012)

Bernstein, I. S. (1991). An empirical comparison of focal and ad libitum scoring with commentary on instantaneous scans, all occurrence and one-zero techniques. *Animal Behaviour*, 42(5), 721-728. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80118-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80118-6)

Bertin, A., Beraud, A., Lansade, L., Blache, M. C., Diot, A., Mulot, B., & Arnould, C. (2018). Facial *display* and blushing: Means of visual communication in blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*)?. *PloS one*, 13(8), e0201762. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201762>

Bertin, A., Cornilleau, F., Lemarchand, J., Boissy, A., Leterrier, C., Nowak, R., ... & Lansade, L. (2018). Are there facial indicators of positive emotions in birds? A first exploration in Japanese quail. *Behavioural processes*, 157, 470-473. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.06.015>

Bertin, A., Mulot, B., Nowak, R., Blache, M. C., Love, S., Arnold, M., ... & Lansade, L. (2023). Captive Blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) show facial indicators of positive affect when reunited with their caregiver. *Behavioural Processes*, 206, 104833. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2023.104833>

Bianchi, C. A. (1998). Biologia reprodutiva da arara-canindé (*Ara ararauna*, Psittacidae) no Parque Nacional das Emas, Goiás. *Dissertação de mestrado, Universidade de Brasilia. Brasilia.*

BirdLife International (2022) Species factsheet: *Ara ararauna*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 01/10/2022.

Blumberg, M. S., & Sokoloff, G. (2001). Do infant rats cry?. *Psychological review*, 108(1), 83. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.83>

Bradbury, J. W., & Vehrencamp, S. L. (1998). Signals and Communication. In *Principles of animal communication* (pp. 1-18).

Bradbury, J. W. (2003). Vocal communication in wild parrots. In *Animal social complexity: intelligence, culture, and individualized societies* (pp. 293-316). Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674419131.c22>



Briefer, E., Aubin, T., Lehongre, K., & Rybak, F. (2008). How to identify dear enemies: the group signature in the complex song of the skylark *Alauda arvensis*. *Journal of Experimental Biology*, 211(3), 317-326. <https://doi.org/10.1242/jeb.013359>

Briefer, E., Osiejuk, T. S., Rybak, F., & Aubin, T. (2010). Are bird song complexity and song sharing shaped by habitat structure? An information theory and statistical approach. *Journal of Theoretical Biology*, 262(1), 151-164. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2009.09.020>

Briefer, E. F. (2012). Vocal expression of emotions in mammals: mechanisms of production and evidence. *Journal of Zoology*, 288(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2012.00920.x>

Brightsmith, D., & Bravo, A. (2006). Ecology and management of nesting blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) in *Mauritia palm swamps*. *Biodiversity & Conservation*, 15(13), 4271-4287. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-3579-x>

Brown, L., & Amadon, D. (1968). *Eagles, hawks and falcons of the world*.

Brudzynski, S. M. (2007). Ultrasonic calls of rats as indicator variables of negative or positive states: acetylcholine–dopamine interaction and acoustic coding. *Behavioural brain research*, 182(2), 261-273. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2007.03.004>

Bryant, Z., Konczol, E., & Michaels, C. J. (2022). Impact of Broad-Spectrum Lighting on Recall Behaviour in a Pair of Captive Blue-Throated Macaws (*Ara glaucogularis*). *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 3(2), 177-183. <https://doi.org/10.3390/jzbg3020015>

Carlstead, K. (1996). *Effects of captivity on the behavior of wild mammals*. Chicago, University of Chicago Press.

Carlstead K: Effects of captivity on the behaviour of wild mammals; in Kleiman DG, Allen MR, Thompson KV, Lumpkin S, Harris H (eds): Wild Mammals in Captivity. Chicago, University of Chicago Press, 1996, pp 317-333.

Catchpole, C. K. (1986). The biology and evolution of bird songs. *Perspectives in Biology and Medicine*, 30(1), 47-64. <https://doi.org/10.1353/pbm.1986.0098>

Clay, Z., Smith, C. L., & Blumstein, D. T. (2012). Food-associated vocalizations in mammals and birds: what do these calls really mean?. *Animal behaviour*, 83(2), 323-330. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.12.008>

Clements, JF, TS Schulenberg, MJ Iliff, SM Billerman, TA Fredericks, JA Gerbracht, D. Lepage, BL Sullivan e CL Wood. (2021). *A lista de verificação eBird/Clements de Aves do Mundo: v2021*. Transferido de <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>

Conselho Federal de Biologia (CFBio). (2018). Resolução CFBio nº 476, de 8 de junho de 2018. Disponível em: <https://cfbio.gov.br/2018/06/18/resolucao-no-476-de-8-de-junho-de-2018//>>. Acesso em: 15/11/2023.

Costa, F. J. V., Ribeiro, R. E., Souza, C. A. D., & Navarro, R. D. (2018). Espécies de aves traficadas no Brasil: uma meta-análise com ênfase nas espécies ameaçadas. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 7(2), 324-346. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i2.p324-346>

Diamond, J., Bishop, K. D., & Gilardi, J. D. (1999). Geophagy in New Guinea birds. *Ibis*, 141(2), 181-193. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1999.tb07540.x>

Diogo, R., Abdala, V., Lonergan, N., & Wood, B. A. (2008). From fish to modern humans—comparative anatomy, homologies and evolution of the head and neck musculature. *Journal of Anatomy*, 213(4), 391-424. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2008.00953.x>

Dornas, T., Pesqueiro, M. F., Luiz, E. R., & Pinheiro, R. T. (2016). Geophagy in Pfrimer's Parakeet (*Pyrrhura pfrimeri*), a critically threatened and endemic parakeet of dry forests in Central Brazil. *Ornitol Neotrop*, 27, 247-251.

Esch, H. C., Sayigh, L. S., & Wells, R. S. (2009). Quantifying parameters of bottlenose dolphin signature whistles. *Marine Mammal Science*, 25(4), 976-986. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2009.00289.x>

Evans, C. S., Macedonia, J. M., & Marler, P. (1993). Effects of apparent size and speed on the response of chickens, *Gallus gallus*, to computer-generated simulations of aerial predators. *Animal Behaviour*, 46(1), 1-11. <https://doi.org/10.1006/anbe.1993.1156>

Evans, C. S. 1997. Referential signals. In: *Perspectives in Ethology, Vol. 12: Communication* (Ed. by D. Owings, M. D. Beecher & N. S. Thompson), pp. 99–143. New York: Plenum.

Farabaugh, S. M., Linzenbold, A., & Dooling, R. J. (1994). Vocal plasticity in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*): evidence for social factors in the learning of contact calls. *Journal of Comparative Psychology*, 108(1), 81. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.108.1.81>

Farabaugh, S. M., & Dooling, R. J. (1996). Acoustic communication in parrots: laboratory and field studies of budgerigars, *Melopsittacus undulatus*. *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*, 97-117.

Favaro, L., Gili, C., Da Rugna, C., Gnone, G., Fissore, C., Sanchez, D., ... & Pessani, D. (2016). Vocal individuality and species divergence in the contact calls of banded penguins. *Behavioural processes*, 128, 83-88. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.04.010>

Fernández-Juricic, E., Martella, M. B., & Alvarez, E. V. (1998). Vocalizations of the blue-fronted amazon (*Amazona aestiva*) in the Chancani Reserve, Cordoba, Argentina. *The Wilson Bulletin*, 352-361. <https://www.jstor.org/stable/4163959>

Fernandez, N. M. (2018). The Influence of Landscape Configuration on Ōma'o (*Myadestes obscurus*) Song Diversity. *Doctoral dissertation, University of Hawai'i at Hilo*. . <https://www.proquest.com/openview/90f54983f6413c7074a6b1b70d684098/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>

Fitch, W. T. (1997). Vocal tract length and formant frequency dispersion correlate with body size in rhesus macaques. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 102(2), 1213-1222. <https://doi.org/10.1121/1.421048>

Fletcher, N. H. (2004). A simple frequency-scaling rule for animal communication. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(5), 2334-2338. <https://doi.org/10.1121/1.1694997>

Freeberg, T. M., Dunbar, R. I., & Ord, T. J. (2012). Social complexity as a proximate and ultimate factor in communicative complexity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1597), 1785-1801 <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0213>

Friard, O. and Gamba, M. (2016), BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods Ecol Evol*, 7: 1325–1330. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>

Giret, N., Monbureau, M., Kreutzer, M., & Bovet, D. (2009). Conspecific discrimination in an object-choice task in African grey parrots (*Psittacus erithacus*). *Behavioural processes*, 82(1), 75-77. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2009.02.016>

Giret, N., Albert, A., Nagle, L., Kreutzer, M., & Bovet, D. (2011). Context-related vocalizations in African grey parrots (*Psittacus erithacus*). *Acta Ethologica*, 15(1), 39-46. <https://doi.org/10.1007/s10211-011-0106-9>

Goodwin, D. (1951). Some aspects of the behaviour of the Jay *Garrulus glandarius*. *Ibis*, 93(3), 414-442. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1951.tb05462.x>

Goodwin, D. (1956). Further observations on the behaviour of the jay *Garrulus glandarius*. *Ibis*, 98(2), 186-219. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1956.tb03040.x>

Goller, F., & Larsen, O. N. (1997). A new mechanism of sound generation in songbirds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(26), 14787-14791.

Gregory, R., & Hopkins, P. (1974). Pupils of a talking parrot. *Nature*, 252(5485), 637-638. <https://doi.org/10.1038/252637a0>

Griffin, A. S. (2008). Social learning in Indian mynahs, *Acridotheres tristis*: the role of distress calls. *Animal Behaviour*, 75(1), 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.04.008>

Hill, S. D., Ji, W., Parker, K. A., Amiot, C., & Wells, S. J. (2013). A comparison of vocalisations between mainland tui (*Prothemadera novaeseelandiae novaeseelandiae*) and Chatham Island tui (*P. n. chathamensis*). *New Zealand Journal of Ecology*, 214-223. <http://www.jstor.org/stable/24060784>

Homberger, D. G., & De Silva, K. N. (2003). The role of mechanical forces on the patterning of the avian feather-bearing skin: A biomechanical analysis of the integumentary musculature in birds. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution*, 298(1), 123-139. <https://doi.org/10.1002/jez.b.30>

Ingels, J., Tascon, J., & Giraud-Audine, M. (2011). Ever seen an 'ashen-faced' or a 'blushing' Crested Caracara *Caracara cheriway*. *Neotropical Birding*, 71-73. [http://www.gepog.org/sites/default/files/fichiers/ressources/Ingels%20et%20al%202011%20-%20Caracara%20cheriway%20\(Neotrop.Birding%209\).pdf](http://www.gepog.org/sites/default/files/fichiers/ressources/Ingels%20et%20al%202011%20-%20Caracara%20cheriway%20(Neotrop.Birding%209).pdf)

Jarvis, E. D., Ribeiro, S., Da Silva, M. L., Ventura, D., Vielliard, J., & Mello, C. V. (2000). Behaviourally driven gene expression reveals song nuclei in hummingbird brain. *Nature*, 406(6796), 628-632. <https://doi.org/10.1038/35020570>

Kaplan, G. (2015). Bird minds: cognition and behaviour of Australian native birds. *CSIRO publishing*.

Kargong, K. V. (2016). Órgãos Sensoriais. In *Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução* (pp. p. 996-1062), 7ª edição, Roca.

Knutson, B., Burgdorf, J., & Panksepp, J. (2002). Ultrasonic vocalizations as indices of affective states in rats. *Psychological bulletin*, 128(6), 961. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.128.6.961>

Laiolo, P., Tella, J. L., Carrete, M., Serrano, D., & Lopez, G. (2004). Distress calls may honestly signal bird quality to predators. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271(suppl\_6), S513-S515. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2004.0239>

Langley, J. N. (1903). On the sympathetic system of birds, and on the muscles which move the feathers. *The Journal of physiology*, 30(3-4), 221. <https://doi.org/10.1113%2Fjphysiol.1903.sp000991>

Leavesley, A. J., & Magrath, R. D. (2005). Communicating about danger: urgency alarm calling in a bird. *Animal behaviour*, 70(2), 365-373. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.10.017>

Lee, A. T., Kumar, S., Brightsmith, D. J., & Marsden, S. J. (2010). Parrot claylick distribution in South America: do patterns of “where” help answer the question “why?”. *Ecography*, 33(3), 503-513. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05878.x>

Lehner, P. N. (1992). Sampling methods in behavior research. *Poultry science*, 71(4), 643-649. <https://doi.org/10.3382/ps.0710643>

Leite, V. L. R., Silva, B. P. A., S. J. K. R., Ramos, P. H. S. , Ferro, D. A. C, Ferro, R. A. C , Junior, C. A. M. Avaliação do comportamento de araras Canindé (*Ara ararauna*) cativas em preparação para soltura e reintrodução em Goiás. v. 5 (2019): Anais do V Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Goiás (CEPE/UEG):

Levinson, S. T. (1980). Comportamento social de (*Amazona albifrons*) 1n: R. F. Pasquier, Ed. *Conservation of New World Parrots*. Group Meeting (1980: St. Lucia). *Smithsonian Institution Press for the International Council for Bird Preservation*.

Ligges, U.; Krey, S; Mersmann, O.; Schnackenberg, S. (2023). tuneR: Analysis of Music and Speech. <https://CRAN.R-project.org/package=tuneR>

Livezey, K. (2016). An approach to identifying bird songs: a key to more than 300 songs in the Pipeline Road area, Soberanía National Park, Panama. *The Open Ornithology Journal*, 9(1). <https://doi.org/10.2174/1874453201609010070>

Locatelli, A. C., Wrublack, S. C., Basile, L. F., do Nascimento, A. F., Berber, G. D. C. M., & de Araujo Berber, R. C. (2013). Comportamento reprodutivo e materno de araras Canindé (*Ara ararauna* Linnaeus, 1758) mantidas em cativeiro para conservação. *Comunicata Scientiae*, 4(4), 316-323. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5022017>

Marian, I. (2022) Effects of Environmental Enrichment in 3 Species of Parrots at Cappeller Zoo: *Ara ararauna*, *Trichoglossus haematodus* and *Amazona leucocephala*. *First Cycle Degree (BSc) in Animal Care – Tutela del Benessere Animale, Università degli Studi di Padova, Padua, Italia*.

Maigrot, A. L., Hillmann, E., & Briefer, E. F. (2018). Encoding of emotional valence in wild boar (*Sus scrofa*) calls. *Animals*, 8(6), 85. <https://doi.org/10.3390/ani8060085>

Manteuffel, G., Puppe, B., & Schön, P. C. (2004). Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 88(1-2), 163-182. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.012>

Marler, P. (1970). A comparative approach to vocal learning: song development in white-crowned sparrows. *Journal of comparative and physiological psychology*, 71(2p2), 1. <https://doi.org/10.1037/h0029144>

Marler, P. (2004). Bird calls: their potential for behavioral neurobiology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1016(1), 31-44. <https://doi.org/10.1196/annals.1298.034>

Martins, B. A., Rodrigues, G. S. R., & de Araújo, C. B. (2018). Vocal dialects and their implications for bird reintroductions. *Perspectives in ecology and conservation*, 16(2), 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.03.005>

May, D. L. (2004). The vocal repertoire of grey parrots (*Psittacus erithacus*) living in the Congo basin. *Doctoral dissertation, The University of Arizona*.

McCallum, A. (2010). Birding by ear, visually. *Birding*, 42(9), 50-63. <http://www.appliedbioacoustics.com/downloads/BirdingMagazine/2010July/v42n4p50.pdf>

McGraw, K. J., & Nogare, M. C. (2004). Carotenoid pigments and the selectivity of psittacofulvin-based coloration systems in parrots. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 138(3), 229-233. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2004.03.011>

McPhee, M. E., & Carlstead, K. (2010). The importance of maintaining natural behaviors in captive mammals. *Wild mammals in captivity: Principles and techniques for zoo management*, 2, 303-313.

Miglioli, A., & da Silva Vasconcellos, A. (2021). Can behavioural management improve behaviour and reproduction in captive blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*)?. *Applied Animal Behaviour Science*, 241, 105386. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105386>

Montes-Medina, A. C., Salinas-Melgoza, A., & Renton, K. (2016). Contextual flexibility in the vocal repertoire of an Amazon parrot. *Frontiers in zoology*, 13(1), 1-13. [doi:10.1186/s12983-016-0169-6](https://doi.org/10.1186/s12983-016-0169-6)

Mooney, R., Prather, J., & Roberts, T. (2007). *Neurophysiology of birdsong learning*. In *Learning and memory: a comprehensive reference* (pp. 441-474). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012370509-9.00116-9>

Morgan, K. N., & Tromborg, C. T. (2007). Sources of stress in captivity. *Applied animal behaviour science*, 102(3-4), 262-302. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.032>

Morris, D. (1956). The feather postures of birds and the problem of the origin of social signals. *Behaviour*, 9(1), 75-111. [https://brill.com/view/journals/beh/9/1/article-p75\\_5.xml](https://brill.com/view/journals/beh/9/1/article-p75_5.xml)



Moura, L. N. D. (2007). Comportamento do Papagaio-do-mangue *Amazona amazonica*: gregarismo, ciclos nictemerais e comunicação sonora. *Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém*. <https://lobio.ufpa.br/Moura2007.pdf>

Moura, L. N., da Silva, M. L., & Vielliard, J. (2011). Vocal repertoire of wild breeding Orange-winged Parrots *Amazona amazonica* in Amazonia. *Bioacoustics*, 20(3), 331-339. <https://doi.org/10.1080/09524622.2011.9753655>

Moura, L. N., Silva, M. L., Garotti, M. M., Rodrigues, A. L., Santos, A. C., & Ribeiro, I. F. (2014). Gestural communication in a new world parrot. *Behavioural processes*, 105, 46-48. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.03.003>

Moustaki, N. (2021). *Parrots for dummies*. John Wiley & Sons. p. 245, 277.

Murphy, S. M., Braun, J. V., & Millam, J. R. (2011). Bathing behavior of captive Orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*). *Applied Animal Behaviour Science*, 132(3-4), 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.010>

Negro, J. J., Sarasola, J. H., Fariñas, F., & Zorrilla, I. (2006). Function and occurrence of facial flushing in birds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 143(1), 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2005.10.028>

Nemeth, N., & Vaughan, C. (2004). Feeding observations on Scarlet Macaw (*Ara macao*) in Costa Rica. *Cotinga*, 21, 71-72. <http://www.neotropicalbirdclub.org/articles/21/Full.pdf#page=71>

Owren, M. J., Seyfarth, R. M., & Cheney, D. L. (1997). The acoustic features of vowel-like grunt calls in chacma baboons (*Papio cyncephalus ursinus*): Implications for production processes and functions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(5), 2951-2963. <https://doi.org/10.1121/1.418523>

Panksepp, J., & Burgdorf, J. (2003). “Laughing” rats and the evolutionary antecedents of human joy?. *Physiology & behavior*, 79(3), 533-547. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(03\)00159-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(03)00159-8)

Paul, E. S., Harding, E. J., & Mendl, M. (2005). Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 29(3), 469-491. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.01.002>



Pieplow, N. D. (2007). Describing bird sounds in words. [https://www.aba.org/birding\\_archive\\_files/v39n4p48.pdf](https://www.aba.org/birding_archive_files/v39n4p48.pdf)

Pimenta, F. R. P., Soares, A. D. S., Freitas, M. L. P., Santos, M. S. V., Martins-Hatano, F., Bidard, A. M., & Perini, E. S. (2009). Estudo Comportamental de um casal de Arara-Azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus* (latham, 1790) mantidas em cativeiro no Parque Zoobotânico Vale na floresta nacional de Carajás, Pará, Brasil. In *Anais Do IX Congresso de Ecologia Do Brasil*. Sociedade de Ecologia do Brasil, São Lourenço (pp. 1-4). [http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2009/resumos\\_ixceb/922.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2009/resumos_ixceb/922.pdf)

Pidgeon, R. (1981). Call of the Galah *Cacatua roseicapilla* and some comparisons with four other species of Australian Parrots. *Emu*, 81(3), 158-168. <https://doi.org/10.1071/MU9810158>

Pitter, E., & Christiansen, M. B. (1997). Behavior of individuals and social interactions of the red-fronted macaw *Ara rubrogenys* in the wild during the midday rest. *Ornitologia Neotropical*, 8(2), 133-143. [http://132.248.13.1/pdf/links/neo/rev8/vol8\\_2/vol\\_8\\_2\\_133-143.pdf](http://132.248.13.1/pdf/links/neo/rev8/vol8_2/vol_8_2_133-143.pdf)

Plair, B. L., Kuchinski, K., Ryan, J., Warren, S., Pilgrim, K., Boodoo, D., ... & Mohammed, N. (2008). Behavioral monitoring of Blue-and-yellow Macaws (*Ara ararauna*) reintroduced to the Nariva Swamp, Trinidad. *Ornitologia Neotropica*, 19, 113-122. [https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%2019%20\(Suppl.\)%20113-122.pdf](https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%2019%20(Suppl.)%20113-122.pdf)

Pond, R. L., Darre, M. J., Scheifele, P. M., & Browning, D. G. (2010). Characterization of equine vocalization. *Journal of veterinary behavior*, 5(1), 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2009.08.002>

Posit team (2023). RStudio: Integrated Development Environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA. URL: <http://www.posit.co/>.

Posit team (2023). seewave: Sound Analysis and Synthesis in R. R package version 2.2.1. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=seewave>.

Posit team (2023). tuneR: Analysis of Music and Speech. R package version 1.4.4. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=tuneR>.

Posit team (2023). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. R package version 3.4.2. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=ggplot2>.

Posit team (2023). gridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphic. R package version 2.3. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra>.

Posit team (2023). cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for 'ggplot2'. R package version 1.1.1. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=cowplot>.

Posit team (2023). GGally: Extension to 'ggplot2'. R package version 2.1.2. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=GGally>.

Posit team (2023). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.2. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.

Posit team (2023). forcats: Tools for Working with Categorical Variables (Factors). R package version 1.0.0. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=forcats>.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

Rendall, D. (2003). Acoustic correlates of caller identity and affect intensity in the vowel-like grunt vocalizations of baboons. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(6), 3390-3402. <https://doi.org/10.1121/1.1568942>

Renton, K. (2004). Agonistic interactions of nesting and nonbreeding macaws. *The Condor*, 106(2), 354-362. <https://doi.org/10.1093/condor/106.2.354>

Riters, L. V., Polzin, B. J., Maksimoski, A. N., Stevenson, S. A., & Alger, S. J. (2022). Birdsong and the neural regulation of positive emotion. *Frontiers in Psychology*, 13, 903857. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.903857>

Salinas-Melgoza, A., & Renton, K. (2021). Geographic variation in vocalisations of the military macaw in western Mexico. *Bioacoustics*, 30(2), 197-214. <https://doi.org/10.1080/09524622.2020.1714479>

Scheumann, M., Hasting, A. S., Kotz, S. A., & Zimmermann, E. (2014). The voice of emotion across species: how do human listeners recognize animals' affective states?. *PLoS One*, 9(3), e91192. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091192>

Schmidt-Morand, D. (1992). La vision dans le règne animal. *Veterinary International*, 4, 2-32.

Schwing, R., Parsons, S., & Nelson, X. J. (2012). Vocal repertoire of the New Zealand kea parrot *Nestor notabilis*. *Current Zoology*, 58(5), 727-740. [doi:10.1093/czoolo/58.5.727](https://doi.org/10.1093/czoolo/58.5.727)

Schloerke, B., Cook, D., Larmarange, J., Briatte, F., Marbach, M., Thoen, E., Elberg, A., Crowley, J. (2021). GGally: Extension to 'ggplot2'. R package version 2.1.2, <https://CRAN.R-project.org/package=GGally>.

Severo-Neto, F. Geophagy in two parrot species in southern Pantanal, Brazil. *Biota Neotrop.* 12(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/>

Seyfarth, R. M., Cheney, D. L., & Marler, P. (1980). Vervet monkey alarm calls: semantic communication in a free-ranging primate. *Animal Behaviour*, 28(4), 1070-1094. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(80\)80097-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(80)80097-2)

Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira* [Brazilian ornithology]. Rio de Janeiro (Brasil): Editora Nova Fronteira. Portuguese.

Silva, M. D. (1995). Estereotipia e versatilidade nos cantos das aves: os padrões de canto em sabiás e outras aves. *Anais de etologia*, 13, 133-147.

Silva, M. L., & Piqueira, J. R. C. (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*. <https://repositorio.usp.br/item/001180285>

Silva, M., & Vielliard, J. (2011). A aprendizagem vocal em aves: evidências comportamentais e neurobiológicas. *Estudos do comportamento II*, 1, 1-24. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/5442447>

Silva, M. L. (2021). Vocal mimicry in parrots. In Otta, E., & Monticelli, P. F. (Ed.), *Acoustic communication: an interdisciplinary approach* (pp. 43-50). [https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Monticelli/publication/354586451\\_LIVRO\\_ACOUSTIC\\_COMMUNICATION/links/6144ad853c6cb31069770bf1/LIVRO-ACOUSTIC-COMMUNICATION.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Monticelli/publication/354586451_LIVRO_ACOUSTIC_COMMUNICATION/links/6144ad853c6cb31069770bf1/LIVRO-ACOUSTIC-COMMUNICATION.pdf)

Silveira, LF (2010) Mundo das aves: papagaio comendo barro? *Cães e Cia* 371: 84–85.

Shepherdson, D. (1994). The role of environmental enrichment in the captive breeding and reintroduction of endangered species. *In Creative conservation* (pp. 167-177). Springer, Dordrecht.

Shepherdson, D. J. (1998). Tracing the path of environmental enrichment in zoos. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*, 1.

Sueur, J.; Aubin, T.; Simonis, C. (2008). Seewave: a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics*, 18, 213-226. <https://doi.org/10.1080/0952.4622.2008.9753600>.

Taylor, A. M., Reby, D., & McComb, K. (2009). Context-related variation in the vocal growling behaviour of the domestic dog (*Canis familiaris*). *Ethology*, 115(10), 905-915. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2009.01681.x>

Tinbergen, N. (1953). *The herring gull's world: a study of the social behaviour of birds*.

Treisman, M. (1978). Bird song dialects, repertoire size, and kin association. *Animal Behaviour*, 26, 814-817. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90146-X](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90146-X)

Uribe, F. (1982). Quantitative ethogram of *Ara ararauna* and *Ara macao* (Aves, Psittacidae) in captivity. *Biology of Behaviour*, 7, 309-323. [https://www.researchgate.net/profile/Francesc-Uribe/publication/256494900\\_Quantitative\\_ethogram\\_of\\_Ara\\_ararauna\\_and\\_Ara\\_macao\\_Aves\\_Psittacidae\\_in\\_captivity/links/5d233c3d92851cf4406f92c4/Quantitative-ethogram-of-Ara-ararauna-and-Ara-macao-Aves-Psittacidae-in-captivity.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francesc-Uribe/publication/256494900_Quantitative_ethogram_of_Ara_ararauna_and_Ara_macao_Aves_Psittacidae_in_captivity/links/5d233c3d92851cf4406f92c4/Quantitative-ethogram-of-Ara-ararauna-and-Ara-macao-Aves-Psittacidae-in-captivity.pdf)

Venuto, V., Ferraiuolo, V., Bottoni, L., & Massa, R. (2001). Distress call in six species of African *Poicephalus* parrots. *Ethology Ecology & Evolution*, 13(1), 49-68. <https://doi.org/10.1080/08927014.2001.9522787>

Victoria, L. M. (2017). Avaliação de diferentes enriquecimentos ambientais para arara-canindé (*Ara ararauna* Linnaeus, 1758). *Trabalho de Conclusão de Curso*,

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/177539>

Vielliard, J. M. (1987). O uso da bioacústica na observação de aves. *II Enc Nac Anilhad Aves*. Rio de Janeiro: UFRJ, 98-121.

Vielliard, J. M. E. (1994). Bioacoustics and phylogeny among Amazona Parrots. In *Proceedings of the International Ornithological Congress* (Vol. 21, p. 634).

Vielliard, J. M. E. (1997). O uso de caracteres bioacústicos para avaliações filogenéticas em aves. *Anais de Etologia*, 15(1), 93-107.

Vielliard, J. M. (2004). A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. *Seminário Música Ciência Tecnologia*, 1(1).  
<http://www2.eca.usp.br/smct/ojs/index.php/smct/article/view/12>

Vielliard, J. M. E., & Silva, M. D. (2010). Bioacústica-bases teóricas e regras práticas de uso em ornitologia. In *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento* (pp. 315-326), 1º edição, Technical Books.

Waller, B. M., & Micheletta, J. (2013). Facial expression in nonhuman animals. *Emotion Review*, 5(1), 54-59. <https://doi.org/10.1177/1754073912451503>

Wickham, H. (2016). Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. *Springer-Verlag New York*. <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Wickham, H.; François, R.; Henry, L.; Müller, K.; Vaughan, D. (2023). Dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.2, <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.

Wickham, H.; Averick, M.; Bryan, J.; Chang, W.; McGowan, L.D.; François, R.; Grolemund, G.; Hayes, A.; Henry, L.; Hester, J.; Kuhn, M.; Pedersen, T.L.; Miller, E.,; Bache S.M.; Müller, K.; Ooms, J.; Robinson, D.; Seidel, D.P.; Spinu, V.; Takahashi, K.; Vaughan, D.; Wilke, C.; Woo, K.; Yutani, H. (2019). “Welcome to the tidyverse.”. *Journal of Open Source Software*, 4, 43, 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>.

Wickham, H. (2023). Forcats: Tools for Working with Categorical Variables (Factors). R package version 1.0.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=forcats>

Wilke, C. (2020). Cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for 'ggplot2'. R package version 1.1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=cowplot>.

K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics at the Cornell Lab of Ornithology. (2022). Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 2.0.0 Build 66 Beta) [Computer software]. *Ithaca, NY: The Cornell Lab of Ornithology*. Available from <https://ravensoundsoftware.com/>.

Wanker, R., & Fischer, J. (2001). Intra-and interindividual variation in the contact calls of spectacled parrotlets (*Forpus conspicillatus*). *Behaviour*, *138*(6), 709-726. [https://brill.com/view/journals/beh/138/6/article-p709\\_2.xml](https://brill.com/view/journals/beh/138/6/article-p709_2.xml)

Weary, D. M., & Fraser, D. (1997). Vocal response of piglets to weaning: effect of piglet age. *Applied Animal Behaviour Science*, *54*(2-3), 153-160. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00066-X)

Wojciuk, P. (2023). Characteristics of the Order of Parrots. In A. Rosiński (Ed.), *Professional Acoustics*, Volume 2 (pp. 29-52). Wydawnictwo UWM. ISBN 978-83-8100-364-3

WikiAves (2021). *WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil*. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/>. Acesso em: 13/10/2023.

Xeno-canto (2021). *Xeno-canto, Compartilhando sons de aves do mundo todo*. Disponível em: <http://https://www.xeno-canto.org/>. Acesso em: 13/10/2023.

Yeon, S. C., Kim, Y. K., Park, S. J., Lee, S. S., Lee, S. Y., Suh, E. H., ... & Lee, H. J. (2011). Differences between vocalization evoked by social stimuli in feral cats and house cats. *Behavioural processes*, *87*(2), 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.03.003>

Young, R., Azevedo, C., Cipreste, C. Environmental Enrichment. In V. A. Melfi, N. R. Dorey & S. J. Ward (Eds.), *Zoo Animal Learning and Training* (pp. 101-118).

Zdenek, C. N., Heinsohn, R., & Langmore, N. E. (2015). Vocal complexity in the palm cockatoo (*Probosciger aterrimus*). *Bioacoustics*, *24*(3), 253-267. <https://doi.org/10.1080/09524622.2015.1070281>

Zimmerman, P. H., & Koene, P. (1998). The effect of frustrative nonreward on vocalisations and behaviour in the laying hen, *Gallus gallus domesticus*. *Behavioural processes*, 44(1), 73-79. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(98\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(98)00035-7)

Zimmerman, P. H., Koene, P., & van Hooff, J. A. (2000). The vocal expression of feeding motivation and frustration in the domestic laying hen, *Gallus gallus domesticus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 69(4), 265-273. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00136-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00136-2)



# ANEXOS

## ANEXO A - Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais do IP-USP



Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Comissão de Ética no  
Uso de Animais

### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Análise de comunicação visual e acústica de Araras-canindé (Ara ararauna, Arini, Psittacíformes: Aves) em diferentes contextos comportamentais como indicadora de estresse e bem-estar animal", protocolada sob o CEUA nº 9546241022 (ID 000313), sob a responsabilidade de **Maria Luisa da Silva e equipe; Ana Silveira de Souza** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADA** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (CEUA/IPUSP) na reunião de 05/04/2023.

We certify that the proposal "Analysis of Blue-and-yellow macaws (Ara ararauna, Arini, Psittacíformes: Birds) visual and acoustic communication in different behaviors contexts as stress and wellbeing indicator", utilizing 35 Birds (males and females), protocol number CEUA 9546241022 (ID 000313), under the responsibility of **Maria Luisa da Silva and team; Ana Silveira de Souza** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethic Committee on Animal Use of the Psychology Institute - Universidade de São Paulo (CEUA/IPUSP) in the meeting of 04/05/2023.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **10/2022 a 10/2022** Área: **Psicologia Experimental**

Origem: **Animais provenientes de estabelecimentos comerciais**

Espécie: **Aves** sexo: **Machos e Fêmeas** idade: **2 a 50 anos** Quantidade: **35**

Linhagem: **Ara ararauna** Peso: **500 a 1500 g**

São Paulo, 05 de abril de 2023

Profa. Dra. Daniela Maria Oliveira Bonci  
Presidente em Exercício da Comissão de Ética no Uso de  
Animais  
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo



Profa Dra Ronara de Souza Ferreira Châline  
Vice Presidente  
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo





## Anexo B - Ficha de campo

### Ficha de Campo - Observação de repertório comportamental e visual de Araras (gênero *Ara*) do Zoo das Aves de Poços de Caldas

DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Dia da Semana: \_\_\_\_\_ Hora Inicial: \_\_\_\_\_ Hora Final: \_\_\_\_\_

Observador(a): \_\_\_\_\_ Posição no recinto: \_\_\_\_\_

Contexto comportamental: \_\_\_\_\_

Tempo	<i>Ara ararauna</i>	<i>Ara chloropterus</i>	<i>Ara macao</i>	<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>	Observações
INTERVALO (DESTINADO À PROCEDIMENTOS DE INTERVENÇÃO NO RECINTO E AMBIENTAÇÃO)					
09:30					
09:45					
10:00					
10:15					
10:30					
10:45					
11:00					
11:15					
11:30					
11:45					
12:00					
INTERVALO (DESTINADO À PROCEDIMENTOS DE INTERVENÇÃO NO RECINTO OU ALMOÇO)					
13:15					
13:30					
13:45					
14:00					
14:15					
14:30					
14:45					
15:00					
15:15					
15:30					
15:45					



## APÊNDICES

### **Apêndice A - Dados referentes às araras do Zoo das Aves**

Material suplementar contendo as informações relevantes referentes às aves da Morada das Araras do Zoo das Aves. Disponível em: < [† Dados\\_Zoo das Aves](#) >

### **Apêndice B - Resultados dos registros de comportamentos, *displays* visuais e emissões vocais para a coleta de dados definitivos: *scan sampling***

Material suplementar contendo as informações referentes aos dados analisados para as coletas de dados definitivos (06/10/2022 - 13/10/2022). Disponível em: < [† Dados\\_Comportamentos e Displays visuais](#) >; < [† Dados\\_Áudios](#) > .

### **Apêndice C - Resultados dos registros de vocalizações associados à comportamentos e/ou *displays* para as amostras audiovisuais analisadas: *focal animal***

Material suplementar contendo as informações referentes aos dados analisados para os registros audiovisuais. Estes foram os dados utilizados para a caracterização do repertório vocal de *A. ararauna* e descrição das taxas de *displays* visuais associadas a cada vocalização. Disponível em: < [† Registros de comportamentos, vocalizações e displays visuais](#) >

**Apêndice D - Resultados dos testes de Levene para homogeneidade das variâncias e de Shapiro-Wilk para a normalidade de distribuição dos dados**

<b>Teste</b>	<b>Variável</b>	<b>p-value</b>	<b>Interpretação</b>	<b>Condição Adicional</b>
Shapiro	Valência negativa	0.002093	Fora da normalidade	-
Shapiro	Duração média (s)	0.002568	Fora da normalidade	-
Shapiro	Número de emissões	0.2214	Normalidade	-
Levene	Valência negativa	0.1527	Homocedasticidade	Presença de Visitantes
Levene	Duração média (s)	0.5361	Homocedasticidade	Interação
Levene	Valência negativa	0.4998	Homocedasticidade	Nível de interação
Levene	Valência negativa	0.2119	Homocedasticidade	Faixa etária predominante
Levene	Valência negativa	0.09862	Homocedasticidade	Enriquecimento ambiental
Levene	Valência negativa	0.1322	Homocedasticidade	Tipo de Enriquecimento ambiental
Levene	Duração média (s)	0.6109	Homocedasticidade	Presença de Visitantes
Levene	Duração média (s)	0.3599	Homocedasticidade	Interação
Levene	Duração média (s)	0.525	Homocedasticidade	Nível de interação
Levene	Duração média (s)	0.4911	Homocedasticidade	Faixa etária predominante
Levene	Duração média (s)	0.3693	Homocedasticidade	Enriquecimento ambiental
Levene	Duração média (s)	0.7102	Homocedasticidade	Tipo de Enriquecimento ambiental
Levene	Número de emissões	0.8557	Homocedasticidade	Presença de Visitantes
Levene	Número de emissões	0.7797	Homocedasticidade	Interação
Levene	Número de emissões	0.3079	Homocedasticidade	Nível de interação
Levene	Número de emissões	0.8818	Homocedasticidade	Faixa etária predominante
Levene	Número de emissões	0.9903	Homocedasticidade	Enriquecimento ambiental
Levene	Número de emissões	0.6362	Homocedasticidade	Tipo de Enriquecimento ambiental