

TRANSLOCAÇÕES CONSERVACIONISTAS DE JACUTINGAS *Aburria
jacutinga* (AVES: CRACIDAE) EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA DA SERRA DA MANTIQUEIRA E SERRA DO MAR

LIVIA DIAS CAVALCANTE DE SOUZA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

JULHO – 2020

TRANSLOCAÇÕES CONSERVACIONISTAS DE JACUTINGAS *Aburria
jacutinga* (AVES: CRACIDAE) EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA DA SERRA DA MANTIQUEIRA E SERRA DO MAR

LIVIA DIAS CAVALCANTE DE SOUZA

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. PhD. Carlos Ramón Ruiz Miranda
(Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Biociências e Biotecnologia,
Laboratório de Ciências Ambientais)

Coorientadora: Dra. Christine Steiner São Bernardo
(Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT)

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JULHO – 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

S729

Souza, Livia Dias Cavalcante de.

“Translocações conservacionistas de jacutingas *Aburria jacutinga* (Aves : Cracidae) em fragmentos de Mata Atlântica da Serra da Mantiqueira e Serra do Mar” / Livia Dias Cavalcante de Souza. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.

136 f. : il.

Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2020.

Orientador: Carlos Ramón Ruiz Miranda.

1. Área de Vida. 2. Comportamento Reprodutivo. 3. Galliformes. 4. Soltura. 5. Reintrodução. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577

TRANSLOCAÇÕES CONSERVACIONISTAS DE JACUTINGAS
***Aburria jacutinga* (AVES: CRACIDAE) EM FRAGMENTOS DE MATA**
ATLÂNTICA DA SERRA DA MANTIQUEIRA E SERRA DO MAR

LIVIA DIAS CAVALCANTE DE SOUZA

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em: 24 de julho de 2020

Comissão Examinadora:

Dra. Maria Cristina Gaglianone
(LCA/UENF)

Dra. Christine Steiner São Bernardo
(UNEMAT) - Coorientadora

Dr. Marcelo Lopes Rheingantz
(LECP/UFRJ)

Dr. Carlos Ramón Ruiz-Miranda
(LCA/UENF) - Orientador

Dr. Flávio Kulaif Ubaid
(CESC/UEMA)

“A questão não é eles [os animais] pensam? ou eles falam?

A questão é eles sofrem.”

(Jeremy Bentham)

Dedico a minha família, bem maior e mais precioso em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade desta encarnação e por todas as experiências vividas e que virão.

À minha família, em especial ao meu filho Arthur Cavalcante (Tutu) que foi concebido durante o meu doutoramento, sendo uma fonte de força e motivação para continuar a trabalhar. Gratidão meu filho!

Aos meus pais, João Cavalcante e Léia Cavalcante, pelo suporte e apoio incondicional, sem vocês com certeza eu não teria chegado até aqui e não seria quem sou.

Às minhas irmãs, Rossana Cavalcante e Victoria Cavalcante, pelo apoio, carinho e por compreenderem os momentos de ausência.

Agradeço ao meu orientador Dr. Carlos Ramón Ruiz Miranda, por todos os ensinamentos e por compartilhar suas experiências. Mesmo com toda a quantidade de tarefas, está sempre de bom humor, disponível para ouvir e paciente. Tenho profunda admiração por você como pessoa, professor e pesquisador. Gratidão!

Agradeço à Coordenadora do Projeto Jacutinga da SAVE Brasil, Alecsandra Tassoni, por ter me dado a oportunidade de participar deste lindo projeto e por ter acreditado no meu trabalho. Por ter compartilhado o sonho da conservação das jacutingas e muito me ensinado por meio do seu amor e incansável dedicação à conservação dessa ave. Alê, Gratidão!

Agradeço à minha coorientadora Christine Steiner São Bernardo, pelo auxílio no delineamento e escrita da tese, além dos ensinamentos e experiências compartilhados.

A todos aqueles que auxiliaram na estruturação da tese, nas análises de dados, nas discussões de ideias e nas críticas construtivas: Alecsandra Tassoni, Cristiano Azevedo, Gabriel Oliveira, Milene Alves-Engenheer e Vinicius Lima.

Aos amigos de laboratório do SERCAS: Flávio Soffiati, Isabelle Paes, Ivanilton Ribeiro, Larissa Vazzoller, Marilha Madergan, Simone Viana, Talitha Mayumi (Tata) e Vanessa Dias, por compartilhar ajudas nos campos, experiências, momentos únicos; em especial ao Caíque Soares pela amizade e companheirismo.

A todos os voluntários do Projeto Jacutinga que auxiliaram na coleta dos dados, em especial minha amiga e parceira de trabalho Vanessa Trally, por compartilhar momentos únicos, pelo apoio e carinho.

À equipe do Projeto Jacutinga da SAVE Brasil, incluindo as técnicas de campo Aline Bezerra, Bruna Gageti, Fabi Bacci e o diretor Pedro Develey.

À Profa. Ana Petri do Nupem/UFRJ por me ensinar que a estatística pode ser sim mais fácil do que eu imaginava.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais - PPGERN e ao Laboratório de Ciências Ambientais - LCA pela oportunidade de pesquisa e apoio logístico para a realização deste trabalho. A todos os professores da pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UENF por todos os ensinamentos e suporte durante o período do doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq pela bolsa de doutorado.

Ao Dr. Leandro Rabelo Monteiro do PPGERN/UENF, à Dra. MaLinda D. Henry do NUPEM/UFRJ e ao Dr. Pedro Develey, diretor da ONG SAVE Brasil, pelo auxílio na proposição e acompanhamento do projeto e discussão de informações ao longo do processo de escrita da tese.

Aos membros da banca avaliadora, pela disponibilidade em participar da banca.

Agradeço a Nicholas Locke e Raquel Locke, pela amizade e por me abrir as portas do doutorado. À equipe da REGUA pelo apoio logístico no período que morei no campo, Zenir Souza, Rafael Souza, Dona Titina Souza-, Jorge Bizarro e as cozinheiras, em especial ao guarda parque Rildo Oliveira, pela companhia e parceria durante as longas caminhadas nas buscas pelas jacutingas. À Maria Oliveira, sua esposa, pelos lanchinhos gostosos e o apoio.

A todos os amigos/colegas da UENF, em especial à minha amiga/irmã Marcelita Marques que, com sua simplicidade e foco, muito me ensinou; Por estar sempre disposta a me ajudar e pelo apoio nos momentos certos. Marce, Gratidão!

À Dona Alice, Maiza Ramacciotti e Tia Carina Grassetto, pelo apoio no cuidado de meu filho Tutu no período que moramos em São Francisco Xavier. E à Zeza e sua família também pela ajuda no cuidado com Tutu nos seus primeiros meses de vida. Gratidão a todas!

A todos que, por ventura, esqueci de citar aqui mas que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desse projeto. Gratidão!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVO GERAL.....	8
CAPÍTULO 1 PERFIL COMPORTAMENTAL DE JACUTINGAS <i>ABURRIA</i> JACUTINGA (AVES: CRACIDAE) CATIVAS PARA FINS DE TRANSLOCAÇÃO NA MATA ATLÂNTICA	10
Resumo	10
1. Introdução.....	12
2. Objetivos	14
3. Material e Métodos	14
3.1 Grupos de Aves	14
3.2 Viveiro de Reabilitação	16
3.3 Avaliação do Perfil Comportamental.....	17
3.3.1 Sociabilidade.....	18
3.3.2 Condição Física.....	18
3.3.3 Uso do Estrato Vertical.....	20
3.3.4 Teste de Aceitação de Novos Itens Alimentares.....	21
3.4 Áreas de Soltura	23
3.5 Viveiro de ambientação	233
3.6. Soltura e Monitoramento.....	24
3.7 Análise de Dados.....	25
4. Resultados	28
4.1 Período de aclimatação	288
4.2 Perfil comportamental	299
4.2.1 Sociabilidade.....	299
4.2.2 Condição Física.....	344
4.2.3 Uso do Estrato Vertical.....	37
4.2.4 Teste de Aceitação de Novos Itens Alimentares.....	39
4.3 Análise do Perfil Comportamental e Seleção das jacutingas	400
4.4 Monitoramento	44
5. Discussão	46
5.1 Período de Aclimatação	46
5.2 Sociabilidade	47
5.3 Condição Física	48
5.4 Uso do Estrato	49
5.5 Aceitação de Novos Itens Alimentares	49
5.6 Monitoramento	500
6. Referências	561

CAPÍTULO 2 USO DO ESPAÇO POR UMA ESPÉCIE DE AVE AMEAÇADA REINTRODUZIDA NA MATA ATÂNTICA	64
Resumo	65
Abstract.....	666
1. Introdução.....	67
2. Material e Métodos	69
2.1 Áreas de reintrodução.....	69
2.2 Seleção e soltura dos indivíduos	70
2.3 Distância do viveiro.....	71
2.4 Área de vida e nuclear	71
2.5 Seleção de modelos	72
2.6 Análise da composição da paisagem	72
3. Resultados	72
3.1 Monitoramento.....	72
3.2 Distância do viveiro.....	73
3.3 Área de vida e nuclear	76
4. Discussão	78
5. Referências	81
CAPÍTULO 3 REPRODUCTIVE AND AGONISTIC BEHAVIORS OF BLACK-FRONTED PIPING GUANS CANDIDATES FOR RELEASE AND REINTRODUCED (GALLIFORMES:CRACIDAE) IN THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST.....	88
Abstract.....	89
1. Introduction	90
2. Materials & Methods	91
2.1. Study Area	92
2.2. Animals and Data Collection.....	92
2.3. Data Analysis	94
3. Results	94
3.1. Description of the behavioral repertoire	94
3.2. Nesting and Incubation Behavior of a Pair Released in the Wild	97
4. Discussion	102
4.1. Description of the behavioral repertoire	102
4.2. Nesting, Incubation and Concomitant behavior of a pair released to the wild	103
5. Acknowledgements.....	105
6. Literature Cited.....	106
CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
REFERÊNCIAS.....	113

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 1.** Jacutinga *Aburria jacutinga* reintroduzida na APA de São Francisco Xavier, SP..... 04
- Figura 2.** Categorias de ameaça da jacutinga *Aburria jacutinga* ao longo da sua distribuição no Brasil (Passamani et al. 2007; Minas Gerais, 2010; Santa Catarina, 2011; Rio Grande do Sul, 2014; Mallet-Rodrigues e Pacheco 2015; Bahia, 2017; São Paulo, 2018)..... 05
- Figura 3.** Distribuição das populações remanescentes de jacutingas *Aburria jacutinga* (triângulo) no Brasil (Galetti et al. 1997; Sanches et al. 2002, Mikich, S. B., & Bérnils, R. S. 2008; Silveira et al. 2008; Bernardo et al. 2011d; Wikiaves 2020). As estrelas indicam locais em que houve soltura de jacutingas (Silveira et al. 2008; Bernardo 2010; del Hoyo et al. 2014; ICMBio 2018) e as estrelas circuladas são os locais de soltura do Projeto Jacutinga da SAVE Brasil..... 06

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Grupos de jacutingas nascidas em cativeiro que foram transferidos para o viveiro de reabilitação..... 15
- Figura 2.** Viveiro de reabilitação no interior da floresta localizado no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP..... 16
- Figura 3.** Croqui do viveiro de reabilitação localizado no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP. Legenda: Poleiros – P(1-9); Poleiros móveis –PM(1-2); Poleiros cobertos – PC(1-4); Poleiro chão – PCH; Comedouros – C(1-5);Corda – CD; Teto do Corredor de Segurança – CS (1-2);Degraus – D(1-4), Área de Manejo – AM(1-3)..... 20
- Figura 4.** Teste de aceitação de novos itens alimentares utilizando coquinhos de palmeira-juçara (*Euterpe edulis*) que foram oferecidos nos comedouros e em ramos presos às árvores no interior do viveiro de reabilitação..... 22
- Figura 5.** Viveiro de ambientação das jacutingas (A) REGUA, município de Cachoeiras de Macacu, RJ; (B) PESM, município de Caraguatatuba, SP..... 24
- Figura 6.** Número médio de dias que as jacutingas permaneceram dentro do viveiro durante o período de aclimatação..... 29
- Figura 7.** Análise dos Componentes Principais dos três grupos de jacutingas. A – Grupo 2 (n = 8), B – Grupo 3 (n = 9), e C – Grupo 4 (n = 13). Os grandes subgrupos estão representados por círculos vermelhos e as jacutingas com mais forte associação circuladas em azul..... 32
- Figura 8.** Sociograma dos três grupos de jacutingas avaliados durante a fase pré-soltura no viveiro de reabilitação (os retângulos (nós) e as linhas que os ligam). A- Grupo 2 (n = 8), B- Grupo 3 (n = 9), e C- Grupo 4 (n = 13). Quadrados azuis representam os machos e os vermelhos, as fêmeas..... 33

Figura 9. Comparação entre os pesos, em Kg, das jacutingas (<i>Aburria jacutinga</i>) na triagem 1 e triagem na fase pré-soltura no viveiro de reabilitação, município de São José dos Campos, SP. Legenda: a linha central é a média, a linha mais fina nas extremidades é o erro padrão e os círculos e triângulo representam a dispersão dos dados.....	35
Figura 10. Uso do estrato pelas jacutingas avaliadas durante a fase pré-soltura no viveiro de reabilitação. Houve diferença significativa no uso do estrato pelas jacutingas ($p = 7,663e^{-22}$), sendo o estrato superior significativamente mais utilizado que os outros estratos (ambos $p = 3,09e^{-10}$). A barra representa o erro padrão.....	38
Figura 11. Frequência dos comportamentos: NSI – “Não se interessou”; SIN – “Se interessou”, EX – “experimentou” e CO – “comeu” durante o teste de aceitação de novos itens alimentares na fase pré-soltura no viveiro de reabilitação. A barra representa o erro padrão.....	39
Figura 12. Frequência dos comportamentos: NSI – “Não se interessou”; SIN – “Se interessou”, EX – “experimentou” e CO – “comeu” exibidos pelas 30 jacutingas durante os testes para cada item alimentar oferecido.....	40

CAPITULO 2

Figura 1. Áreas de soltura das jacutingas <i>Aburria jacutinga</i> em dois fragmentos de Mata Atlântica do sudeste do Brasil.....	70
Figura 2. Período de coleta de dados de localização de jacutingas (<i>Aburria jacutinga</i>) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (PESM; em branco) e Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; em cinza). Os pontos vermelhos são os indivíduos monitorados com transmissores do tipo VHF enquanto os pontos pretos são os com transmissores UHF.....	73
Figura 3. Distância de cada localização em relação à área de soltura de jacutingas (<i>Aburria jacutinga</i>) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica ao longo dos meses pós-soltura. Cada retângulo indica os valores de mediana (linha grossa) e quartis (limites superior e inferior da caixa) e os <i>outliers</i> são indicados pelos pontos isolados acima dos retângulo.....	74
Figura 4. Distância de cada localização registrada por indivíduo em relação ao viveiro de soltura ao longo do tempo para jacutingas (<i>Aburria jacutinga</i>) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM; indivíduos 1 a 4) e Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; indivíduos 5 a 11.....	75
Figura 5. Distribuição das distâncias entre os viveiros de soltura e as localizações de jacutingas (<i>Aburria jacutinga</i>) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica, considerando todas as localizações (cinza claro), apenas as localizações após três meses de soltura (cinza médio) e localizações aleatórias ou randômicas (cinza escuro).....	76

Figura 6. Área de vida (segundo Kernel fixo) de oito indivíduos de jacutinga (<i>Aburria jacutinga</i>) reintroduzidos em duas áreas de Mata Atlântica: (a) Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM; indivíduos 1 a 3) e (b) Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; indivíduos 5 a 11). Os círculos brancos indicam as áreas de soltura e as cores de fundo indicam os diferentes tipos de uso da paisagem.....	77
Figura 7. Composição da paisagem das áreas nucleares e de vida de jacutingas (<i>Aburria jacutinga</i>) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM; indivíduos 1 a 3) e Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; indivíduos 5 a 11).....	78

CAPITULO 3

Figure 1. Reintroduced female of Black-fronted piping guan seated in the nest built in the center of a fern tree canopy in the Atlantic forest of southeastern Brazil.....	98
Figure 2. Time allocation (in percentage) to all behavioral categories observed for the pair of Black-fronted piping guans (a) and while the female was incubating the eggs - all behaviors that had */inc were removed from the analysis (b), in the Atlantic forest of southeastern Brazil (INT – Interaction; INC – Incubation; NM – Nest Maintenance; LOC –Locomotion; VOC – Vocalization; FOR – Foraging; MAN – Maintenance; VIG – Vigilance; DIS – Display; REST– Resting).....	100
Figure 3. Nest of Black-fronted piping guan with two eggs (only one egg circled in red) found in the Atlantic forest of southeastern Brazil.....	103

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Parâmetros utilizados para análise do perfil comportamental de jacutingas candidatas à soltura.....	18
Tabela 2. Medidas de análise de redes sociais utilizadas no presente estudo, baseado e Whitehead (2008).....	26
Tabela 3. Número total de associações das jacutingas registradas durante o período de aclimação das aves no viveiro de reabilitação.....	29
Tabela 4. Médias [e desvio padrão] das medidas de redes sociais para cada indivíduo dos três grupos de jacutingas <i>Aburria jacutingas</i> calculadas pelo programa SOCPROG (ID- identificação das aves; em negrito evidencia as maiores medidas).....	30
Tabela 5. Média geral [desvio padrão] das medidas de rede social para cada grupo de jacutinga.	30
Tabela 6. Peso das jacutingas, em Kg, coletado no momento da chegada (Peso 1), durante o período de aclimação (Peso 2) e a diferença entre Peso 2 e Peso 1.	34
Tabela 7. Média geral (desvio padrão) dos voos para cada grupo de jacutinga.....	35
Tabela 8. Voos realizados pelas jacutingas, distância de voo: curto, médio e longo e qualidade do voo: adequado.....	36
Tabela 9. Uso do estrato pelas jacutingas durante o período de aclimação.....	37
Tabela 10. Parâmetros de avaliação do perfil comportamental das jacutingas candidatas à soltura. Origem das aves: CP – criadouro particular; CESP – Companhia Energética de São Paulo, Zoo-SP – Zoológico de São Paulo e PA – Parque da Aves; Locais de soltura: PESM – Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, SP; SFX – área particular no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP; REGUA – Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.	42
Tabela 11. Total de jacutingas liberadas no PESM – Parque Estadual da Serra do Mar, SP; SFX –distrito de São Francisco Xavier, São José dos Campos, SP; REGUA – Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, RJ	44
Tabela 12. Monitoramento das Jacutingas após a soltura. Local de Soltura: Parque Estadual da Serra do Mar, Caraguatatuba, SP; SFX- distrito de São Francisco Xavier, SP; REGUA- Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, RJ. Viveiro - Data da saída do viveiro; Tempo de monitoramento em semanas; Situação da ave pós soltura.....	45

CAPITULO 3

Table 1. Black-fronted piping guans reintroduced at the Environmental Protection Area of the São Francisco Xavier, São Paulo, Atlantic Forest of Southeastern Brazil.....	93
--	----

RESUMO

Com o crescente aumento do número de espécies ameaçadas de extinção, a reintrodução tem se tornado uma ferramenta importante para a conservação de populações silvestres. Diversos fatores devem ser considerados no planejamento e na execução de um projeto de reintrodução, tais como a qualidade do habitat, a presença de patógenos, a variabilidade genética e aspectos comportamentais dos indivíduos, além da escolha da estratégia de soltura. O monitoramento da reintrodução, além de permitir avaliar as ações tomadas, possibilita determinar a adaptação dos animais ao novo ambiente assim como coletar dados biológicos de espécies cujas informações são escassas. A jacutinga *Aburria jacutinga* é uma ave pertencente à família Cracidae, endêmica do bioma Mata Atlântica que, atualmente está ameaçada de extinção. Reintroduções são recomendadas como estratégia para conservação deste cracídeo. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivos: (i) avaliar o perfil comportamental das jacutingas candidatas à soltura; (ii) determinar o uso do espaço pelas jacutingas reintroduzidas; e (iii) descrever comportamentos reprodutivos e agonísticos das aves candidatas à soltura e que foram soltas. As aves nascidas em cativeiro foram soltas em três áreas: i) Área Particular no distrito de São Francisco Xavier (SFX), município de São José dos Campos, SP (reintrodução); ii) Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM), SP (reforço populacional) e iii) Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), município de Cachoeiras de Macacu, RJ (reforço populacional). Observações e testes comportamentais de 30 jacutingas candidatas à soltura foi avaliado para análise do perfil comportamental durante a fase pré-soltura considerando quatro parâmetros: aceitação de novos itens alimentares, sociabilidade, uso do estrato e condição física. Das 26 jacutingas classificadas como aptas, duas aves foram a óbito ainda no viveiro de reabilitação e uma teve uma fratura no momento da soltura. Entre 2017 e 2019, 23 jacutingas foram liberadas, sendo 14 no entorno do viveiro de reabilitação em SFX, seis no PESM e três na REGUA. No total, 16 aves receberam rádios transmissores. O monitoramento foi realizado diariamente, entre 06:00 h e 18:00 h, por meio de radio telemetria e busca ativa (aves sem rádio transmissor, aquelas que o rádio parou de funcionar). Somando as três áreas de estudo, a sobrevivência foi de 86,4% (n = 19) logo após a soltura (6 a 16 dias). Na 35ª semana de monitoramento, 57,1% (n = 12) das aves morreram, 14,3% (n = 3) estavam desaparecidas e 28,6% (n = 6) estavam vivas (**Capítulo 1**). Para análises espaciais, o monitoramento de 11 jacutingas com rádio transmissor permitiu a descrição de 649 localizações. Todos os indivíduos permaneceram próximos às áreas de soltura durante todo o período de estudo, com exceção do primeiro mês após a soltura, que as jacutingas exploraram o ambiente. Dentre essas 11 jacutingas, oito aves apresentaram áreas de vida e nucleares calculadas, cujos valores variaram de no mínimo 25,2 ha e máximo de 1032,8 ha e mínimo de 2,7 ha e máximo de 252,7 ha, respectivamente. A seleção de modelos indicou que a localização foi o principal fator que influenciou o tamanho das áreas de vida enquanto que o sexo foi o fator determinante no tamanho das áreas nucleares. Ambas áreas de vida e nucleares foram compostas predominantemente por florestas (**Capítulo 2**). Os dados de

comportamento de jacutingas foram coletados de setembro de 2017 a fevereiro de 2018, com esforço de 172 h de observações em 97 dias de monitoramento. Seis comportamentos reprodutivos foram registrados: 1) Exibição de asas, 2) Chamado de "Acenar" , 3) Dança de Acasalamento, 4) Macho oferecendo alimento a fêmea; 5) Cauda da fêmea em Leque e 6) Cópula. Dois ovos, do casal de jacutingas formado em vida livre, foram avistados no 14º dia de incubação no ninho construído em uma samambaia arborescente, onde somente a fêmea foi observada incubando os ovos (90% de seu tempo à incubação). O macho passou 48% do tempo vigilante nas proximidades do ninho, mas não interagiu com a fêmea. No 20º dia, a incubação dos ovos foi interrompida após chuvas intensas. Foram observadas interações agonísticas relacionadas à defesa do território entre os machos liberados e machos dentro do viveiro de reabilitação durante a aclimatação; em 88% das vezes observou-se comportamento de defesa territorial entre os machos reintroduzidos e outros machos dentro do recinto (**Capítulo 3**). Os resultados da presente tese evidenciam que a reintrodução pode ser uma importante ferramenta na conservação de *A. jacutinga*, espécie classificada como *Em Perigo*, tanto em nível nacional como global. Todavia, estratégias de manejo para expressão dos comportamentos pré-existentes nos indivíduos nascidos em cativeiro devem ser implementadas, além de ações de conservação de habitats florestais para que esta espécie futuramente possa melhorar seu *status* de conservação.

Palavras-chaves: Área de Vida, Comportamento Reprodutivo, Galliformes, Soltura, Translocação Conservacionista.

ABSTRACT

With the increasing number of species threatened with extinction, reintroduction has become an important tool for the conservation of wild populations. Several factors must be considered in the planning and execution of a reintroduction project, such as the quality of the habitat, the presence of pathogens, the genetic variability and behavioral aspects of the individuals, and choosing the optimal release strategy. Reintroduction monitoring makes it possible to evaluate the actions taken, determine the animals' response to the new environment and to collect biological data on species whose information is scarce. The Black fronted piping guan *Aburria jacutinga* is a bird belonging to the Cracidae family, endemic to the Atlantic Forest biome, which is currently threatened with extinction. Reintroductions are recommended as a strategy for the conservation of this cracid. In this context, the objectives of this project were: (1) to evaluate the behavioral profile of Black fronted piping guan candidates for release; (2) assess the use of space by reintroduced Black fronted piping guan; and (3) describe reproductive and agonistic behaviors of birds that were candidates for release and those released. The birds were released in three areas: i) a private area in the district of São Francisco Xavier (SFX), municipality of São José dos Campos, SP (reintroduction); ii) Serra do Mar State Park – Núcleo Caraguatatuba (PESM), SP (population reinforcement) and iii) the Guapiaçu Ecological Reserve (REGUA), municipality of Cachoeiras de Macacu, RJ (population reinforcement). Through observations and behavioral tests, the behavioral profile of 30 Black fronted piping guans candidates for release was evaluated during the pre-release phase considering four parameters: acceptance of new food items, sociability, use of stratum and physical condition. Of the 26 Black fronted piping guans classified as able for release, two birds died while still in the rehabilitation enclosure and one had a bone fracture at the time of release. Between 2017 and 2019, 23 Black fronted piping guan were released, 14 in the SFX rehabilitation nursery; six on PESM and three at REGUA. Sixteen birds received radio transmitters. The monitoring was carried out daily, between 06:00 and 18:00, by means of radio telemetry and active search (birds without radio transmitter, those that the radio stopped working). Survival was 86.4% (n = 19) during the first 16 days after release for all three areas pooled. By the 35th week of monitoring, 57.1% (n = 12) of the birds had died, 14.3% (n = 3) were missing and 28.6% (n = 6) were alive (**Chapter 1**). Spatial analyzes were conducted on 649 locations referring to 11 Black fronted piping

guan. All individuals remained close to the release areas throughout the study period, with the exception of the first month after release, when the Black fronted piping guan explored the environment. The home range and nuclear areas of eight birds varied widely, with an average home range of 288.6 ha (s.d. = 334.6); and 64.0 ± 83.0 ha for nuclear areas. The selection of models indicated that location was the main factor that influenced home range size, whereas sex was the determining factor in nuclear areas size. Both home range and nuclear areas were predominantly composed of forests (**Chapter 2**). Behavioral profile data were collected from September 2017 to February 2018, with effort of 172 h of observations across 97 days of monitoring. Six reproductive behaviors were recorded: 1) Wing Display, 2) Nodding Call, 3) Mating Dance, 4) Male Offering Food to Female, 5) Tail Fanning and 6) Copulation. Two white eggs were seen on the 14th day of incubation in a natural nest built in a tree fern, where only the female was observed incubating the eggs (90% of her time to incubation). The male spent 48% of time vigilant nearby of the nest but did not interact with the female or eggs. However, on the 20th day, incubation was interrupted following heavy rain. Agonistic interactions related to territory defense were observed between the released male and males inside the pre-release acclimation enclosure; on 88% of the occasions we observed territorial defense behavior between the reintroduced male and other males inside the enclosure (**Chapter 3**). These results show that reintroduction can be an important tool in the conservation of *A. jacutinga*, an endangered specie in national and global lists. However, management strategies for the expression of pre-existing behaviors in captive-born individuals should be implemented, as well as actions to conserve forest habitats so that this species may improve its conservation status in the future.

Key words: Conservation Translocation, Galliformes, Home Range, Release, Reproductive Behavior.

INTRODUÇÃO GERAL

Programas de Translocações Conservacionistas

Com o aumento do número de espécies ameaçadas de extinção, devido às crescentes ações antrópicas ou naturais, translocações conservacionistas de animais, têm se tornado uma ferramenta cada vez mais utilizada na conservação de populações silvestres (Wallace, 2000; Armstrong et al., 2015). Segundo as Diretrizes para reintrodução e outras translocações para fins de conservação da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2013), as translocações conservacionistas consistem no movimento intencional de organismos de um local para a soltura em outro. Estes movimentos podem ser caracterizados como: 1) Reintrodução - soltura realizada dentro da área de distribuição original da espécie, onde não há membros da mesma espécie; 2) Reforço Populacional - soltura realizada dentro da área de distribuição original da espécie, onde há membros da mesma espécie; 3) Colonização assistida - soltura realizada fora da área de distribuição original da espécie a fim de evitar a extinção de uma população da espécie em foco em qualquer escala; 4) Substituição ecológica - soltura realizada fora da área de distribuição original da espécie a fim de executar uma função ecológica perdida pela extinção.

Nas últimas décadas, translocações têm sido cada vez mais empregadas ao redor do globo. Entre os anos de 1973 e 1986, Griffith e colaboradores (1989) revisaram translocações conservacionistas de aves e mamíferos realizadas em cinco países (Austrália, Canadá, Hawaii, Nova Zelândia e USA). Em países como Austrália e Nova Zelândia, a utilização da translocação como ferramenta para conservação de espécies de animais é uma prática antiga e bastante utilizada (Armstrong et al., 2015). Fischer e Lindenmayer (2000), ao revisarem os trabalhos publicados em 12 dos principais jornais internacionais, encontraram 180 estudos de caso de translocações, sendo a maioria reintroduções (116/180). Já em 2018, a IUCN divulgou a sua sexta edição de *Global Reintroduction Perspectives*, com 59 estudos de casos de reintroduções de diferentes taxa (Sooare, 2018). A crescente utilização e o aperfeiçoamento desta ferramenta de manejo contribuíram para a consolidação da biologia da reintrodução como uma ciência (Seddon et al., 2007).

Apesar do alto número de programas de reintrodução, a grande maioria das reintroduções que utiliza animais de cativeiro experimenta o insucesso (Beck et al., 1994; Wolf et al., 1996; Fischer e Lindenmayer, 2000). Ao comparar o sucesso de

reintroduções com animais de cativeiro ou selvagem, Griffith et al. (1989) evidenciaram maior número de sucessos com animais selvagens (75% selvagens *versus* 38% cativo). Contudo, dentre os programas que obtiveram sucesso destacam-se as reintroduções das aves falcão-peregrino *Falco peregrinus* (Tunstall, 1771) (Falconidae) (Cade et al., 1988), do falcão-de-mauricio *Falco punctatus* Temminck, 1821 (Falconidae) (Cade e Jones, 1993) e do condor-da-Califórnia *Gymnogyps californianus* (Shaw, 1797) (Cathartidae) (Snyder e Snyder, 1989). No Brasil, evidenciam-se o sucesso das reintroduções de animais realizadas com as seguintes espécies: mico-leão-dourado *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766) (Mammalia: Callitrichidae) (Kleiman et al., 1986), cutia *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) (Mammalia: Dasyproctidae) (Cid et al., 2014) e mutum-do-sudeste *Crax blumenbachii* Spix 1825 (Aves: Cracidae) (Bernardo, 2012).

A maioria das reintroduções tem sido conduzida com aves e mamíferos, todavia diferentemente dos mamíferos, cerca de 85% das reintroduções de aves utilizam espécimes derivados de populações de cativeiro (Fischer e Lindenmayer, 2000). Das 27 ordens de aves, quatro se destacam em programas de reintrodução, são elas: Anseriformes, Falconiformes, Galliformes e Gruiformes. Todavia, essas ordens não compreendem os maiores números de espécies ameaçadas do táxon, o que evidencia um viés decorrente do interesse por alguns grupos como aves de rapina e cinegéticas (Seddon et al., 2005). No caso das aves cinegéticas (i.e. espécie que é alvo de caça), dentre as motivações para a reintrodução e manutenção (i.e. reforço populacional) de populações silvestres estão: a conservação e o entretenimento (caça esportiva) (Pratolongo, 2004; Bernardo et al., 2012; Madden e Whiteside, 2014).

Diversos fatores devem ser considerados no planejamento e na execução de um projeto de reintrodução, tais como a qualidade do habitat (Armstrong e Seddon, 2008; Moorhouse et al., 2009; Lawrence e Kaye, 2011), a variabilidade genética dos indivíduos selecionados (Haig et al., 1990; Leberg, 1993; Stockwell e Leberg, 2002), a presença de patógenos (Sainsbury et al., 2012), a origem dos indivíduos (cativeiro ou vida livre) (Mathews et al., 2005), os aspectos comportamentais do indivíduo (Smith e Blumstein, 2013; Paulino et al., 2018) ou da espécie (IUCN, 2009) e a erradicação da ameaça original (IUCN, 2014).

A escolha da estratégia de soltura ideal para a espécie foco (Milliano et al., 2016) também é um dos principais fatores que influenciam no sucesso de um projeto

de reintrodução. A soltura bruta (em inglês *hard release*) é caracterizada como a soltura de indivíduos no novo local, sem ter um período de aclimação às novas condições ambientais. Por outro lado, a soltura branda (em inglês *soft release*) é a estratégia de soltura que compreende um conjunto de ações de manejo realizado tanto antes (ex. preparação comportamental, aclimação na área de soltura) como após a soltura (ex. suplementação alimentar, cuidados médicos). Esta última soltura é fortemente recomendada em programas de reintrodução que utilizam animais nascidos em cativeiro, pois aumentam as chances de sobrevivência dos indivíduos no novo ambiente (Beck et al., 1994; Sutherland, 2000).

O monitoramento após a soltura é essencial para avaliar as causas do sucesso ou falhas do programa de reintrodução (Pratolongo, 2004; Bernardo et al., 2011b; Bernardo e Locke, 2014; IUCN, 2014). Todavia é fundamental estabelecer a priori quais informações devem ser coletadas durante o monitoramento para não subutilizar os recursos financeiros destinados ao projeto (Nichols e Williams, 2006). Durante o monitoramento é possível obter informações sobre o processo de adaptação de cada indivíduo da espécie foco como, por exemplo, sobrevivência, reprodução, dispersão e uso do espaço (Bernardo et al., 2011c; Bauder et al., 2016; Friedemann et al., 2016); assim como informações sobre a biologia da espécie, em especial no caso de espécies com escassez destas informações.

Espécie estudada

A jacutinga *Aburria jacutinga* (Spix, 1825) é uma ave pertencente à família Cracidae e incluída na ordem Galliformes (Figura 1). Esta ave é endêmica da Mata Atlântica e originalmente era considerada comum ao longo de sua distribuição original, com ocorrência na Argentina, no Paraguai e do nordeste ao sul do Brasil (Brooks e Strahl, 2000; Sick, 2001).



Figura 1. Jacutinga *Aburria jacutinga* reintroduzida na APA de São Francisco Xavier, SP.

Atualmente, esta ave está classificada como *Em Perigo*, tanto em nível nacional (ICMBio, 2018) como global (BirdLife International, 2019). No Brasil, a jacutinga apresenta diferentes status de ameaça ao longo da sua distribuição (**Figura 2**). As principais ameaças à preservação dessa espécie são a caça e a perda de habitat (Silveira et al., 2008; del Hoyo et al., 2014). Essas aves eram facilmente avistadas em locais com frutos em abundância e costumavam frequentar estes locais até exaurir o recurso (Paccagnella et al., 1994). Além disso, as jacutingas frequentemente realizavam as mesmas rotas e visitavam as mesmas árvores em anos posteriores (Galetti et al., 1997), comportamentos que provavelmente facilitavam o abate desses animais por caçadores.

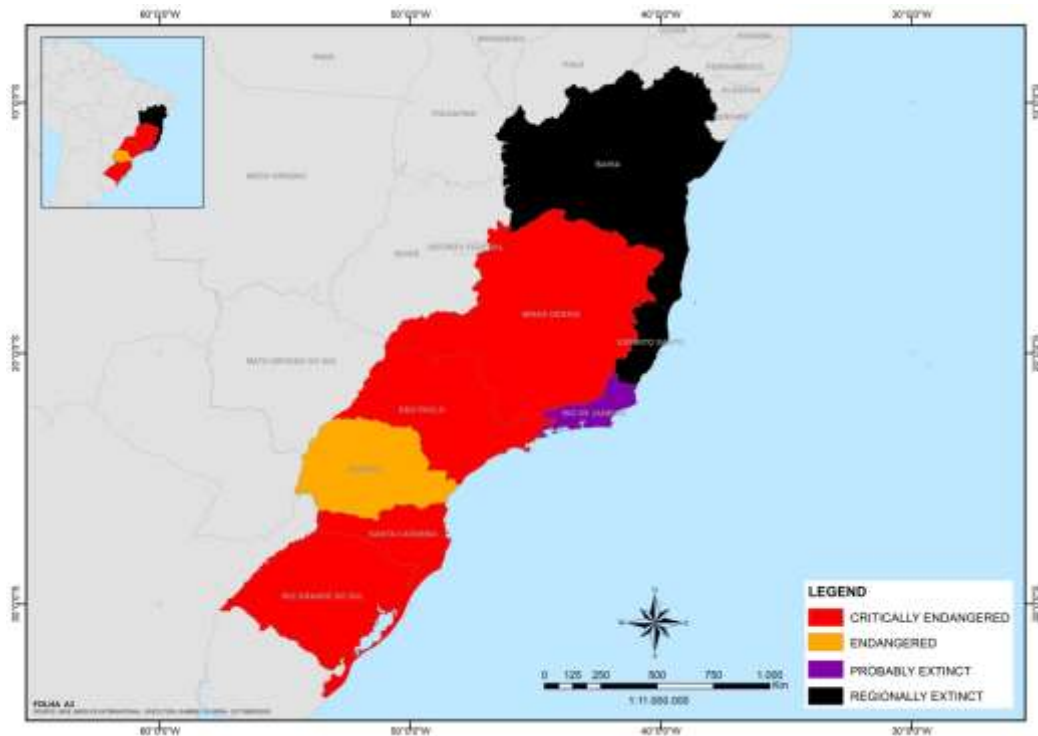


Figura 2. Categorias de ameaça da jacutinga *Aburria jacutinga* ao longo da sua distribuição no Brasil (Passamani et al. 2007; Minas Gerais, 2010; Santa Catarina, 2011; Rio Grande do Sul, 2014; Mallet-Rodrigues e Pacheco 2015; Bahia, 2017; São Paulo, 2018).

Atualmente restam cerca de 1.500 a 7.000 jacutingas adultas em vida livre, sendo as suas populações concentradas em áreas protegidas (IUCN, 2020). No Brasil, as principais populações remanescentes estão concentradas em unidades de conservação desde São Paulo ao Rio Grande do Sul (ICMBio, 2018), tendo uma pequena população isolada em Minas Gerais proveniente de uma reintrodução (Bernardo et al., 2011b; del Hoyo et al., 2014; ICMBio, 2018) (**Figura 3**). No último censo, quatro populações de jacutingas foram encontradas no estado de São Paulo, sendo as maiores estimativas de densidades localizadas no maciço Paranapiacaba e em duas ilhas costeiras (Ilhabela e Ilha do Cardoso), e a menor densidade no maciço da Serra do Mar (Bernardo et al., 2011d). Outras populações remanescentes são encontradas no Paraná, Santa Catarina e uma pequena população no Rio Grande do Sul, no Parque Estadual Turvo, área contígua a Yabotí Biosphere Reserve, localizada na Argentina; neste país há populações significativas em Misiones (del Hoyo et al., 2014).

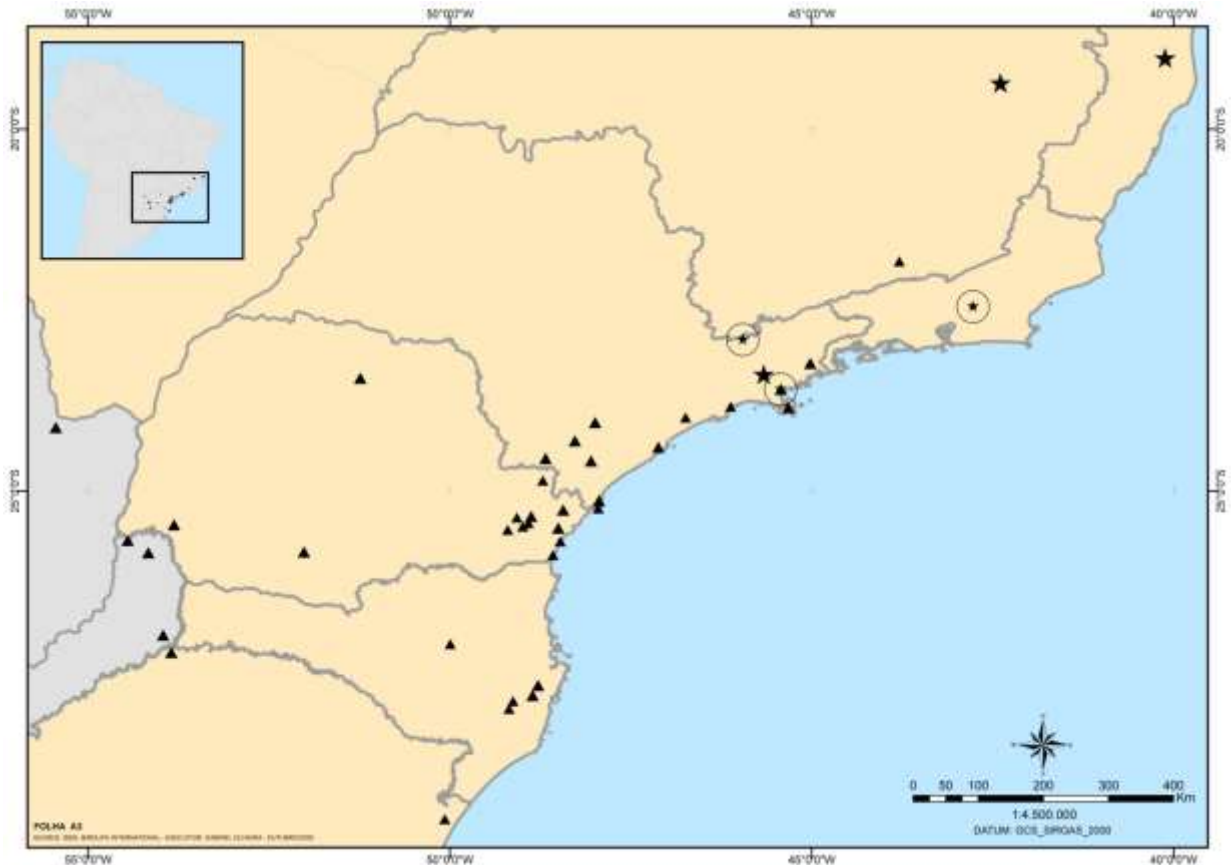


Figura 3. Distribuição das populações remanescentes de jacutingas *Aburria jacutinga* (triângulo) no Brasil (Galetti et al. 1997; Sanches et al. 2002, Mikich, S. B., & Bérnils, R. S. 2008; Silveira et al. 2008; Bernardo et al. 2011d; Wikiaves 2020). As estrelas indicam locais em que houve soltura de jacutingas (Silveira et al. 2008; Bernardo 2010; del Hoyo et al. 2014; ICMBio 2018) e as estrelas circuladas são os locais de soltura do Projeto Jacutinga da SAVE Brasil.

A jacutinga é uma espécie avistada mais comumente solitária ou em casal, também em pequenos grupos familiares com filhotes. Grandes agregações de jacutingas podem ser observadas próximas a fontes de alimento ou água (Paccagnella et al. 1994; Galetti et al. 1997; Bernardo et al. 2011). Essa ave possui uma dieta predominantemente frugívora (Sick, 2001; Jordano et al., 2006; Rivera, 2016) e desempenha um importante papel na manutenção de ecossistemas florestais por meio da dispersão de sementes, principalmente sementes grandes (>12 mm), podendo dispersá-las a longas distâncias da planta mãe. O desaparecimento da jacutinga, assim como de outras aves frugívoras de grande porte (ex. tucanos e cotingas), tem causado alterações na composição das comunidades vegetais da Mata Atlântica e dentre as espécies afetadas está a palmeira-juçara *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) (Galetti et al., 2013). A palmeira-juçara está ameaçada devido principalmente à extração ilegal do palmito, caracterizada pela retirada do meristema

apical (palmito), levando à morte do indivíduo (Chediack e Baqueiro, 2005). Em áreas de sobreposição de ocorrência de jacutinga e de palmeira-juçara em período de frutificação, os coquinhos desta são a principal fonte alimentar dessas aves. Sick (2001) relata a migração altitudinal de jacutingas seguindo a frutificação da palmeira-juçara no estado de São Paulo.

Algumas das estratégias adotadas para a conservação da jacutinga são a reintrodução e o reforço populacional. No Brasil, quatro iniciativas de reintrodução de jacutingas, utilizando indivíduos nascidos em cativeiro, foram realizadas nos estados de São Paulo (Paraibuna e São José dos Campos) (Brooks e Strahl, 2000; SAVE Brasil, 2019), Rio de Janeiro (Guapiaçu) (Silveira et al., 2008) e Minas Gerais (Macedônia) (ICMBio, 2018). Em Minas Gerais, a reintrodução de jacutingas nascidas em cativeiro foi considerada em médio prazo bem sucedida devido ao número de filhotes nascidos em vida livre (RPPN Fazenda Macedônia - CENIBRA, 2017). Todavia, a falta de monitoramento em longo prazo dificulta uma avaliação mais acurada do sucesso ou falha desses projetos de reintrodução (Brooks e Strahl, 2000; Silveira et al., 2008; ICMBio, 2018; SAVE Brasil, 2019).

Entre 2016 e 2018, a Associação para Conservação das Aves do Brasil-SAVE Brasil, através do “Programa de Conservação de Aves Cinegéticas da Mata Atlântica: Reintrodução e Monitoramento de Jacutingas (*Aburria jacutinga*)”, realizou a soltura de 21 jacutingas em fragmentos de Mata Atlântica. O objetivo principal desse projeto era a reintrodução e o monitoramento dessas aves em áreas de Mata Atlântica na Serra do Mar e da Mantiqueira. Devido à dificuldade na obtenção dos primeiros espécimes para a soltura, em 2017 foi firmada a parceria entre o criadouro científico do Setor de Estudos em Etologia, Reintrodução e Conservação-SERCAS da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF e a ONG SAVE Brasil, para reprodução de jacutingas em cativeiro. Esta parceria teve como objetivo realizar uma análise comportamental das jacutingas candidatas à soltura a fim de selecionar indivíduos potenciais para projetos de reintrodução.

As três localidades selecionadas para a soltura das jacutingas pela SAVE Brasil foram: Área de Proteção Ambiental-APA de São Francisco Xavier (Distrito de São Francisco Xavier-SFX, SP), APA Mananciais do Paraíba do Sul (Parque Estadual Serra do Mar-PESM, SP) e Reserva Ecológica de Guapiaçu-REGUA (Cachoeiras de Macacu, RJ). As áreas de soltura de São Paulo estão inseridas na APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul, que abriga uma extensa faixa de fragmentos de Mata Atlântica

ao longo de aproximadamente 292 mil ha (ICMBio, 2020). Como forma de mitigar os impactos ambientais realizados por uma empresa petrolífera nacional (PETROBRAS) na região dessa Unidade de Conservação, o projeto de conservação da jacutinga surgiu como forma de compensação ambiental. No estado do Rio de Janeiro, uma vez que a jacutinga era considerada provavelmente extinta (Alves et al., 2000), uma das recomendações do Plano Nacional de Ação dos Galliformes (Silveira et al., 2008) para conservação dessa ave era a reintrodução de indivíduos na REGUA. A jacutinga foi considerada extinta na região da Serra dos Órgãos, RJ (Mallet-Rodrigues et al., 2007). Entretanto, entre 2007 e 2008, 40 jacutingas foram reintroduzidas na REGUA (Bernardo, 2008), mas não há informações disponíveis sobre a situação atual dessa população.

Cabe ressaltar que a reintrodução é uma estratégia utilizada na conservação de espécies como também na restauração de ecossistemas por meio da recuperação de processos ecológicos como as interações animal-plantas (ex: dispersão de sementes) (Cid, 2011).

OBJETIVO GERAL

Neste contexto, o objetivo geral da presente tese foi reestabelecer/reforçar populações viáveis e autossustentáveis de jacutingas por meio do reforço populacional na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ e no Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba, SP; e da reintrodução na Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP.

A partir da metodologia desenvolvida e das experiências acumuladas durante o desenvolvimento do projeto, visou-se contribuir para criação de um protocolo de soltura de jacutinga que utiliza animais nascidos em cativeiro.

Estrutura da tese

A presente tese está estruturada com base na etapa pré e pós-soltura (monitoramento) em três capítulos. O **Capítulo 1** compreende a fase pré-soltura e nele visa-se avaliar o perfil comportamental das jacutingas, considerando os seguintes parâmetros: uso do estrato vertical, aceitação de novos itens alimentares, sociabilidade e condição física. Neste capítulo, também pretende-se investigar a

sobrevivência das jacutingas selecionadas após a soltura.

No **Capítulo 2**, avalia-se o uso do espaço das jacutingas reintroduzidas. A partir das análises espaciais foram determinadas as distâncias percorridas pelas aves a partir do local de soltura e ao longo do período de monitoramento. Além disso, foram realizadas estimativas das áreas de vida e nuclear, considerando os tipos de habitats que elas utilizaram.

No **Capítulo 3**, pretende-se caracterizar os comportamentos reprodutivos e agonísticos de jacutingas reintroduzidas e candidatas à soltura. Neste capítulo, registra-se novos comportamentos reprodutivos e agonísticos, assim como outros comportamentos já descritos para a espécie.

CAPÍTULO 1

O presente capítulo foi escrito no formato de artigo para submissão segundo as normas da **Applied Animal Behaviour Science** Qualis-Capes (Área de Biodiversidade, 2014-2016): B2

PERFIL COMPORTAMENTAL DE JACUTINGAS *ABURRIA JACUTINGA* (AVES: CRACIDAE) CATIVAS PARA FINS DE TRANSLOCAÇÃO NA MATA ATLÂNTICA

Título curto: Perfil Comportamental de Jacutingas

Livia Dias Cavalcante-Souza^{1*}, Alecsandra Tassoni², Cristiano Schetini Azevedo³,
Christine Steiner São Bernardo⁴, Pedro Ferreira Develey², Carlos Ramón Ruiz-Miranda¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Laboratório de Ciências Ambientais, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

² Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil, Rua Fernão Dias, 219, casa 02, Pinheiros, CEP 05427-010 - São Paulo, SP, Brasil

³ Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Morro do Cruzeiro, Ouro Preto-MG, 35400-000, Brasil

⁴ Campus Sinop, Universidade do Estado de Mato Grosso, Avenida dos Ingás, 3001, Jardim Imperial, CEP 78555-000, Sinop, MT, Brasil

*Corresponding author: liviadias.jacutinga@gmail.com

Resumo

O perfil comportamental de indivíduos candidatos à soltura influencia no modo como estes interagem com o novo ambiente. O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil comportamental de jacutingas cativas candidatas a soltura e avaliar a importância dos parâmetros utilizados a partir da avaliação da sobrevivência dos indivíduos soltos. O perfil comportamental de 30 jacutingas candidatas a soltura foi avaliado durante a fase pré-soltura considerando quatro parâmetros: aceitação de novos itens alimentares, sociabilidade, uso do estrato e condição física. Os dados foram coletados por observações focais e de varredura e testes comportamentais. Seis das candidatas foram classificadas como não aptas para soltura. Destas seis, duas foram submetidas a um treinamento rigoroso de voo e foram reconsideradas para a soltura. Das 26 jacutingas classificadas como aptas, duas aves foram a óbito e uma teve uma fratura ainda no viveiro de reabilitação. Entre 2017 e 2019, 23 jacutingas foram liberadas, sendo 14 no entorno do viveiro de reabilitação em uma área particular no distrito de São Francisco Xavier (SFX), SP; três na Reserva Ecológica de Guapiaçu, RJ; seis no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba (PESM), SP. Uma ave solta em SFX foi recapturada no mesmo dia da soltura por apresentar desorientação e falta de motivação. A sobrevivência das 22 jacutingas liberadas entre 2017 e 2019 (grupos 2 a 4) foi de 86,4% (n = 19) logo após a soltura (6-16 dias) somando as três áreas. Uma jacutinga foi recapturada após as demais aves do grupo (n = 3) serem predadas na REGUA 35 dias após a soltura. Na 35ª semana de monitoramento, 57,1% (n = 12) das aves morreram, 14,3% (n = 3) estavam desaparecidas e 28,6% (n = 6) estavam vivas. Este estudo ressalta a existência da variação comportamental das jacutingas nascidas em cativeiro e destaca a importância da utilização de protocolos para avaliação do perfil comportamental e preparação comportamental dos indivíduos nascidos em cativeiro e candidatos a soltura em programas de conservação.

Palavras-chaves: Preparação comportamental, *Soft Release*, Reintrodução, Galliformes.

1. Introdução

Diversos fatores devem ser considerados no planejamento e na execução de um projeto de reintrodução de animais, tais como a qualidade do habitat (Armstrong e Seddon, 2008; Moorhouse et al., 2009; Lawrence e Kaye, 2011), a variabilidade genética dos indivíduos selecionados (Haig et al., 1990; Leberg, 1993; Stockwell et al., 1996), a presença de patógenos (Sainsbury et al., 2012) e a erradicação da ameaça original (IUCN, 2014). Todavia, os aspectos comportamentais dos indivíduos candidatos à soltura não são avaliados na maioria dos projetos. Kleiman (1989) lista seis principais perfis comportamentais que determinam a sobrevivência dos animais no novo ambiente: resposta adequada a predadores, aquisição de alimentos e habilidade de forrageio, interação adequada com coespecíficos (sociabilidade), localização de abrigos e de ninhos, habilidade de locomoção e capacidade de se orientar em um ambiente complexo.

No cativeiro, deficiências comportamentais podem existir devido à ausência de contato com indivíduos de vida livre, ocorrência de recintos de tamanhos reduzidos, criação de animais isolados (quando estes têm características sociais) e falta de estímulos adequados para eliciar determinados comportamentos (Snyder et al., 1996; Griffith et al., 2000). Diante disso, essas deficiências podem ser observadas nas diferentes áreas comportamentais e determinantes na sobrevivência dos animais na natureza.

A estratégia de soltura branda (em inglês *Soft release*) é indicada em especial aos animais nascidos em cativeiro, pois durante a aclimação é possível realizar a avaliação do perfil comportamental desses animais e traçar estratégias de manejo adequadas para que possam desenvolver as habilidades necessárias para viver no ambiente natural (Kleiman, 1989; Snyder, 1994; Ângulo, 2004). Dentre essas habilidades comportamentais estão o forrageio (ex. identificação de itens alimentares, estratégia de forrageio), locomoção, sociabilidade (no caso de espécies sociais) e seleção de habitat adequado (ex. uso do estrato adequado) (Kleiman et al., 1989; Collar, 2020).

Para animais sociais, o período de aclimação pode ser importante para a formação de vínculo entre os indivíduos candidatos à soltura, pois o confinamento desses indivíduos em um viveiro de reabilitação propicia comportamento de interação entre os mesmos. Estes vínculos sociais podem permanecer após a soltura e

aumentar as chances de sobrevivência dos indivíduos do grupo por meio da diminuição do estresse pós-soltura, facilitando o encontro de alimentos e de parceiros sexuais (Abell et al., 2013), além da fuga de predadores (Snyder, 1994).

A capacidade de locomoção dos animais pode ser determinante na sobrevivência pós-soltura. De acordo com Kleiman (1989), espécies arborícolas podem necessitar de mais experiência em locomoção do que espécies terrestres. O grupo das Aves, cujo principal modo de locomoção é o voo, necessita exercitar a musculatura peitoral relacionada ao voo. Em cativeiro, no geral, as aves são acomodadas em recintos pequenos que não permitem a realização de exercícios. Além disso, devido à ausência de estímulos como aqueles encontrados no ambiente natural (ex. necessidade de fuga de predadores e busca por alimento e abrigo), a frequência de determinados comportamentos, como o voo, pode ser muito baixa e até mesmo ausente.

Vale ressaltar também que, em alguns casos, colocar as aves em recintos grandes não é o suficiente para que as mesmas desenvolvam esta habilidade. Collazo et al. (2003) relataram a diminuição da mortalidade precoce de papagaios-de-hispaniola *Amazona ventralis* (Statius Muller, 1776) (Psittacidae), reintroduzidos após a inserção de um rigoroso treinamento de voo no protocolo pré-soltura, onde o aumento da mobilidade das aves após a soltura foi associado à maior sobrevivência.

A oferta de itens alimentares às aves disponíveis na área de soltura facilita o reconhecimento de alimentos no ambiente natural e também o desenvolvimento da habilidade de forrageio de animais candidatos à soltura (Kleiman, 1989; Beck et al., 2001; Cid, 2011; Rivera, 2016), este treinamento pode diminuir as chances de morte por inanição. Cid (2011) relatou que as cutias, *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) - Dasyproctidae aceitaram bem os alimentos oferecidos ainda no cercado durante a aclimação e que, após a soltura, esses pequenos roedores não tiveram dificuldades em se alimentar no novo ambiente. Além disso, a suplementação alimentar pode ser fundamental para a adaptação dos indivíduos ao novo ambiente, sendo uma opção alimentar até os indivíduos localizarem os alimentos no novo ambiente ou durante períodos de escassez de alimento (Bright e Morris, 1994).

2. Objetivos

O objetivo do presente capítulo foi traçar o perfil comportamental de jacutingas criadas em cativeiro candidatas à soltura dentro de um programa de reintrodução para conservação, e relacionar esse perfil à sobrevivência após soltura. Desta forma, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- (A) Traçar o perfil comportamental de jacutingas cativas selecionadas para soltura a partir de quatro parâmetros: uso do estrato, condição física, aceitação de novos alimentos e sociabilidade;
- (B) Investigar se existe uma relação entre perfil comportamental e sucesso da reintrodução-sobrevivência.

3. Material e Métodos

3.1 Grupos de Aves

Entre 2016 e 2019, quatro grupos de jacutingas ($n = 42$) com idades entre 10 e 172 meses, nascidas em cativeiro, foram obtidos de quatro diferentes criadouros e destinados para o projeto de reintrodução (**Figura 1, Material Suplementar 1**). No total, 31 aves (Grupo 1: $n = 12$; Grupo 2: $n = 8$; Grupo 4: $n = 11$) foram obtidas do Centro de Conservação de Aves Silvestres (CCAS) da Companhia Energética de São Paulo (CESP) (município de São Paulo, SP). Seis jacutingas são provenientes do Parque das Aves (Grupo 3: $n = 6$) (município de Foz do Iguaçu, PR), três do Criatório comercial Schwartz – COMFAUNA (Grupo 3: $n = 3$) (município de Campina Grande do Sul, PR) e duas do Zoológico de São Paulo (Grupo 4: $n = 2$) (município de São Paulo, SP). Vale ressaltar que os quatro criadouros apresentam diferentes estratégias de manejo na criação das jacutingas (**Material Suplementar 2**).

Transferência	06/03/2016	06/02/2017	29/08/2017 e 13/09/2017	29/02/2019
Grupos (sexo e idade)	Grupo 1 05♂ e 07♀ 32 a 158 meses	Grupo 2 04♂ e 04♀* 16 a 176 meses	Grupo 3 03♂ e 06♀ 10 a 140 meses	Grupo 4 08♂ e 05♀ 14 a 132 meses
Origem (criadouro)	CESP Paraibuna	CESP Paraibuna	Parque das Aves COMFAUNA	Origem CESP Paraibuna ZOO SP
Parentesco	jacutingas –J01, J03-J05,J08 e J09; J06-J07;	Parentesco: jacutingas –J13, J16, J17, J20;	Parentesco: jacutingas – J21 e J22; J23-J28;	Parentesco: jacutingas - J30 e J37; e J31, J35, J36 e J41.

Figura 1. Grupos de jacutingas nascidas em cativeiro que foram transferidos para o viveiro de reabilitação.

Antes de serem destinadas ao projeto, ainda no criadouro, todas as aves passaram por uma triagem sanitária e física, no qual foram realizados exames parasitológicos (SAVE Brasil, 2009) e da condição física. Essa triagem tem como finalidade evitar a transmissão de doenças entre as aves reintroduzidas e as de vida livre, além de assegurar que as aves tenham condições físicas necessárias para executar seus comportamentos e explorar o novo ambiente.

Cada ave foi identificada por uma anilha metálica cedida pelo Centro Nacional de Pesquisas para a Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE) e também por uma ou duas anilhas coloridas, sendo estes dois tipos de anilhas de identificação colocadas em pernas diferentes para facilitar a visualização e evitar possíveis acidentes. Nos Grupos 2, 3 e 4, além da anilhas, cortes nas penas das retrizes da cauda foram realizados a fim de facilitar a identificação dos indivíduos durante as observações. Algumas características morfológicas individuais também facilitaram a identificação das aves durante as observações, tais como as condições das penas das rêmiges das asas e das retrizes, e tamanho da mancha branca nas asas e no corpo. Além disso, é importante destacar que características da personalidade dos indivíduos também auxiliaram na identificação dos mesmos. Por exemplo, a jacutinga

J28 (macho, Grupo 3) era muito agressiva e frequentemente iniciava interações agonísticas com outras jacutingas que estavam dentro e fora do viveiro de reabilitação. Por outro lado, a jacutinga J08 (fêmea, Grupo 1) era muito mansa e frequentemente se aproximava dos observadores.

No momento da chegada ao viveiro de reabilitação, as aves foram avaliadas fisicamente e o peso delas foi registrado. Durante o período de aclimatação, uma nova pesagem foi realizada a fim de avaliar se houve perda ou ganho de peso.

3.2 Viveiro de Reabilitação

As aves foram transferidas para o viveiro de reabilitação (15 m x 8 m x 7 m) construído em uma das três áreas de soltura em 2015 (**Figura 2**). O viveiro está localizado em uma área particular coberta por Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira, a 920 m de altitude no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, São Paulo (22°53'15"S, 45°56'04"O).



Figura 2. Viveiro de reabilitação no interior da floresta localizado no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP.

No interior do viveiro foram disponibilizados comedouros no estrato superior, além de poleiros horizontais e diagonais (móveis e fixos). Comedouros foram colocados sobre o teto da área de manejo (AM) para que os indivíduos que inicialmente não apresentavam boa capacidade de voo pudessem se alimentar. O chão do viveiro é de terra batida com alguns arbustos, árvores e palmeiras, incluindo palmeira-juçara *Euterpe edulis* Mart. - Arecaceae, principal recurso alimentar das jacutingas em locais onde as duas espécies co-ocorrem (Collar et al., 1992). O viveiro possui uma parte coberta com telha galvanizada, que serve de abrigo às aves, um corredor de segurança (CS) com um portão interno e outro externo, uma área de manejo e paredes revestidas por tela de alambrado galvanizado (fio 16). Há ainda um portão de soltura na parte superior do viveiro com acionamento externo por cabos e trancas com cadeados, por onde as jacutingas foram liberadas.

Entre 2017 e 2019, mudanças no interior do viveiro foram sendo realizadas para adequação às necessidades das aves e para aproximar as instalações do viveiro o mais próximo do habitat natural. Foi construída mais uma área de manejo, um comedouro no estrato superior, um poleiro no estrato intermediário (ligando a AM, estrato intermediário, ao comedouro 1, estrato superior), e dois no estrato superior. Além disso, em três comedouros do estrato superior foi instalado um sistema de roldanas para facilitar o manejo pelo tratador. Duas bromélias artificiais com água em seu interior foram colocadas próximas aos dois comedouros (comedouro 2 e 4), uma para cada comedouro, para simular uma situação natural de fonte de água.

3.3 Avaliação do Perfil Comportamental

Durante a fase pré-soltura, observações comportamentais das jacutingas foram realizadas no viveiro de reabilitação para avaliar diferentes aspectos do comportamento que são considerados importantes para sobrevivência e reprodução das aves em vida livre. A sociabilidade, a condição física (qualidade do voo), o uso do estrato vertical e a aceitação de novos itens alimentares pelas jacutingas foram avaliados. Além destes quatro parâmetros, também foi investigada a exibição do comportamento manso.

Dois tipos de metodologia de amostragem foram utilizados para avaliar o perfil comportamental: animal focal e varredura (Altmann, 1974). Na amostragem animal focal, sessões de observação de 10 minutos foram realizadas, durante os quais o comportamento do indivíduo foco e a sua localização foram registrados a cada um

minuto, totalizando 10 registros por sessão de observação. As sessões de focais foram realizadas na parte da manhã (entre 08:00 h e 12:00 h) e da tarde (entre 14:00 h e 18:00 h). A amostragem de varredura (ou do tipo *Scan*) consistiu no registro da localização e comportamento de todas as jacutingas no viveiro de modo instantâneo, semelhante a um registro fotográfico. As amostragens de varredura foram realizadas no momento da chegada da jacutinga ao viveiro (entre 06:00 h e 07:00 h e 14:00 h e 15:00 h) e no intervalo a cada três ou quatro sessões de focais das aves. Durante as observações, as localizações de cada indivíduo foram coletadas no viveiro e o estrato que ocupava, se estava próxima ou não a outros indivíduos e o seu comportamento.

O perfil de cada indivíduo candidato à soltura foi avaliado a partir dos seguintes parâmetros (**Tabela 1**):

Tabela 1. Parâmetros utilizados para análise do perfil comportamental de jacutingas candidatas à soltura.

Perfil Comportamental	
Parâmetros	Variáveis
Sociabilidade	Nº de associações, nº de indivíduos associados
Condição física	Nº total de voos, nº de voos adequados, peso (na chegada ao viveiro e durante a aclimatação)
Uso do estrato vertical	Frequência de utilização do estrato superior
Aceitação de novos itens alimentares	Nº de itens aceitos, grau de aceitação

3.3.1 Sociabilidade

Para avaliar a estrutura social dos três grupos de jacutingas, considerou-se como parâmetro a associação entre os indivíduos. Uma jacutinga foi considerada associada à outra quando estes estavam a uma distância de uma jacutinga ou menos um do outro. Os dados de associação foram coletados durante as amostragens de varredura.

3.3.2 Condição Física

A condição física das jacutingas foi avaliada pelo peso e desempenho do voo. Os pesos das aves foram coletados em dois momentos: na chegada ao viveiro de reabilitação e durante a aclimatação. O voo das jacutingas foi classificado com base

na distância em: curto, médio e longo. O voo curto compreendeu pequenos voos entre poleiros próximos, tais como os voos entre os poleiros P4, P6, P7, P5, P9 e PJ (**Figura 3**); voo médio foi definido como os voos realizados de um dos lados até a metade do viveiro (aprox. 7.5 m), por exemplo: entre os poleiros PC1, PC2, PC3, PC4 e os poleiros PM2, P3, P4 e, por último, o voo longo compreendeu os voos de um lado a outro do viveiro (aprox. 15 m), por exemplo, entre os poleiros PC1, PC2, PC3, PC4 e P6, P7 e P9 (**Figura 3**). Os voos foram classificados também com base na qualidade, em adequado e inadequado. O voo adequado consistiu no voo em que a ave não colidiu com a grade ou com outro obstáculo, não apresentou dificuldade no pouso (ex. desequilibrou-se ou não conseguiu pousar no substrato alvo), ou perdeu altitude rapidamente ao tentar voar para outro poleiro.

A metodologia da coleta de dados do voo foi aperfeiçoada a partir do Grupo 2. No Grupo 2, os registros dos voos foram realizados *ad libitum* no período entre 06-12 h e 14h-18h. Nos Grupos 3 e 4 a coleta de dados foi realizada por meio de sessões de observação por meio da amostragem Animal Focal (Altmann 1974) de 30 min, no período matutino (entre 06 h e 10 h).

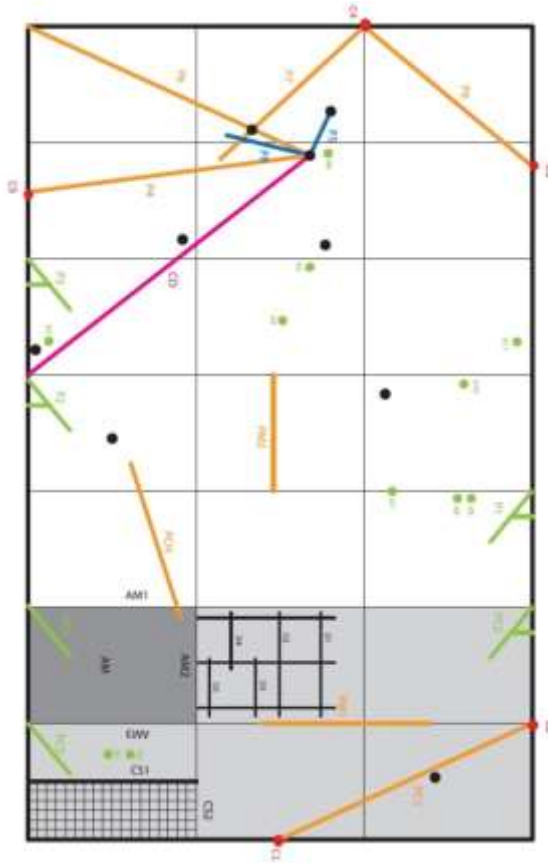


Figura 3. Croqui do viveiro de reabilitação localizado no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP. Legenda: Poleiros – P(1-9); Poleiros móveis – PM(1-2); Poleiros cobertos – PC(1-4); Poleiro chão – PCH; Comedouros – C(1-5); Corda – CD; Teto do Corredor de Segurança – CS (1-2); Degraus – D(1-4), Área de Manejo – AM(1-3);

3.3.3 Uso do Estrato Vertical

Dados de uso do estrato vertical pelas jacutingas dentro do viveiro de reabilitação foram coletados durante as varreduras (*scan*). As localizações das jacutingas foram classificadas em três estratos: i) Inferior, ii) Intermediário e iii) Superior. O estrato inferior compreendeu o solo do viveiro, no qual foi dividido em quadrantes (de Q01-21) (**Figura 3**). O estrato intermediário foi caracterizado como o intervalo entre o solo e o estrato superior (entre 0,5 m e 6 m), onde compreendeu o teto das áreas de manejo (AMs), do corredor de segurança (CS), todos os poleiros da escada (D1-5), os poleiros PCH (liga o chão ao teto do AM) e PAM (liga o teto do AM ao comedouro 1 – C1) do viveiro de reabilitação, além dos arbustos localizados no interior do viveiro que serviam de poleiros para as aves. Já o estrato superior (entre

seis e oito metros) compreendeu todos os demais poleiros (P1-9), incluídos os poleiros da parte coberta (PC1-4) e os poleiros móveis (PM1 e PM2), os comedouros (C1-6) e os troncos de uma árvore que servia como abrigo para as aves (**Figura 3**). Para o grupo 4 (n = 13, ano 2019), foi realizada uma modificação no protocolo de avaliação do uso do estrato. Para evitar que as aves utilizassem o solo do viveiro, quando alguma ave fosse avistada no chão, um observador a espantava para que a mesma voasse para o estrato superior. Primeiramente, o observador tentava espantá-la pelo lado de fora do viveiro. Este, vestido com uma capa amarela, passava uma folha seca de palmeira na grade e se a ave não voasse, o observador entrava no viveiro e a perseguia com a folha de palmeira até que a mesma subisse.

3.3.4 Teste de Aceitação de Novos Itens Alimentares

O objetivo deste teste foi avaliar a aceitação de novos itens por jacutingas candidatas à soltura. A seleção dos itens alimentares foi feita com base na literatura (Paccagnella et al., 1994; Galetti et al., 1997; Rivera, 2016) e das observações do comportamento de forrageio das jacutingas reintroduzidas do Grupo 1. Os frutos foram oferecidos nos comedouros, tanto nos potes de alimento quanto em ramos (galhos) presos na tela ou nas árvores dentro do viveiro (**Figura 4**). A disposição em ramos teve como objetivo simular a disposição natural dos frutos nas árvores. Os frutos foram coletados preferencialmente no mesmo dia. Quando isso não era possível, os frutos eram coletados poucos dias antes e armazenados em um freezer e, no dia do teste, os frutos eram colocados em temperatura ambiente entre 1h e 2h antes do início do teste.



Figura 4. Teste de aceitação de novos itens alimentares utilizando coquinhos de palmeira-juçara (*Euterpe edulis*) que foram oferecidos nos comedouros e em ramos presos às árvores no interior do viveiro de reabilitação.

O teste consistiu na oferta de um novo item alimentar que foi apresentado ao longo de três dias consecutivos de experimento, por um período de 20 min cada dia, no horário normal da alimentação das jacutingas. Para garantir que o novo item fosse a primeira alimentação do dia, a mistura (ração e quirera) foi retirada no fim da tarde do dia anterior ao teste. Em cada experimento, foram registrados os indivíduos que visitaram os comedouros com o novo item alimentar e os comportamentos considerados para avaliação da aceitação do novo item foram quatro: não se interessou, se interessou, experimentou, comeu.

- i) "Não se interessou": não se aproximou de nenhum dos comedouros com o novo item;
- ii) "Se Interessou": mostrou interesse/curiosidade no novo alimento – se aproximou do comedouro, mas devido à presença de outro indivíduo no comedouro não inicia o forrageio e/ou se aproxima e investiga o comedouro, no entanto, o alimento já não está disponível no comedouro;
- iii) "Experimentou": debicou o alimento, mas soltava-o logo em seguida;
- iv) "Comeu": bicou o alimento e engoliu o alimento.

3.4 Áreas de Soltura

As jacutingas selecionadas foram soltas em três áreas protegidas distintas: 1) área particular localizada no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP (22°53'15"S, 45°56'04"O); 2) Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba, SP (23°35'38.57"S, 45°25'47.04"O) e, 3) Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ (22°27'10.2"S; 42°46'12.7"O) (para maiores detalhes das áreas de soltura vide **Capítulo 2**).

3.5 Viveiro de ambientação

Antes de serem soltas nas outras duas áreas de soltura: PESM e na REGUA, as aves foram transferidas para os viveiros de ambientação localizados nas respectivas áreas. Na REGUA, o viveiro de ambientação (15,5 m de comprimento, 8 m de largura e 8 m de altura) foi construído em 2005 a cerca de 170 m de elevação para a reabilitação de mutum-do-sudeste *Crax blumembachii* Spix, 1825 – Cracidae, um cracídeo que habita o sub-bosque florestal. A estrutura do viveiro é revestida por uma malha de arame galvanizado (fio 15) até 2 m acima desta altura foi colocada uma malha de arame galvanizado com um fio mais grosso (fio 18). O chão do viveiro é de terra batida e foram mantidas algumas espécies vegetais nativas no seu interior (Bernardo, 2010). Em 2017, o viveiro passou por uma reforma e toda a sua arquitetura foi preparada para receber jacutingas (disposição dos poleiros e comedouros no estrato superior). Além disso, uma parte do teto do viveiro foi coberta com telha galvanizada para abrigar as aves das intempéries, um corredor de segurança foi construído para dificultar a fuga das aves, e um portão no estrato superior foi construído para a saída das jacutingas (**Figura 5A**).

No PESM foi construído um viveiro de ambientação (3 m de comprimento, 4 m de largura e 2 m de altura) em 2017 a cerca de 74 m de elevação. A estrutura do viveiro é revestida por uma malha de arame galvanizado. Os poleiros e os comedouros estão a 1,5 m do solo. O chão e o teto do viveiro são cobertos por placas de metal. Um portão foi construído em uma das laterais na parte superior para a saída das aves pelo dossel e uma pequena câmara de segurança foi construída a fim de evitar a fuga das aves. Este viveiro não tem área de manejo (**Figura 5B**).



Figura 5. Viveiro de ambientação das jacutingas (A) REGUA, município de Cachoeiras de Macacu, RJ; (B) PESM, município de Caraguatatuba, SP.

3.6. Soltura e Monitoramento

Todas as aves receberam rádios transmissores, que foram colocados durante o período de aclimação no viveiro para que as mesmas pudessem se habituar aos aparelhos e, caso fosse necessário, o manejo dos transmissores pudesse ser realizado. Os rádios transmissores foram de dois tipos: VHF (marca Nortronic modelo V2H 163A) e UHF (marca Lotek, modelo Argos K3H 174A KIWI SAT 303 BACKPACK) do tipo mochila.

Os transmissores tipo mochila são os mais recomendados para espécies de aves pertencentes à família Cracidae (Bernardo et al., 2011a). Os transmissores Argos estavam programados para emitir sinal ao satélite a cada 90 s durante duas horas por dia, gerando cerca de 80 pontos diários. O tempo estimado para duração da bateria é de 1,5 a 2 anos. O sistema Argos utiliza o WGS 84 (World Geodetic System, 1984) como sistema geográfico de referência (para maiores informações <http://www.argos-system.org/manual/>).

As aves selecionadas para a soltura nas áreas PESM, SP e na REGUA, RJ, ao final do período de aclimação no viveiro de reabilitação em São Francisco Xavier, SP, foram transferidas para um viveiro de ambientação na área de soltura, onde permaneceram entre 15 e 52 dias. O modo de soltura para as três áreas foi baseado na estratégia *soft release*. No dia da soltura, o portão localizado na parte superior do viveiro foi aberto e cada ave saiu do viveiro no seu próprio tempo. A abertura do viveiro ocorreu na parte da manhã, sendo aberto o portão superior entre 08:00 h e

15:00 h e as aves saíram do viveiro o momento que quisessem. Após este horário, o portão era fechado mesmo se houvesse ave no interior do viveiro, e o mesmo procedimento era realizado nos dias seguidos até que todas as aves saíssem. Para atrair algumas aves que exibiram aparente dificuldade para sair do viveiro, poleiros que ligavam o interior do viveiro a uma árvore do lado de fora foram colocados. Potes de mistura e até cachos de juçara foram utilizados.

Após a soltura, o monitoramento diário das aves foi realizado por meio da rádio telemetria e busca ativa, contemplando os diferentes horários de atividade das aves, de 06:00 h às 18:00 h. Além disso, foi realizado o acompanhamento dos dados recebidos via satélite. Para indivíduos com transmissores VHF, a localização da ave foi obtida a partir da observação do animal *in situ*. Quando esta era avistada no solo, os observadores a espantavam com folha seca de juçara (*E. edulis*) para que a mesma voasse para o estrato superior.

Para a análise de sobrevivência, o registro da localização foi realizado através de avistamento ou por sinal de localização do transmissor em diferentes localidades.

3.7 Análise de Dados

Sociabilidade

As análises de sociabilidade foram realizadas no programa SOCPROG versão 2.9 (Whitehead, 2009), onde os dados foram formatados no modo grupo e o período amostral foi determinado para 30 min (Hora*30), que foi o intervalo mínimo entre as coletas de dados durante o dia. O índice de associação utilizado foi *Simple Ratio* (Whitehead, 2008), recomendado quando as observações raramente são perdidas (Farine & Whitehead, 2015). Esse índice pode ser utilizado para definir as arestas (ou seja, como os dois nós se relacionam) da rede social (Cairns & Schwager, 1987), pois estima a proporção de tempo que os nós (i.e. indivíduos, grupos ou classes de indivíduos ou outras entidades) estão associados. O índice varia entre 0 a 1, em que 0 indica que os nós nunca se associaram e 1 que estes estavam sempre juntos.

Para avaliar a sociabilidade de cada indivíduo as seguintes medidas de análise de redes sociais foram calculadas (**Tabela 2**):

Tabela 2. Medidas de análise de redes sociais utilizadas no presente estudo (Whitehead, 2008).

Medidas	Definição
Força (<i>Strength</i>)	Quanto que o indivíduo está associado aos outros. Quanto maior o valor indica que o indivíduo tem forte associação com outros indivíduos.
Centralidade de autovalor-CE (<i>Eigenvector centrality</i>)	Quão bem associado o próprio indivíduo e seus associados são. Quanto maior o valor de CE evidencia que o indivíduo tem fortes associações com outros indivíduos que por sua vez tem associações relativamente fortes.
Alcance (<i>Reach</i>)	Medida indireta de associação que evidencia o quão um indivíduo é indiretamente conectado a outros indivíduos

Essas três medidas estão relacionadas à importância do indivíduo na rede (força), considerando o número e força das ligações (centralidade de autovalor), assim como a conectividade dos nós, por meio do alcance das associações a outros indivíduos com alta força (alcance).

Para avaliar a presença de subgrupos nos três grupos de jacutingas foi realizado o teste de divisão de comunidades por modularidade. Nesta análise, o valor da modularidade do arranjo deve ser igual ou maior que 0.3, que é o valor indicativo da presença de modularidade consistente (Whitehead, 2019). Uma análise das coordenadas principais (PCA) foi realizada para identificar os indivíduos associados. As aves que estão fortemente associadas estarão plotadas mais próximas, enquanto as fracamente associadas estarão mais distantes (Whitehead, 2019). A PCA vai gerar a porcentagem do total da variância explicada até aquela coordenada, à variância acumulada e o *Eigenvalue*. Valores de *Eigenvalue* maiores que um, indicam que as coordenadas explicam mais informações que a média, enquanto grandes valores negativos indicam pobre qualidade da PCA (Whitehead, 2019). Além disso, os índices de associação são mais altos entre os indivíduos com forte associação e geralmente, mais baixos entre indivíduos de baixa associação.

Um diagrama de rede social (sociograma) foi elaborado para cada grupo de jacutingas, a partir da matriz de índice de associação, onde os nós representam os indivíduos e a espessura das linhas que os conectam, a força de seus relacionamentos (valor do índice de associação).

Condição Física

Para calcular a taxa de voo foi realizado o seguinte cálculo: nº de sessões que foram registrados voos/total de sessões de um dado indivíduo. Também foi realizada estatística descritiva (média, mediana, desvio padrão e frequência). As análises foram calculadas no programa PAST (Paleontological Statistics, versão 3.26). Para verificar se houve diferença entre as frequências das três distâncias de voos, foram testadas a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância por meio do teste de Levene. Posteriormente, foi realizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis e um Mann-Whitney *post hoc* para identificar quais distâncias diferiram entre si.

Uso do Estrato Vertical

Para comparar se houve diferença no uso dos estratos pelas jacutingas dos três grupos foi realizada uma ANOVA. Para isto, foi testada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância pelo teste de Levene. Apesar do conjunto de dados não atender a um dos pressupostos (a normalidade dos dados) decidiu-se por confiar na robustez do teste, pois o N amostral é grande ($n = 30$). Posteriormente, foi realizado o teste de Tukey *post hoc* para determinar quais os estratos que diferiram entre si. Todas as análises foram realizadas no programa PAST (Paleontological Statistics, versão 3.26). Os gráficos foram construídos nos programas PAST (Paleontological Statistics, versão 3.26) e Excel (Microsoft Office).

Teste de aceitação de novos itens alimentares

Para calcular os itens mais aceitos foi realizado o seguinte cálculo: nº de comportamento "Comeu"/nº total de comportamentos para cada item. Onde o nº total de comportamento por item representa o nº de dias de teste multiplicado pelo nº de jacutingas participantes do teste.

Para verificar se houve diferença entre os quatro comportamentos, foram testadas a normalidade dos dados ($n = 30$) por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância por meio do teste de Levene. Posteriormente, foi realizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis e um Mann-Whitney *post hoc* para identificar quais os comportamentos que diferiram entre si. As análises foram calculadas no programa PAST.

4.Resultados

4,1 Período de aclimação

O período de aclimação, que correspondeu ao período da chegada dos indivíduos ao viveiro até a sua saída, variou de 116 a 485 dias. O Grupo 3 permaneceu mais tempo no viveiro, seguido pelos Grupos 2 e 4 (**Figura 6**). Essas variações entre os grupos foram devido a alterações no cronograma decorrentes das condições ambientais; logística (recursos humanos) e alterações no padrão comportamental das aves durante o período reprodutivo.

Dentre as 30 aves analisadas, quatro indivíduos, três do grupo 1 e uma do grupo 2, permaneceram mais de 400 dias no viveiro, pois passaram por dois processos de avaliação. Dois Grupos (2 e 4) foram transferidos para o viveiro no final do período reprodutivo (entre fevereiro e março); apenas o Grupo 3 foi transferido no início do período reprodutivo (entre agosto e setembro de 2017). Devido ao maior número de registros de interações agonísticas e de comportamentos reprodutivos durante o processo de aclimação do Grupo 3, este permaneceu mais tempo no viveiro de reabilitação, visto que este grupo foi submetido a uma segunda avaliação comportamental, desta vez no final do período reprodutivo.

Durante o período de aclimação, duas aves foram a óbito, sendo uma do Grupo 2 (J20) e outra do Grupo 3 (J27). A fêmea J20 foi a óbito no segundo dia de aclimação, consequência do estresse do transporte no dia anterior. Já o macho J27 foi a óbito no 245º dia de aclimação, após um manejo para a manutenção dos transmissores, no qual esta ave foi a última das oito a ser capturada, e veio a óbito por estresse. Como a jacutinga J27 participou de toda a avaliação do perfil comportamental, esta ave foi incluída nas análises.

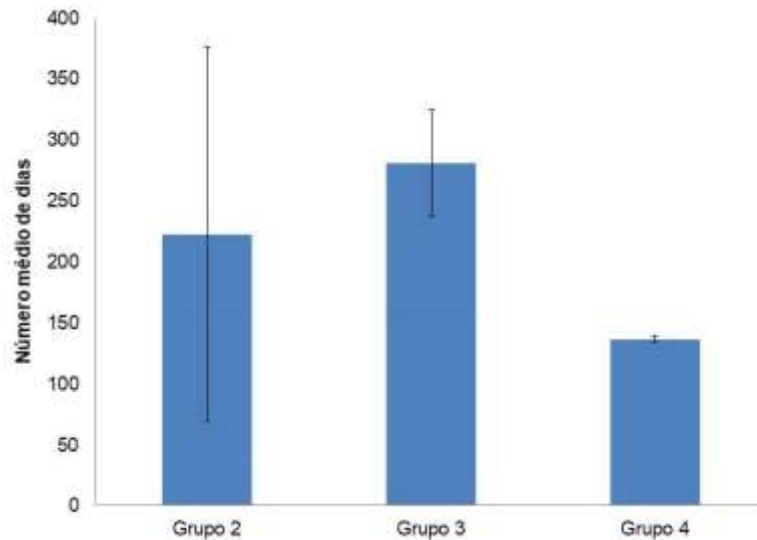


Figura 6. Número médio de dias que as jacutingas permaneceram dentro do viveiro durante o período de aclimação.

4.2 Perfil comportamental

4.2.1 Sociabilidade

Ao todo, 483 associações foram registradas em um esforço amostral de 772 amostragens de varredura. Os maiores números de associações foram registrados entre as jacutingas do Grupo 3 (**Tabela 3, Material Suplementar 3**).

Tabela 3. Número total de associações das jacutingas registradas durante o período de aclimação das aves no viveiro de reabilitação.

Grupos	Amostragens	Associações
2	267	137
3	274	188
4	231	158
TOTAL	772	483

Dezesseis jacutingas (53,3%) apresentaram maiores valores de força, de centralidade de autovalor e de alcance comparados (**Tabela 4**) à média das medidas de seus respectivos grupos (**Tabela 5**), evidenciando alta sociabilidade. As jacutingas do grupo 2 se associaram mais entre si, maior média de associação, comparados aos grupos 3 e 4 (**Tabela 5**).

Tabela 4. Médias [e desvio padrão] das medidas de redes sociais para cada indivíduo dos três grupos de jacutingas *Aburria jacutingas* calculadas pelo programa SOCPROG (ID- identificação das aves; em negrito evidencia as maiores medidas).

Grupo	ID	Força	Centralidade de Autovalor	Alcance
2	J12	3.42[0.30]	0.42[0.03]	10.10[1.64]
2	J13	2.96[0.44]	0.37[0.03]	9.06[2.22]
2	J14	2.95[0.42]	0.35[0.03]	8.45[2.10]
2	J15	4.00[0.47]	0.48[0.03]	11.33[2.18]
2	J16	2.33[0.44]	0.30[0.04]	7.30[1.99]
2	J17	0.94[0.28]	0.12[0.03]	2.89[1.00]
2	J18	3.08[0.43]	0.39[0.03]	9.58[2.07]
2	J19	2.08[0.47]	0.27[0.05]	6.57[2.11]
3	J21	1.82[0.28]	0.23[0.09]	3.06[0.77]
3	J22	1.64[0.19]	0.20[0.08]	2.87[0.63]
3	J23	2.15[0.39]	0.43[0.07]	4.72[1.36]
3	J24	1.45[0.47]	0.27[0.08]	3.11[1.39]
3	J25	1.95[0.47]	0.35[0.09]	4.02[1.04]
3	J26	2.63[0.49]	0.45[0.05]	4.90[1.38]
3	J27	2.56[0.35]	0.47[0.06]	4.98[1.39]
3	J28	1.07[0.42]	0.24[0.08]	2.63[1.31]
3	J29	1.35[0.40]	0.21[0.09]	2.62[0.99]
4	J30	1.56[0.31]	0.48[0.04]	2.88[0.84]
4	J31	1.51[0.20]	0.25[0.08]	1.81[0.40]
4	J32	0.34[0.18]	0.10[0.04]	0.65[0.47]
4	J33	1.32[0.12]	0.24[0.08]	1.81[0.34]
4	J34	2.20[0.29]	0.54[0.05]	2.96[0.90]
4	J35	1.45[0.42]	0.26[0.07]	1.63[0.93]
4	J36	1.60[0.28]	0.36[0.05]	2.12[0.85]
4	J37	0.77[0.25]	0.16[0.05]	1.12[0.59]
4	J38	0.27[0.17]	0.05[0.03]	0.38[0.30]
4	J39	0.33[0.13]	0.07[0.03]	0.46[0.33]
4	J40	0.17[0.10]	0.04[0.02]	0.27[0.16]
4	J41	0.58[0.30]	0.15[0.07]	0.94[0.50]
4	J42	1.31[0.51]	0.31[0.07]	1.91[0.94]

Tabela 5. Média geral [desvio padrão] das medidas de rede social para cada grupo de jacutinga.

Grupos	Força	Centralidade de Autovalor	Alcance
2	2.72 [0.31]	0.34 [0.00]	8.16 [1.76]
3	1.84 [0.21]	0.32 [0.01]	3.66 [0.81]
4	1.03 [0.14]	0.23 [0.01]	1.46 [0.43]

Na análise de divisão de comunidades, foi evidenciada a formação de dois subgrupos no Grupo 2, todavia, o valor da modularidade do arranjo foi 0.17, abaixo de 0.3, valor indicativo da presença de modularidade consistente. Por isso não é possível

afirmar que as jacutingas do Grupo 2 se separaram em dois subgrupos. Por outro lado, uma forte associação é observada entre duas jacutingas J12 e J15, como evidenciada pelos valores máximo de associação entre elas (**Material Suplementar 4**).

Para os Grupos 3 e 4, este teste de modularidade evidenciou a formação consistente de três e cinco subgrupos, respectivamente, com o valor da modularidade de arranjo 0.51 e 0.47, maior que 0.3. A Análise de Componentes Principais mostrou que: 60,7% das associações entre as jacutingas são explicadas pelos eixos 1 e 2 no Grupo 2, enquanto que para o Grupo 3, 69,2% das associações entre as jacutingas foi explicada pelos eixos 1 e 2 e, para o Grupo 4, 57,3% das relações entre as jacutingas foram explicadas pelos eixos 1, 2 e 3. Os grupos podem ser visualizados na PCA (**Figura 7**). Esta análise demonstrou que, de maneira geral, no Grupo 2 cinco jacutingas se associaram entre si, destacando uma forte associação entre as jacutingas J12 e J15. No Grupo 3, foi possível visualizar a formação de 3 grandes subgrupos com mais forte associação entre três pares de jacutingas (J28 e J26; J23 e J27; J21 e J22). Já no Grupo 4, registrou-se a formação de cinco grandes subgrupos com mais forte associação entre dois pares de jacutingas (J30 e J34; J31 e J33) (**Figura 7, Material Suplementar 5**). Os sociogramas evidenciaram todos os resultados acima (**Figuras 8**).

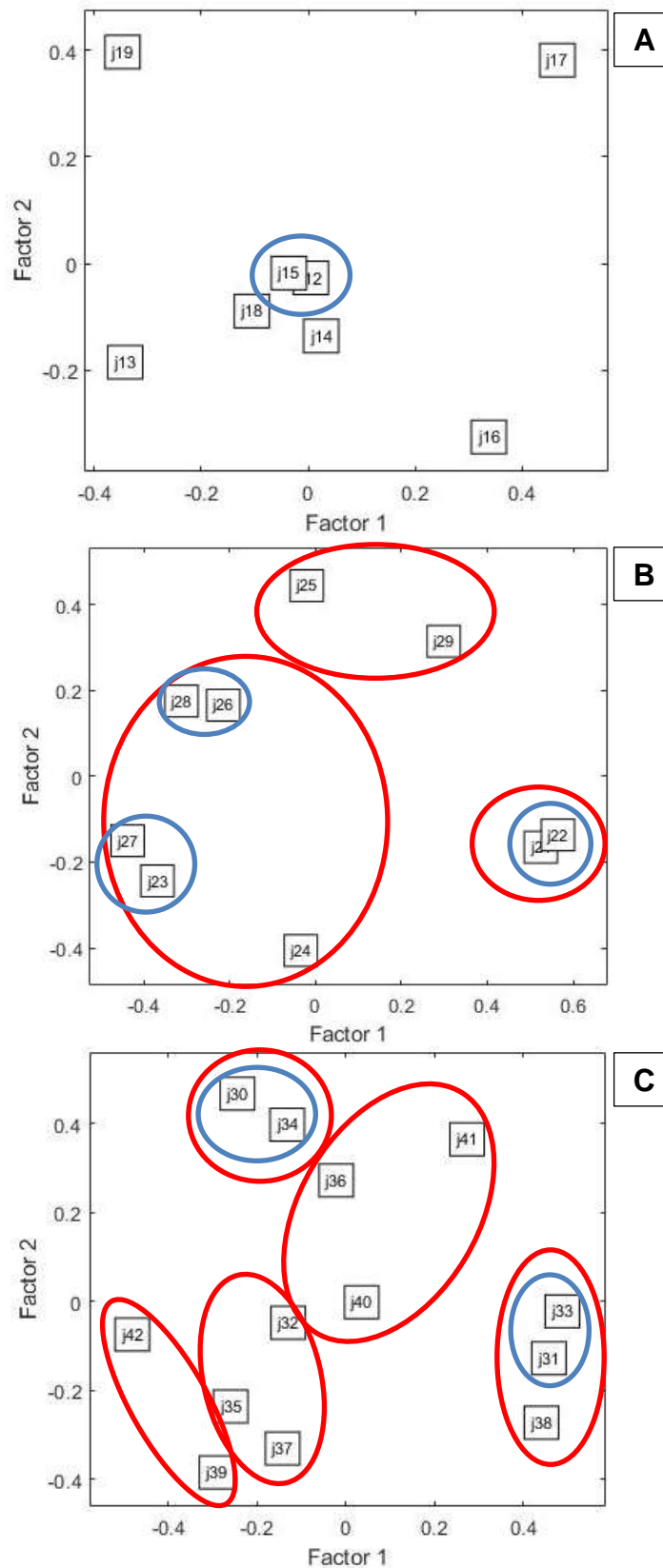


Figura 7. Análise dos Componentes Principais dos três grupos de jacutingas. A – Grupo 2 (n = 8), B – Grupo 3 (n = 9), e C – Grupo 4 (n = 13). Os grandes subgrupos estão representados por círculos vermelhos e as jacutingas com mais forte associação circulas em azul.

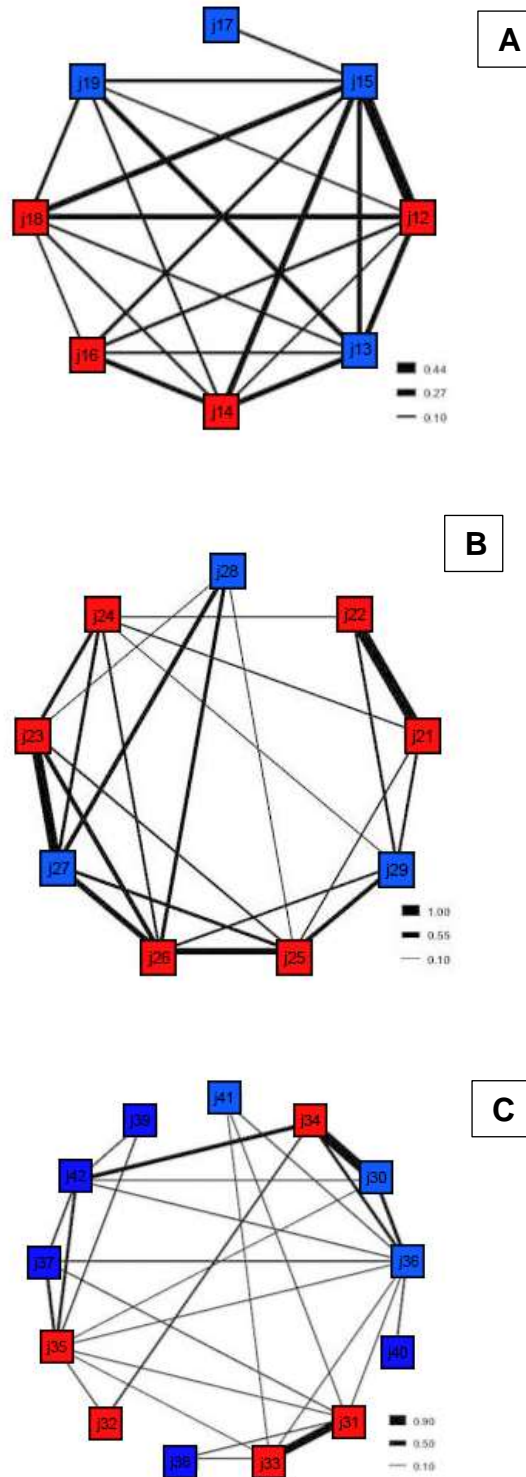


Figura 8. Sociograma dos três grupos de jacutingas avaliados durante a fase pré-soltura no viveiro de reabilitação (os retângulos (nós) e as linhas que os ligam). **A-** Grupo 2 (n = 8), **B-** Grupo 3 (n = 9), e **C-** Grupo 4 (n = 13). Quadrados azuis representam os machos e os vermelhos, as fêmeas.

4.2.2 Condição Física

Na chegada ao viveiro (triagem 1), o peso médio das 42 aves foi 1,27 Kg \pm 0,18 Kg e na segunda triagem o peso médio das aves foi 1.41 Kg \pm 0.18 Kg (n = 37). Não foi possível avaliar o peso de quatro jacutingas do Grupo 2. A diferença entre o peso final e o peso inicial variou de -0.17 Kg a 0.54 Kg com valor médio de 0.08 Kg \pm 0.14 Kg (**Tabela 6**). A maioria das aves ganhou peso durante o período de aclimação (gl = 72; t = 2,44; p = 0,0168; **Figura 9**).

Tabela 6. Peso das jacutingas, em Kg, coletado no momento da chegada (Peso 1), durante o período de aclimação (Peso 2) e a diferença entre Peso 2 e Peso 1.

GRUPO	AVE	Peso 1	Peso 2	Diferença
2	J12	1.17	1.36	0.19
	J14	1.05	1.13	0.08
	J15	1.38	1.45	0.07
	J17	1.52	1.42	-0.10
3	J21	1.43	1.36	-0.07
	J22	1.42	1.34	-0.08
	J23	1.52	1.67	0.15
	J24	1.50	1.66	0.16
	J25	1.32	1.54	0.22
	J26	1.40	1.63	0.23
	J27	1.62	1.78	0.16
	J28	1.53	1.60	0.07
4	J29	1.56	1.39	-0.17
	J30	1.21	1.41	0.20
	J31	0.93	1.07	0.14
	J32	1.22	1.30	0.08
	J33	1.02	1.15	0.13
	J34	1.12	1.08	-0.04
	J35	1.17	1.17	0.00
	J36	1.23	1.25	0.02
	J37	1.20	1.27	0.07
	J38	1.34	1.32	-0.02
J39	1.79	1.78	-0.01	
J40	1.09	1.63	0.54	
J41	1.30	1.35	0.05	
J42	1.34	1.32	-0.02	

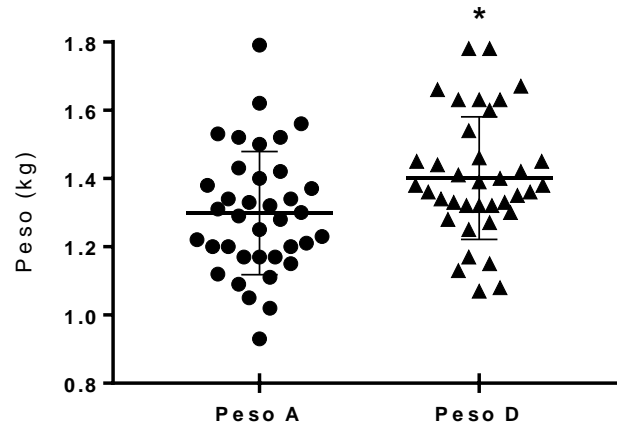


Figura 9. Comparação entre os pesos, em Kg, das jacutingas (*Aburria jacutinga*) na triagem 1 e triagem na fase pré-soltura no viveiro de reabilitação, município de São José dos Campos, SP. Legenda: a linha central é a média, a linha mais fina nas extremidades é o erro padrão e os círculos e triângulo representam a dispersão dos dados.

Ao todo, foram registrados 3.559 voos das jacutingas, correspondendo a 841, 1.385, e 1.333, dos Grupos 2, 3 e 4, respectivamente (**Tabela 7**). Para os Grupos 3 e 4 foram realizadas 463 sessões de voo (Grupo 3 $\bar{x} = 34 \pm 11.3$; Grupo 4 $\bar{x} = 12.1 \pm 0.7$), somando 231.5h de observação.

Tabela 7. Média geral (desvio padrão) dos voos para cada grupo de jacutinga.

Grupos	Total	Média	Mínimo	Máximo
2	841	105.2(82.8)	14	253
3	1385	153.9(83.4)	52	262
4	1333	102.5(45.2)	54	217

Quinze aves exibiram frequências de voos maiores que a média. Seis jacutingas exibiram baixo número de voos durante o período de aclimação (**Tabela 8**).

Tabela 8. Voos realizados pelas jacutingas, distância de voo: curto, médio e longo e qualidade do voo: adequado.

Grupo	ID	Total	Distância de Voo (%)			Qualidade do Voo (%)
			curto	médio	longo	Adequado
2	j12	113	54.9	31.9	13.3	99.1
	j13	77	96.1	3.9	0	98.7
	j14	144	52.8	20.8	26.4	100
	j15	45	60	28.9	11.1	97.8
	j16	174	54.6	24.1	21.3	100
	j17	253	56.1	19	24.9	100
	j18	21	57.1	38.1	4.8	100
	j19	14	64.3	28.6	7.1	7.1
	3	j21	79.5	69.5	12.2	18.3
j22		53.8	68.1	11.1	20.8	97.2
j23		55.6	80	10.6	9.4	92.9
j24		62.9	85.7	8.2	6.1	98
j25		40	92.3	0	7.7	100
j26		73.8	61.5	13.4	25.2	100
j27		75	42.3	41.5	16.2	100
j28		75	75.2	13	11.8	100
j29		84.2	42.8	21.1	36.1	100
4	j30	92.3	41.4	30	28.6	97.1
	j31	100	77.7	15.5	6.8	100
	j32	91.7	82.5	9.7	7.8	100
	j33	100	65.5	17.3	17.3	100
	j34	91.7	72.2	27.8	0	98.1
	j35	92.3	72.1	18.0	9.8	100
	j36	84.6	76	19	5	98.3
	j37	100	69.2	22.5	8.3	100
	j38	100	70.6	26.2	3.2	100
	j39	75	68.3	18.3	13.4	100
	j40	91.7	60.2	20.4	19.5	100
	j41	81.8	75.9	16.7	7.4	100
	j42	75	75.3	12.3	12.3	90.4

As jacutingas diferiram no número de voos curtos, médios e longos ($H = 41.23$, $p = 1.103e^{-09}$), sendo o número de voos curtos (entre poleiros próximos) significativamente maior do que os voos médios ($p = 9.733e^{-08}$) e longos ($p = 2.177e^{-08}$). A frequência de voos médios não diferiu da frequência de voos longos ($p = 0.15$). As jacutingas realizaram mais voos adequados ($\bar{x} = 117.4 \pm 71.7$) do que inadequados ($\bar{x} = 1.2 \pm 2.6$) ($U = 10$, $p = 4.7374e^{-11}$).

4.2.3 Uso do Estrato Vertical

Ao todo, foram registrados 8.839 localizações das jacutingas no viveiro. O maior número de registros de localizações foi obtido pelo Grupo 3 (n = 3.690), seguido pelos Grupos 4 e 2, com 3.016 e 2.206 registros, respectivamente. Das 955 amostragens, não foi possível a identificação da localização de 1,35% (121) dos registros das aves (**Tabela 9**).

Tabela 9. Uso do estrato pelas jacutingas durante o período de aclimação.

Grupo	ID	Total	Uso do Estrato %		
			Inferior	Intermediário	Superior
2	J12	277	6.14	16.25	77.62
	J13	277	9.75	24.55	65.70
	J14	270	7.04	16.67	76.30
	J15	276	2.17	25.36	72.46
	J16	277	5.78	19.86	74.37
	J17	275	3.64	4.36	92.00
	J18	278	7.55	10.43	82.01
	J19	276	25.36	52.17	22.46
	3	J21	417	45.80	23.50
J22		416	44.71	25.72	29.57
J23		399	18.05	26.57	55.39
J24		317	20.50	21.14	58.36
J25		441	19.27	41.04	39.68
J26		441	9.30	5.90	84.81
J27		441	9.52	4.08	86.39
J28		400	9.75	6.50	83.75
J29		418	31.10	15.55	53.35
4	J30	227	3.96	25.11	70.93
	J31	223	3.14	0.45	96.41
	J32	224	8.48	22.32	69.20
	J33	222	10.36	8.56	81.08
	J34	226	2.21	25.22	72.57
	J35	224	1.79	6.70	91.52
	J36	225	3.11	21.78	75.11
	J37	228	0.44	4.82	94.74
	J38	227	1.76	6.17	92.07
	J39	230	3.48	6.09	90.43
	J40	230	2.61	2.17	95.22
	J41	227	1.76	21.59	76.65
	J42	230	5.65	17.83	76.52

Houve diferença significativa na utilização de cada um dos estratos pelas jacutingas ($p = 7.663e^{-22}$). As jacutingas utilizaram predominantemente o estrato superior comparado aos outros estratos, inferior e intermediário (ambos $p = 3.09e^{-10}$) (**Figura 10**).

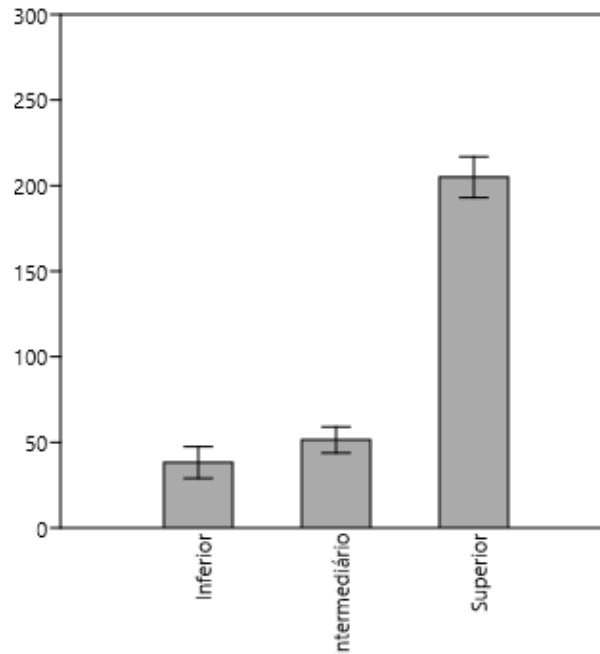


Figura 10. Uso do estrato pelas jacutingas avaliadas durante a fase pré-soltura no viveiro de reabilitação. Houve diferença significativa no uso do estrato pelas jacutingas ($p = 7,663e^{-22}$), sendo o estrato superior significativamente mais utilizado que os outros estratos (ambos $p = 3,09e^{-10}$). A barra representa o erro padrão.

O uso do estrato inferior diferiu significativamente entre as jacutingas de cada grupo ($H = 20.43$, $p = 3.597e^{-05}$). O grupo 3 utilizou mais o estrato inferior comparado aos grupos 2 ($p = 0.002437$) e 4 ($p = 0.0001051$). Por outro lado, o grupo 4 foi o que menos utilizou o estrato inferior comparado aos grupos 2 (0.01227) e 3 ($p = 0.002437$). O uso do estrato intermediário também diferiu significativamente entre as jacutingas de cada Grupo ($H=7.49$, $p=0.0235$). O Grupo 3 utilizou significativamente mais o estrato intermediário do que o Grupo 4 ($p = 0.009126$). Por outro lado, não houve diferença no uso do estrato superior pelos três grupos de jacutingas ($p=0.3644$), sendo o estrato mais utilizado pelos três grupos de jacutingas.

4.2.4 Teste de Aceitação de Novos Itens Alimentares

Foram realizados 18 testes correspondendo a 54 dias e 18h de observação. Ao todo, 522 registros comportamentais foram obtidos de 30 jacutingas avaliadas. Durante os testes, 12 itens alimentares diferentes foram oferecidos às jacutingas (**Material Suplementar 6**). O indivíduo (J24), do Grupo 3, não participou de três dos oito testes realizados porque recebeu interações agonísticas de outras jacutingas e, por isso, teve que ser transferida para área de manejo para receber cuidados veterinários.

As respostas comportamentais das jacutingas diferiram entre si ($H = 77.28$, $p = 2.532e^{-17}$), onde o comportamento “comeu” foi o mais realizado pelas aves (Mann-Whitney, $p = 0.00$) (**Figura 11**). Esse resultado evidencia, desse modo, que as jacutingas aceitaram os novos itens alimentares. Além dos frutos, as jacutingas também forragearam as folhas que compunham o ramo.

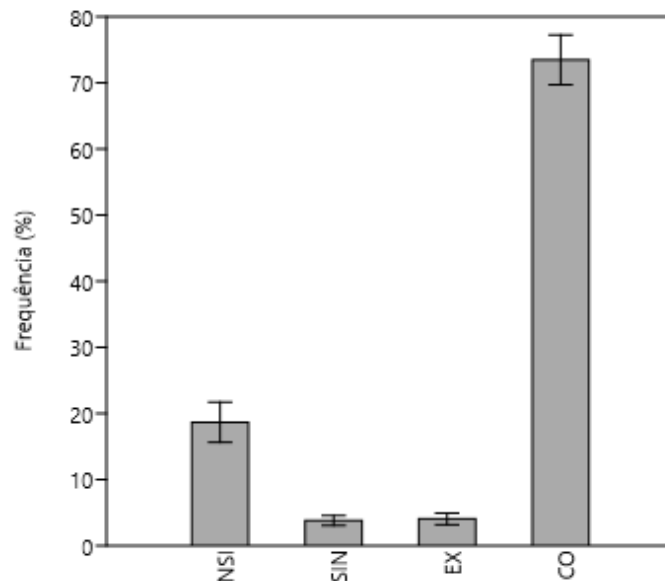


Figura 11. Frequência dos comportamentos: NSI – “Não se interessou”; SIN – “Se interessou”, EX – “experimentou” e CO – “comeu” durante o teste de aceitação de novos itens alimentares na fase pré-soltura no viveiro de reabilitação. A barra representa o erro padrão.

Os itens mais aceitos pelas jacutingas foram os frutos de virola (*Virola bicuhyba*), jambolão (*Syzygium cumini*), uva japonesa (*Hovenia dulcis*), frutos de sabiá (*Ficus* sp.), coquinhos de juçara (*E. edulis*) pois apresentaram as maiores frequências do comportamento “Comeu”. Por outro lado, os itens que as jacutingas

exibiram menos interesse foram: goiaba (*Psidium guajava*), *Miconia* sp., araçá (*Psidium* sp.), embaúba (*Cecropia* sp.) e a pitanga (*Eugenia uniflora*) (**Figura 12, Material Suplementar 7**). Além dos frutos, também foram registradas as aves se alimentando de folhas da composição dos ramos que eram presas nos comedouros e nas telas durante os testes.

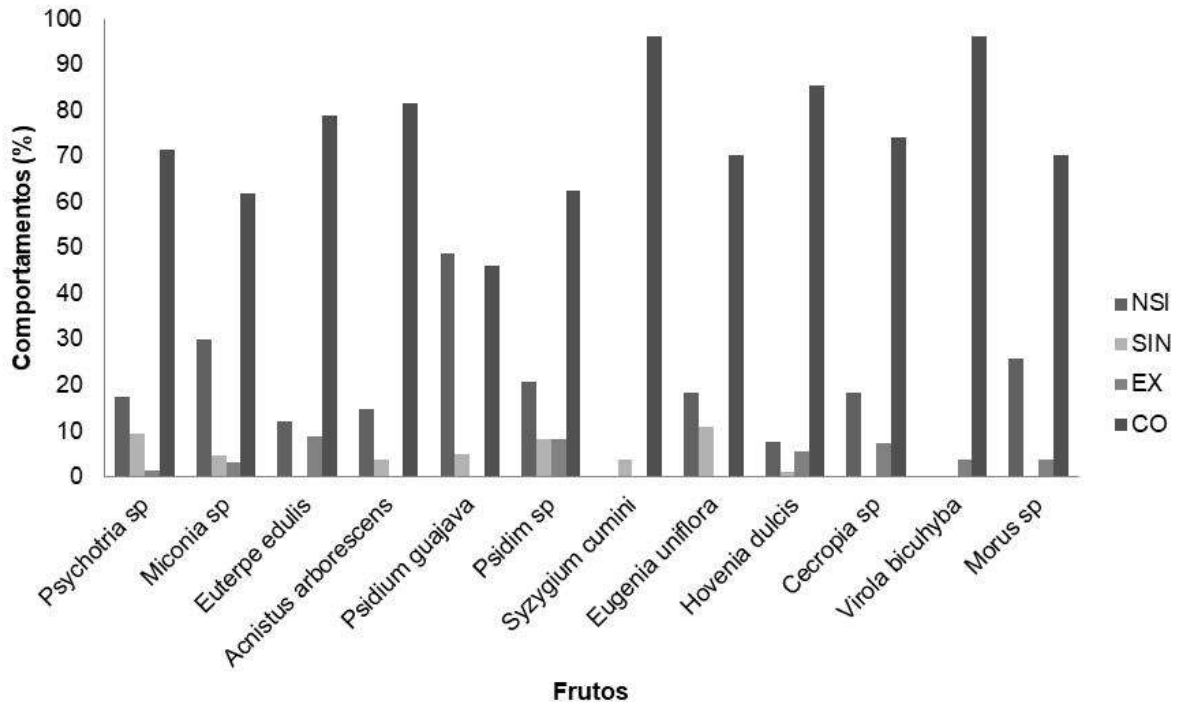


Figura 12. Frequência dos comportamentos: NSI – “Não se interessou”; SIN – “Se interessou”, EX – “experimentou” e CO – “comeu” exibidos pelas 30 jacutingas durante os testes para cada item alimentar oferecido.

4.3 Análise do Perfil Comportamental e Seleção das jacutingas

Os perfis comportamentais das 30 jacutingas foram traçados com base nos quatro parâmetros: Sociabilidade, Condição Física, Uso do Estrato e nível de aceitação de novos itens alimentares. Cada ave foi avaliada individualmente com base nestes parâmetros e registros comportamentais ocasionais. Das 30 aves, 23 foram classificadas como aptas para soltura e sete como não aptas, sendo uma, três e duas dos Grupos 2, 3 e 4, respectivamente (**Tabela 10**).

A jacutinga J19 (macho, 36 meses) se associou com 85.7% das jacutingas do seu grupo, todavia durante a aclimação não evidenciou forte associação com nenhum coespecífico. Esta ave evidenciou um alto grau de aceitação de novos itens alimentares, consumindo todos os itens diferentes oferecidos na maior parte dos dias de teste (73.3% dos dias). Todavia, foi predominantemente observado no estrato

intermediário (sobre o teto) (52.2%) e inferior (25.4%) e exibiu baixa frequência de voos ($n = 14$). Esta ave apresentava deficiência na habilidade de voo evidenciada no longo tempo que ele permanecia no poleiro andando de um lado para o outro até voar. Além disso, a maioria destes voos foi classificada como inadequado devido à rápida perda de altura e ausência de equilíbrio ao pousar. Por isso foi classificada como não apta para a soltura.

As jacutingas Lily (j21) (fêmea, 10 meses) e Tathy (j22) (fêmea, 10 meses) foram classificadas como não aptas por utilizarem predominantemente o estrato inferior e intermediário. Todavia estas foram reclassificadas como aptas após passarem por um treinamento rigoroso de voo juntamente com a J24 (fêmea, 22 meses) e J29 (macho, 11 meses) no viveiro de ambientação da REGUA (**Tabela 10**).

A jacutinga J25 (fêmea, 140 meses) foi classificada como não apta principalmente pelo comportamento de mansidão. Frequentemente, esta ave se aproximava da grade e se posicionada próximo aos observadores. Durante o período de aclimatação, esta ave fez a postura de dois ovos e, não exibiu comportamento de estresse durante aproximação de humanos ao ninho.

A jacutinga j41 (macho, 111 meses) não foi classificada como apta para a soltura porque apresentou baixa aceitação de novos itens alimentares, comendo apenas dois dos cinco itens 26.7% ($n = 4$) dos 15 dias de teste.

A jacutinga j42 (fêmea, 64 meses) foi considerada não apta para a soltura porque apresentou baixa aceitação de novos itens alimentares, destacando a não aceitação dos coquinhos do palmito juçara, um dos principais itens alimentares presentes na área de soltura.

Tabela 10. Parâmetros de avaliação do perfil comportamental das jacutingas candidatas à soltura. Origem das aves: CP – criadouro particular; CESP – Companhia Energética de São Paulo, Zoo-SP – Zoológico de São Paulo e PA – Parque da Aves; Locais de soltura: PESM – Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, SP; SFX – área particular no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP; REGUA – Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

ID	Origem	Sociabilidade			Aceitação de Novos Itens Alimentares						
		Grau de sociabilidade	Nº de ind associados (%)	Peso final (Kg)	Frequência de voo	Voos adequados	Superior (%)	Nº de itens aceitos	Grau de Aceitação	Compor. Manso	Classificação
J12	CESP	3.42	100	0.19	113	99.1	77.6	100	80	N	Apto
J13	CESP	2.96	85.7	-	77	98.7	65.7	100	86.7	N	Apto
J14	CESP	2.95	100	0.08	144	100	76.3	100	100	N	Apto
J15	CESP	4.00	100	0.07	45	97.8	72.5	80	46.7	N	Apto
J16	CESP	2.33	85.7	-	174	100	74.4	100	93.3	N	Apto
J17	CESP	0.94	85.7	-0.10	253	100	92	100	93.3	N	Apto
J18	CESP	3.08	100	-	21	100	82	100	93.3	N	Apto
J19	CESP	2.08	85.7	-	14	7.1	22.5	100	73.3	N	Não apto
J21	CP	1.82	75	-0.07	131	99.2	30.7	100	79.2	N	Não apto
J22	CP	1.64	62.5	-0.08	72	97.2	29.6	100	79.2	N	Não apto
J23	PA	2.15	75	0.15	85	92.9	55.4	100	95.8	N	Apto
J24	PA	1.45	75	0.16	98	98.0	58.4	100	100	N	Apto
J25	PA	1.95	87.5	0.22	52	100	39.7	75	54.2	S	Não apto
J26	PA	2.63	100	0.23	262	100	84.8	100	95.8	N	Apto
J27	PA	2.56	62.5	0.16	253	100	86.4	100	91.7	N	Apto
J28	PA	1.07	50	0.07	238	100	83.8	100	100	N	Apto
J29	CP	1.35	62.5	-0.17	194	100	53.3	100	83.3	N	Apto

Tabela 10. (Continuação) Parâmetros de avaliação do perfil comportamental das jacutingas candidatas à soltura. Origem das aves: CP – criadouro particular; CESP – Companhia Energética de São Paulo, Zoo-SP – Zoológico de São Paulo e PA – Parque da Aves; Locais de soltura: PESM – Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, SP; SFX – área particular no distrito de São Francisco Xavier, município de São José dos Campos, SP; REGUA – Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

ID	Origem	Sociabilidade				Aceitação de Novos Itens Alimentares				Compor. Manso	Classificação
		Grau de sociabilidade	Nº de ind associados (%)	Peso final (Kg)	Frequência de voo	Voos adequados	Superior (%)	Nº de itens aceitos	Grau de Aceitação		
J30	CESP	1.56	41.7	0.20	70	97.1	70.9	80	60	N	Apto
J31	CESP	1.51	58.3	0.14	103	100	96.4	100	80	N	Apto
J32	CESP	0.34	16.7	0.08	217	100	69.2	100	73.3	N	Apto
J33	CESP	1.32	50	0.13	139	100	81.1	100	86.7	N	Apto
J34	CESP	2.20	66.7	-0.04	54	98.1	72.6	80	60	N	Apto
J35	CESP	1.45	75	0.00	61	100	91.5	100	73.3	N	Apto
J30	CESP	1.56	41.7	0.20	70	97.1	70.9	80	60	N	Apto
J31	CESP	1.51	58.3	0.14	103	100	96.4	100	80	N	Apto
J36	CESP	1.60	75	0.02	121	98.3	75.1	80	53.3	N	Apto
J37	CESP	0.77	33.3	0.07	120	100	94.7	100	66.7	N	Apto
J38	CESP	0.27	16.7	-0.02	126	100	92.1	100	66.7	N	Apto
J39	Zoo-SP	0.33	16.7	-0.01	82	100	90.4	100	86.7	N	Apto
J40	Zoo-SP	0.17	8.3	0.54	113	100	95.2	100	93.3	N	Apto
J41	CESP	0.58	41.7	0.05	54	100	76.7	40	26.7	N	Não apto
J42	CESP	1.31	50	-0.02	73	90.4	76.5	80	53.3	N	Não apto

Os grupos selecionados para as três áreas de soltura foram formados a partir dos subgrupos identificados durante o período de aclimatação no viveiro de reabilitação. Das 24 jacutingas remanescentes, 14 aves foram selecionadas para a soltura no entorno da área do viveiro de reabilitação; seis destinadas ao PESH e quatro a REGUA (**Tabela 11**). Essa diferença no número de aves selecionadas para cada área é devido às restrições de financiamentos a determinadas regiões da Mata Atlântica.

Tabela 11. Total de jacutingas liberadas no PESH – Parque Estadual da Serra do Mar, SP; SFX –distrito de São Francisco Xavier, São José dos Campos, SP; REGUA – Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, RJ.

Ano	SFX (SP)	PESH (SP)	REGUA (RJ)
2017	2	4	0
2018	1	2	4
2019	11	0	0
TOTAL	14	6	3

Das 14 jacutingas selecionadas para soltura em SFX, uma fêmea do grupo 4,J31, fraturou a perna dentro do viveiro de aclimatação e não foi solta e um macho do Grupo 2, J13, foi recapturado no mesmo dia da soltura por evidenciar um estresse aparente após a soltura. No período que a ave estava solta, não realizou comportamento de forrageio e não exibiu nenhuma resistência na recaptura. Por outro lado, Uma das quatro aves do Grupo 3, a fêmea J24, transferidas para REGUA foi predada ainda no viveiro de ambientação. Um pequeno roedor acessou o interior do viveiro por meio de uma falha na tela em uma junção com a raiz de uma árvore, quatro dias após a transferência.

4.4 Monitoramento

Das 21 jacutingas soltas, apenas duas aves sofreram mortalidade precoce (i.e. 5-6 dias após a soltura) (**Tabela 12**) e 35 semanas após a soltura, 57% (n = 12) morreram, 28,6% (n = 6) estão sendo monitoradas e 14,3% (n = 3) estão desaparecidas. Das 13 aves reintroduzidas na área do viveiro, 46,1% (n = 6) estão vivas e 53,8% (n = 7) estão mortas. Do total de aves reintroduzidas no PESH (n = 6), 50% estão mortas e 50% desaparecidas. Na REGUA, das três aves reintroduzidas,

duas jacutingas foram predadas e uma foi recapturada após a predação dos demais indivíduos.

Do total de aves mortas ($n = 12$), uma morreu de estresse após uma forte chuva e 11 foram predadas. Dentre as aves predadas, cinco exibiram deficiências comportamentais, como baixa habilidade de voo ($n = 1$), desorientação ($n = 3$) e ausência de motivação ($n = 1$), o que facilitou a morte destes indivíduos por predação. Não foi registrada nenhuma morte por inanição ou doença. Após a soltura, todos os grupos foram desfeitos, apenas as jacutingas irmãs soltas na REGUA, J21 e J22, se reencontraram na natureza e permaneceram juntas.

Tabela 12. Monitoramento das Jacutingas após a soltura. Local de Soltura: Parque Estadual da Serra do Mar, Caraguatatuba, SP; SFX- distrito de São Francisco Xavier, SP; REGUA- Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, RJ. Viveiro - Data da saída do viveiro; Tempo de monitoramento em semanas; Situação da ave pós soltura.

Aves	Local	Viveiro	Monitoramento	Situação
J12	PESM	29/06/2017	14	Predação
J14	PESM	05/06/2017	35	Predação
J15	PESM	28/06/2017	1	Desaparecida
J16	SFX	26/07/2017	113	Viva
J17	PESM	05/06/2017	16	Desaparecida
J18	SFX	01/08/2017	1	Predação
J21	REGUA	14/08/2018	3	Predação
J22	REGUA	14/08/2018	5	*Recapturada
J23	PESM	09/05/2018	72	Desaparecida
J26	SFX	25/04/2018	27	Viva
J28	PESM	25/04/2018	4	Predação
J29	REGUA	14/08/2018	5	Predação
J30	SFX	01/08/2019	8	Predação
J32	SFX	31/07/2019	8	Viva
J33	SFX	01/08/2019	5	Predação
J34	SFX	31/07/2019	8	Predação
J35	SFX	31/07/2019	6	Predação
J36	SFX	01/08/2019	1	Estresse
J37	SFX	31/07/2019	4	Predação
J38	SFX	31/07/2019	8	Viva
J39	SFX	31/07/2019	8	Viva
J40	SFX	31/07/2019	8	Viva

*Recapturada após a morte dos outros indivíduos do grupo

Duas jacutingas J30 e J29 após a soltura apresentaram deficiência de orientação. A jacutinga J30 foi registrada algumas vezes no estrato emergente e em

outras no solo da floresta. Quando esta era avistada no solo, os observadores a espantavam com folha seca de juçara (*E. edulis*) para que a mesma voasse para o estrato superior. Em alguns momentos parecia desorientada e perdida. Essa ave foi aparentemente predada por uma irara *Eira barbara* (Linnaeus, 1758) e encontrada no chão da floresta a aproximadamente 100 m do viveiro 54 dias após a soltura. A jacutinga J29 foi registrada a cerca de 06 km do viveiro, dentro de uma floresta. Esta ave foi frequentemente observada se deslocando pelo sub-bosque e chão da floresta e comendo frutos de pequenos arbustos de *Psychotria* sp. Esta ave foi predada por um predador não identificado e encontrada no chão da floresta 34 dias após a soltura.

Durante o monitoramento dos três grupos foi registrado o consumo de diferentes itens alimentares disponíveis na natureza, incluindo: i) Frutos – Cajarana (*Cabralea canjerana*), Araçá de macaco *Psychotria suterella* Müll.Arg. (Rubiaceae), Pindaíba-preta *Guatteria nigriscens* Mart. (Annonaceae), Boleiro *Alchornea sidifolia* Müll.Arg. Euphorbiaceae, Boleiro ou Tapi *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Euphorbiaceae, Araçá (*Psidium* sp), Embaúba prateada *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae) e Virola *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb. e coquinhos de palmito juçara *E. edulis*; ii) Flor: Chuva-de-ouro *Cassia ferrugínea* (Schrad) Schrad ex DC (Casealpinaceae).

5. Discussão

As técnicas utilizadas na fase pré-soltura das jacutingas foram efetivas para atingir em parte os objetivos do presente estudo. Os parâmetros comportamentais avaliados durante o período de aclimação – uso do estrato vertical, condição física (qualidade do voo e peso), sociabilidade e aceitação de novos itens alimentares – são essenciais para que as jacutingas nascidas em cativeiro se adaptem mais facilmente ao ambiente natural e, em longo prazo, constituam uma população viável e autossustentável.

5.1 Período de Aclimação

Bernardo et al. (2011) recomendaram um período ideal de no mínimo 47 dias de aclimação para mutuns do sudeste (*Crax blumenbachii* Spix, 1825 – Cracidae). Mesmo com o longo período de aclimação das jacutingas no viveiro de reabilitação neste estudo, houve baixo número de mortes. O tempo de aclimação na área de

soltura influencia positivamente a sobrevivência dos indivíduos após a soltura (Bernardo et al., 2011; Homberger, 2014; Liu et al., 2016). Este benefício do período de aclimatação é devido à diminuição dos níveis de estresse decorrente da transferência e das chances de dispersão em um curto tempo para fora da área de soltura e ao aumento das chances de seleção de habitats típicos de populações selvagens.

Buscou-se realizar as avaliações comportamentais dos grupos de jacutingas fora do período reprodutivo, no qual há mudanças do padrão comportamental das aves, com maior exibição de comportamentos reprodutivos, podendo comprometer a resposta das aves aos testes e avaliações. Por outro lado, a aclimatação durante o período reprodutivo pode favorecer a formação de pares reprodutivos ainda no viveiro de aclimatação, aumentando assim as chances de reprodução após a soltura.

5.2 Sociabilidade

Na natureza, as jacutingas podem ser observadas isoladas ou em pequenos grupos (Rubim e Bernardo, 2008; Bernardo et al., 2011d). No sudeste do Brasil, essas aves podem ser observadas solitárias geralmente de junho a novembro (Del Hoyo et al., 2014). Paccagnella et al. (1994) observaram mais frequentemente grupos formados por duas jacutingas seguidos por registros solitários. Segundo estes autores, grupos formados por quatro indivíduos também são comumente observados, sendo na maioria das vezes composto por dois adultos e dois imaturos; esses grupos familiares, compostos por um a três imaturos, foram encontrados de maio a dezembro.

No presente estudo, a coesão não foi muito grande entre os grupos de jacutingas avaliados durante o período de aclimatação. Além disso, os subgrupos formados, em geral, não permaneceram unidos após a soltura. Todavia, após o período de exploração do novo ambiente (geralmente é realizada por indivíduos solitários) pode acontecer um reencontro entre os pares formados no cativeiro como registrado por Pratolongo (2004) após a soltura de jacu-da-asa-branca (*Penelope albipennis* Taczanowski, 1877 (Cracidae) em Lambayeque, Perú.

Contudo, a sociabilidade das jacutingas não pareceu ser um parâmetro determinante para seleção e soltura de grupos de aves. Entretanto, este parâmetro pode auxiliar na determinação de grupos de soltura, caso a soltura seja realizada em

mais de uma área, principalmente se as observações forem realizadas durante o período reprodutivo, pois aumenta as chances de formação de pares reprodutivos.

5.3 Condição Física

A alocação de aves em recintos de tamanho adequado não é garantia que irão exercitar a musculatura relacionada ao voo e desenvolver a habilidade de voo (Pedroso 2013). Na natureza, as aves têm outros estímulos que motivam a mobilidade destas, tais como necessidade de busca por alimentos, fuga de predadores, entre outros. No cativeiro, estes estímulos são ausentes ou em baixa intensidade, o que favorece um modo de vida sedentário.

As jacutingas se deslocaram mais entre poleiros próximos uns dos outros no estrato superior e que tinham ligações aos comedouros. Os voos curtos não favorecem o desenvolvimento da habilidade de voo devido a curta distância entre os pontos de saída e de chegada. Diferentemente dos voos médios e longos, sendo estes menos frequentemente observados. Em reintroduções de animais arbóreos, os indivíduos provenientes de cativeiro podem necessitar de maior experiência em locomoção comparado a animais terrestres (Kleiman 1989). Portanto, no caso das jacutingas, são recomendados treinamentos rigorosos de voo durante o período de aclimação.

Collazo et al. (2003) ao compararem a mortalidade precoce em dois anos (1997 e 1998) de soltura de papagaios-de-hispaniola (*Amazona ventralis*), observaram uma diminuição da mortalidade precoce no segundo ano. Os autores atribuíram esse resultado positivo ao aumento da mobilidade dos animais em cativeiro, consequência da aplicação de uma rotina de treinamento de voo mais rigorosa no protocolo de treinamento do segundo ano.

Por outro lado, o ganho de peso pode ser importante para aumentar as chances de sobrevivência de animais reintroduzidos, em especial daqueles provenientes de cativeiro, diminuindo o estresse pós-soltura (Wanless et al. 2002) decorrente da dificuldade de buscar seu alimento no ambiente natural, por exemplo. A maioria das jacutingas ganhou peso durante o período de aclimação. Esse resultado evidencia que o tempo que as jacutingas permaneceram no viveiro não foi estressante para elas. Desse modo, recomenda-se a aclimação de jacutingas provenientes de cativeiro candidatas à soltura.

5.4 Uso do Estrato

O viveiro de reabilitação conseguiu atingir o objetivo de se aproximar do ambiente natural das jacutingas, eliciando o comportamento do uso do estrato superior pela maioria das aves candidatas a soltura. Além disso, a inserção do treinamento de evitação do chão no Grupo 4 contribuiu para o maior utilização do estrato superior por este grupo. Por esses motivos, recomendamos a preparação do recinto para que as aves permaneçam mais tempo no estrato superior e também a utilização de técnicas de manejo para evitar que as aves permaneçam nos estratos inferiores e intermediários.

Vale ressaltar que, apesar da maioria das jacutingas utilizarem predominantemente o estrato superior do viveiro, isto não está relacionado diretamente a uma boa habilidade de voo. Por este motivo, estes dois parâmetros não devem ser confundidos.

5.5 Aceitação de Novos Itens Alimentares

A oferta de itens alimentares, além de possibilitar que as jacutingas exibissem comportamentos naturais de forrageio, permitiu que estas aves identificassem ao menos em parte itens alimentares e o modo como estes estariam disponíveis nas áreas de soltura. Por estes motivos, estes tipos de treinamentos aumentam as chances de sobrevivência após a soltura dos animais (Kleiman 1989, Beck et al., 1991, Snyder 1994).

As jacutingas, em geral, aceitaram novos itens alimentares que foram coletados no entorno da área de soltura. Isso pode ser devido à dieta diversificada oferecida durante o período no criadouro, que incluía diferentes frutos, verduras, legumes e ração (**Material Suplementar 2**). Dentre os itens preferidos das jacutingas candidatas a soltura está o coquinho juçara, um dos 41 itens listado para a espécie no ambiente selvagem (Galetti et al., 1997).

A palmeira juçara está ameaçada devido, principalmente, à extração ilegal do meristema apical (palmito), levando à morte do indivíduo (Chediack e Baqueiro, 2005). Em áreas de sobreposição de jacutinga e do palmito juçara em período de frutificação, seus coquinhos são a principal fonte de alimentos das jacutingas. Sick

(2001) relata a migração altitudinal de jacutingas seguindo a frutificação do palmito juçara no estado de São Paulo.

Os treinamentos alimentares realizados no presente estudo foram interpretados como bem sucedidos porque possibilitou que estas aves identificassem ao menos em parte itens alimentares disponíveis nas áreas de soltura como observado no presente trabalho.

5.6 Monitoramento

A locomoção pode ser um fator importante na sobrevivência dos indivíduos em vida livre. O uso predominante do estrato inferior pelas jacutingas aumenta os riscos de predação por predadores terrestres como registrado no presente estudo. Beck et al. (1991) relataram a morte de micos-leões dourados *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766) (Callithricidae) da primeira reintrodução devido a, dentre outros fatores, deficiência na locomoção.

Outros aspectos do comportamento como o estresse devem ser considerados durante o período de aclimação e após a soltura. Indivíduos que evidenciam altos níveis de estresse comparado a outros, durante a transferência e manejos, devem ser monitorados com mais atenção e, caso apresentem desorientação e ausência de motivação, devem ser rapidamente recapturados, pois podem apresentar baixas chances de sobrevivência em vida livre. A recaptura deve ser realizada principalmente se os animais são provenientes de cativeiro que já podem apresentar baixa imunidade devido aos procedimentos aos quais são submetidos (Mathews et al., 2006; Teixeira et al., 2007) e ao endocruzamento (Ebenhard, 1995; Caughley & Gunn, 1996). Estas aves podem ser destinadas a planteis ou mesmo utilizadas em atividades de educação ambiental.

6. Referências

- AALTONEN, K.; BRYANT, A. A.; HOSTETLER, J. A.; OLI, M. K. (2009). Reintroducing endangered Vancouver Island marmots: survival and cause-specific mortality rates of captive-born versus wild-born individuals. *Biological Conservation*, 142(10), 2181-2190.
- ABELL, J., KIRZINGER, M. W. B., GORDON, Y., KIRK, J., KOKES, R., KIRSTY, L., MAN-DINYENYA, B., YOULDON, D. A Social Network Analysis of Social Cohesion in a Constructed Pride: Implications for Ex Situ Reintroduction of the African Lion (*Panthera leo*). *Plos One*, v. 8,(12):1-11, 2013.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 48:227-267, 1974.
- PRATOLONGO, P.F. 2004: Dispersion, supervivencia y reproducción de la pava aliblanca *Penelope albipennis* Taczanowski 1877 (Cracidae) reintroducida a su habitat natural en Peru. *Ecologia Aplicada* 3(1-2) 112-117.
- AZEVEDO, C. S.; YOUNG, R. J. (2006). Behavioural responses of captive-born greater rheas *Rhea americana* Linnaeus (Rheiformes, Rheidae) submitted to antipredator training. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23(1): 186-193.
- BAUDER, J.M.; BREININGER, D.R.; BOLT, M.R.; LEGARE, M.L.; JENKINS, C.L.; ROTH-ERMEL, B.B.; MCGARIGAL, K. The Influence of Sex and Season on Conspecific Spatial Over-lap in a Large, Actively-Foraging Colubrid Snake. *PLoS ONE* 11(8): e0160033. doi:10.1371/journal.pone.0160033, 2016.
- BERNARDO, C. S. S.; CRESSWELL, B.; LLOYD H.; AZEREDO R.; SIMPSON J . Selection of radio transmitter and attachment method for post-release monitoring of captivebred reintroduced red-billed curassow *Crax blumenbachii*, Brazil. *European Journal of Wildlife Research*, 57, 689–694, 2011a.
- BERNARDO C. S. S.; LLOYD, H.; OLMOS, F.; CANCIAN, L. F.; GALETTI, M. (2011c). Using post-release monitoring data to optimize avian reintroduction programs: a 2-year case study from the Brazilian Atlantic Rainforest. *Animal Conservation*, 14, 676–686.
- BERNARDO, C. S. S., LLOYD, H., BAYLY, N. AND GALETTI, M. Modelling post-release survival of reintroduced Red-billed Curassows *Crax blumenbachii*. *Ibis* 153: 562–572, 2011.

- BERNARDO, C. S. S.; RUBIM, P.; BUENO, R. S.; BEGOTTI, R. A.; MEIRELLES, F.; DON-ATTI, C. I.; DENZIN, C.; STEFFLER, C. E.; MARQUES, R. M.; BOVENDORP, R. S.; GOBBO, S. K.; GALETTI, M. (2011d). Density Estimates of the Black-Fronted Piping Guan in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Wilson Journal of Ornithology*, 123, 690-698.
- BERNARDO, C. S. S.; LOCKE, N. (2014). Reintroduction of red-billed curassow *Crax blumenbachii* to Guapiaçu Ecological Reserve, Brazil. *Conservation Evidence*, 11, 7.
- BRIGHTSMITH, D.; HILBURN, J.; DEL CAMPO, A.; BOYD, J.; FRISIUS, M.; FRISIUS, R.; GUILLEN, F. (2005). The use of hand-raised psittacines for reintroduction: a case study of scarlet macaws (*Ara macao*) in Peru and Costa Rica. *Biological Conservation*, 121(3), 465-472.
- BLOCK, W. M., AND L. A. BRENNAN. The habitat concept in ornithology: Theory and applications. *Current Ornithology* 11:35–91, 1993.
- BLUMSTEIN, D.T.; FERNÁNDEZ-JURICIC, E. A primer conservation behavior. Sunderland: Sinauer Associates. 2010, 224 pp.
- BOON, A. K., RÉALE, D., BOUTIN, S. Personality, habitat use, and their consequences for survival in North American red squirrels *Tamiasciurus hudsonicus*. *Oikos*, v. 117, n. 9, p. 1321-1328, 2008.
- BRIGHT, P. W.; MORRIS, P. A. (1994). Animal Translocation for Conservation: Performance of Dormice in Relation to Release Methods, Origin and Season. *The Journal of Applied Ecology*, 31(4), 699-708.
- BURT, W. H. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy* 24.3: 346-352, 1943.
- CAIRNS, S.J., SCHWAGER, S.J. 1987. A comparison of association indexes. *Animal Behaviour*, 35, 1454–1469.
- CASTRO, M. I., BECK, B. B., KLEIMAN, D. G., RUIZ-MIRANDA, C. R. & ROSENBERGER, A. L. 1998. Environmental enrichment in a reintroduction program for golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). In: *Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals* (Ed. by D. J. Shepherdson, J. D. Mellen & M. Hutchins), pp. 113e128. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press

- CAUGHLEY, G. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology* 63:215–244, 1994.
- COLLAR, N. J., GONZAGA, L. P., KRABBE, N. , MADROFIO-NIETO, A., NARANJO, L. G., PARKER, T. A. AND WEGE, D. C. (1992) Threatened birds of the Americas. ICBP, Cambridge.
- COLLAZO, J. A. et al. Survival of captive reared Hispaniolan parrots released in Parque Nacional del Este, Dominican Republic. **The Condor**, v.105, n. 2, p. 198-207, 2003.
- CUSATO, M. B.; MORROW, M. E. Fear in the captive-bred Attwater's prairie chicken as an in-dicator of postrelease survivor. *International Journal of Comparative Psychology* 16:95–110, 2003.
- DEL HOYO J.; KIRWAN G. M.; SHARPE C. J. 2014. Black-fronted Piping-guan (*Pipile jacutinga*). In: DEL HOYO, J.; ELLIOTT, A.; SARGATAL, J.; CHRISTIE, D. A.; DE JUANA, E. (Eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona, 1-5.
- EBENHARD, T. 1995. Conservation breeding as a tool for saving animal species from extinction. *Trends in Ecology & Evolution* 10: 438-443.
- FARINE, D. R., WHITEHEAD, H. 2015. Constructing, conducting and interpreting animal social network analysis. *Journal of Animal Ecology*, 84(5), 1144-1163.
- FRIEDEMANN, G., LESHEM, Y., KEREM, L., SHACHAM, B., BAR-MASSADA, A., MCCLAIN, K. M., BOHRER, G.; IZHAKI, I. Multidimensional differentiation in foraging re-source use during breeding of two sympatric top predators. *Scientific reports*, v. 6, 2016.
- GALETTI, M.; MARTUSCELLI, P.; OLMOS, F.; ALEIXO, A. (1997). Ecology and conservation of the Jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic Forest of Brazil. *Biology Conservation*, 82, 31-39.
- GRAU, E. T.; PEREIRA, S. L.; SILVEIRA, L. F.; HÖFLING, E.; WAJNTAL, A. Molecular phy-logenetics and biogeography of Neotropical piping guans (Aves: Galliformes): *Pipile* Bonaparte, 1856 is synonym of *Aburria* Reichenbach, 1853. *Molecular phylogenetics and evolution* 35.3: 637-645, 2005.
- GOSLING, S. D. From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychological Bulletin*. v. 127, n. 1, p. 45, 2001.

- GRIFFIN, A. S.; BLUMSTEIN, D. T., EVANS, C. S. Training captive-bred or translocated animals to avoid predators. *Conservation Biology*, v14, (5): 1317-1326, 2000.
- GRIFFIN, A. S.; EVANS, C. S.; BLUMSTEIN, D. T. Learning specificity in acquired predator recognition. *Animal Behaviour*, 62, 577–589, 2001.
- GRIFFIN, A. S. (2003). Training tammar wallabies (*Macropus eugenii*) to respond to predators: a review linking experimental psychology to conservation. *International Journal of Comparative Psychology*, 16(2).
- HALL, L. S.; KRAUSMAN, P. R.; MORRISON, M. L. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 173-182, 1997.
- HÅKANSSON, J., JENSEN, P. Behavioural and morphological variation between captive populations of red junglefowl (*Gallus gallus*) – possible implications for conservation. *Biological Conservation*, 122:431-439, 2005.
- HÅKANSSON, J., JENSEN, P. Behavioural differences between two captive populations of red jungle fowl (*Gallus gallus*) with different genetic background, raised under identical conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 102, p. 24–38, 2007.
- HAYES, F. E.; SHAMEERUDEEN, C. L.; SANASIE, B.; HAYES, B. D.; RAMJOHN, C. L.; LUCAS, F. B. (2009). Ecology and behaviour of the critically endangered Trinidad piping-guan *Aburria pipile*. *Endanger. Species Res.* 6(3): 223-229.
- IUCN Diretrizes Para Reintroduções e outras Translocações para fins de Conservação. Tradução em português versão 1.0. União Internacional para Conservação da Natureza, IUCN 2014. Versão original disponível em: www.iucnsscrg.org
- JONES, J. Habitat selection studies in avian ecology: a critical review. *The auk* 118.2: 557-562, 2001.
- JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R.. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São Paulo, Brasil, 411-436, 2006.
- KENWARD, R. E. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, 2000.
- KLEIMAN, D. G. Reintroduction of captive mammals for conservation. *Bioscience*, v. 39, n. 3, p. 152-61, 1989.

- LOPES, P. *Aburria jacutinga* (Spix, 1825) Galliformes, Cracidae. In: Bressan, P. M.; Kierulff, M. C. M.; Sugieda, A. M. Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados. Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2009.
- McLEAN, I. G.; HOLZER, C.; STRUDHOLME, B. J. S. Teaching predator-recognition to a naive bird: implications for management. *Biological Conservation* 87, p. 123–130, 1999.
- PEREIRA, S. L.; D. M. BROOKS. Conservando os cracídeos: a família de aves mais ameaçada das Américas. Houston: Miscellaneous Publications of The Houston Museum of Natural Science, 2006.
- POWELL, R. A. Animal home ranges and territories and home range estimators. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences* 1: 476, 2000.
- RIVERA, D. Uso de etograma na conservação de jacutingas – *Aburria jacutinga* (Spix, 1825) (Galliformes:Cracidae): comportamento antipredatório e avaliação de dieta como subsidio para a criação e soltura. Dissertação -Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna Universidade Federal de São Carlos (Ufscar), São Carlos, SP, 2016.
- RUBIM, P., BERNARDO, C. S. S. Distribution and status of Jacutinga (*Aburria jacutinga*) at Estação Ecológica Juréia-Itatins, Atlantic rainforest, Brazil. *Bulletin of the Cracid Specialist Group*, 25, 18-23, 2008.
- SICK, H. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira (Ed.), Rio de Janeiro, 862p, 2001.
- TEIXEIRA, C; AZEVEDO, C; MENDEL, M; CIPRESTE, C., YOUNG, R. 2006. Revisiting translocation and reintroduction programmes: the importance of considering stress. *Animal Behaviour* 73: 1-13.
- WALLACE, M. P. Retained natural behaviour in captivity for reintroduction programs. In: Gosling, L. M.; Sutherland, W. J. (eds) *Behaviour and Conservation*. p. 300-314, 2000.
- WANLESS, R. M., CUNNINGHAM, J., HOCKEY, P. A., WANLESS, J., WHITE, R. W., WISEMAN, R. The success of a soft-release reintroduction of the flightless Aldabra rail (*Dryolimnas [cuvieri] aldabranus*) on Aldabra Atoll, Seychelles. *Biological Conservation*, 107(2), 203-210, 2002.

WHITEHEAD, H. SOCPROG programs: analyzing animal social structure. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 63: 765 -778. 2009.

Material Suplementar 1. Identificação das jacutingas *Aburria jacutinga* que foram avaliadas para soltura no Projeto Jacutinga. Em negrito os indivíduos irmãos do grupo.

Grupo	ID	Apelido	Sexo	Idade ¹ (meses)	Parentesco (irmão)	Criadouro**
2	J12	VerdeE	F	51 ¹		1
	J13	Pantera ²	M	36	J01; J03; J04; J05; J08; J09; J16; J17; J20; J31; J35; J36; J41	1
	J14	Brasileirinha	F	16		1
	J15	Uruguaio	M	172		1
	J16	Mangueirense	F	24	J01, J03, J04, J05, J08, J09, J13, J17, J20, J31, J35, J36, J41	1
	J17	Hiper	M	27	J01, J03, J04, J05, J08, J09; J13; J16; J20, J31, J35, J36, J41	1
	J18	Mocinha	F	24		1
	J19	Chapeco	M	40	J06, J07, J30, J37	1
	J20	Abelhinha ³	F	60	J01, J03, J04, J05, J08, J09, J13, J16, J17, J31, J35, J36, J41	1
	3	J21	Lily	F	10	J22
J22		Tathy	F	10	J21	3
J23		Mimi	F	140	J24, J25, J26, J27, J28	2
J24		Carmem ³	F	22	J23, J25, J26, J27, J28	2
J25		Tiê	F	140	J23, J24, J26, J27, J28	2
J26		Mac	F	22	J23, J24, J25, J27, J28	2
J27		Band ³	M	82	J23, J24, J25, J26, J28	2
J28		Tingo	M	93	J23, J24, J25, J26, J27	2
J29		Coffee	M	11		3
J30		Onix	M	27	J06, J07, J19, J37	1
4	J31	Rúbi	F	16	J01, J03, J04, J05, J08, J09, J13, J16, J17, J20, J35, J36, J41	1
	J32	Amora	F	15		1
	J33	Uva	F	14	J34	1
	J34	Juçara	F	14	J33	1
	J35	Pitaya	F	132	J01, J03, J04, J05, J08, J09, J13, J16, J17, J20, J31, J36, J41	1
	J36	Kiwi	M	40	J01, J03, J04, J05, J08, J09, J13, J16, J17, J20, J31, J35, J41	1
	J37	Horácio	M	111	J06, J07, J19, J30	1
	J38	Ouro	M	36		1
	J39	Saci	M	38		4
	J40	Pluto	M	38		4
J41	Sansão	M	111	J01, J03, J04, J05, J08, J09, J13, J16, J17, J20, J31, J35, J36	1	
J42	Jatai	M	64		1	

* jacutingas do Grupo 1 não foram incluídas nas análises do presente estudo.

**Criadouros: 1-CESP Paraibuna, 2-Parque das Aves, 3-COMFAUNA, 4-Zoológico de São Paulo.

¹ idade no momento da transferência ao viveiro. ²Ave recapturada um dia após a soltura

³ Aves que morreram durante o período de aclimação/ambientação

Material Suplementar 2. Histórico dos criadouros das jacutingas obtidas para projeto de reintrodução.

Criadouros	Histórico
Criatório 1	20 aves adultas (10 fêmeas e 10 machos); todas criadas artificialmente; as aves foram alocadas em 3 recintos, os quais permitiam contato visual e auditivo; mantidos fora de exposição; não se reproduziram, apenas 01 fêmea do grupo 1 pôs ovos não galados; tamanho do viveiro 15m X 7mX 4,5m; alimentação diversificada (misturada-batida no liquidificador) ração, frutas, verduras; comedouro posicionado no chão;
Criatório 2	06 aves adultas (04 fêmeas e 02 machos); 04 aves criadas artificialmente e 02 pelos pais (J24 e j23); foram mantidos nos mesmos recintos em períodos variáveis; todas as aves permaneceram em períodos de tempo variáveis em recinto de exposição; os cinco recintos variavam de 25 m ² a 600m ² ; não reproduziram; alimentação diversificada: ração, frutas e verduras; a posição dos comedouros variou entre os recintos, sendo encontrado no chão, a 30 e 85 cm do solo.
Criatório 3	03 aves jovens (02 fêmeas e 01 macho); criadas artificialmente; primeiros 90 dias foram mantidas separadas posteriormente o grupo foi mantido no mesmo recinto até a transferência para o viveiro de aclimação; tamanho do recinto aprox. 35 m ² (5m x 7m) com 2,3 m de altura; mantidos fora de exposição; não reproduziram; alimentação diversificada: ração, frutas e verduras; comedouro a 20 cm do solo;
Criatório 4	02 aves adultas (02 machos); criadas artificialmente; quando filhotes foram mantidos com outras aves (Galliformes); o recinto permitia contato visual e auditivo; mantidos fora de exposição; tamanho do recinto 1,85m e área total de 9,4m ² ; não reproduziram; alimentação diversificada, incluindo ração, frutas, insetos, catalonia milho seco e ovo cozido; comedouro no chão.

Material Suplementar 3 Informações sobre as 30 jacutingas estudadas, número de registros para cada indivíduo e número de amostras considerados no período de amostragem a cada 30 min para análise no programa SOCPROG.

Grupo	ID	Apelido	Sexo	Idade	Nº de associações
2	J12	Verde	f	51	55
2	J13	Pantera	m	36	35
2	J14	Brasileirinha	f	16	42
2	J15	Uruguaio	m	172	60
2	J16	Mangueirense	f	24	33
2	J17	Hiper	m	27	13
2	J18	Mocinha	f	40	41
2	J19	Chapecó	m	10	20
3	J21	Lily	f	10	132
3	J22	Tathy	f	140	132
3	J23	Mimi	f	22	23
3	J24	Carmem	f	82	8
3	J25	Tiê	f	93	18
3	J26	Mac	f	22	26
3	J27	Bandeira	m	82	31
3	J28	Tingo	m	93	10
3	J29	Coffee	m	11	12
4	J30	Onix	m	27	77
4	J31	Rubi	f	16	33
4	J32	Amora	f	15	5
4	J33	Uva	f	14	33
4	J34	Juçara	f	14	86
4	J35	Pitaya	f	132	22
4	J36	Kiwi	m	40	24
4	J37	Horácio	m	111	12
4	J38	Ouro	m	36	3
4	J39	Saci	m	38	4
4	J40	Pluto	m	38	2
4	J41	Sansão	m	111	8
4	J42	Jataí	m	64	21

Material Suplementar 4. Valores de índice de associação (IA) (*Simple ratio*) para cada grupo de jacutingas avaliadas no viveiro de reabilitação durante a fase pré-soltura.

Grupo	ID	IA Média	Máximo (Assoc)	Aves (max)	Mínimo (Assoc)	Aves (min)
2	J12	0.13	0.33	J15	0.05	J17
	J13	0.13	0.19	J15	0.00	J17
	J14	0.12	0.20	J16	0.04	J17
	J15	0.16	0.33	J12	0.07	J17
	J16	0.10	0.20	J14	0.00	J19
	J17	0.04	0.08	J16	0.00	J13
	J18	0.11	0.20	J15	0.02	J17
	J19	0.07	0.17	J13	0.00	J16
	3	J21	0.13	0.96	J22	0.00
J22		0.13	0.96	J21	0.00	J23, J27, J28
J23		0.14	0.60	J27	0.00	J22, J29
J24		0.06	0.18	J23	0.00	J25, J28
J25		0.07	0.18	J29	0.00	J24
J26		0.12	0.27	J27	0.01	J21, J22
J27		0.15	0.60	J23	0.00	J21, J22, J29
J28		0.05	0.14	J26	0.00	J21, J22, J24, J29
J29		0.05	0.18	J25	0.00	J23, J27, J28
4	J30	0.08	0.71	J34	0.00	J31, J32, J33, J37, J38, J39, J40
	J31	0.08	0.69	J33	0.00	J30, J32, J39, J40, J42
	J32	0.01	0.08	J35	0.00	J30, J31, J33, J36, J37, J38, J39, J40, J41, J42
	J33	0.08	0.69	J31	0.00	J30, J32, J37, J39, J40, J42
	J34	0.09	0.71	J30	0.00	J37, J38, J39, J40
	J35	0.06	0.20	J37	0.00	J38, J40, J41
	J36	0.05	0.15	J30	0.00	J32, J38, J39
	J37	0.03	0.20	J35	0.00	J30, J32, J33, J34, J38, J39, J40, J41
	J38	0.01	0.08	J31	0.00	J30, J32, J34, J35, J36, J37, J39, J40, J41, J42
	J39	0.01	0.09	J42	0.00	J30, J31, J32, J33, J34, J36, J37, J38, J40, J41
	J40	0.01	0.10	J36	0.00	J30, J31, J32, J33, J34, J35, J37, J38, J39, J41, J42
	J41	0.02	0.08	J36	0.00	J32, J35, J37, J38, J39, J40, J42
	J42	0.04	0.18	J35	0.00	J31, J32, J33, J38, J40, J41
	Grupos	Média (Assoc)		Média (máx)	Média (mín)	
2	0.11(0.04)		0.21(0.08)	0.00(0.00)		
3	0.10(0.04)		0.45(0.34)	0.00(0.00)		
4	0.05(0.03)		0.30(0.28)	0.00(0.00)		

Material Suplementar 5 Resultados das Análises de Coordenadas Principais a partir dos dados da matriz dos índices de associação das jacutingas avaliadas durante o período de aclimatação.

Grupo	Coordenada Principal	% Explicado	Cumulativo	Eigenvalue
2	1	33.54	33.54	0.581
2	2	27.12	60.66	0.470
2	3	18.44	79.10	0.320
2	4	10.94	90.04	0.190
2	5	6.17	96.21	0.107
2	6	4.97	101.18	0.086
2	7	-0.00	101.18	-0.000
2	8	-1.18	100.00	-0.020
3	1	44.31	44.31	1.156
3	2	24.85	69.16	0.648
3	3	20.25	89.41	0.528
3	4	9.68	99.09	0.252
3	5	3.84	102.93	0.100
3	6	1.48	104.40	0.039
3	7	0.00	104.40	0.000
3	8	-1.49	102.91	-0.039
3	9	-2.91	100.00	-0.076
4	1	23.11	23.11	1.113
4	2	19.65	42.76	0.946
4	3	14.55	57.31	0.700
4	4	13.67	70.98	0.658
4	5	11.73	82.71	0.565
4	6	9.34	92.05	0.450
4	7	6.06	98.11	0.292
4	8	3.49	101.61	0.168
4	9	2.09	103.70	0.101
4	10	0.63	104.33	0.030
4	11	-0.00	104.33	-0.000
4	12	-1.42	102.91	-0.060
4	13	-2.91	100.00	-0.140

Material Suplementar 9. Itens alimentares oferecidos aos grupos de jacutingas avaliados durante a fase pré-soltura no viveiro de reabilitação.

Frutos	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Rubiaceae			
<i>Psychotria</i> sp	X		X
Melastomataceae			
<i>Miconia</i> sp	X		X
Arecaceae			
Juçara (<i>Euterpe edulis</i>)	X	X	X
Moraceae			
Fruto do sabiá (<i>Acnistus arborescens</i>)		X	
Myrtaceae			
Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)			X
Araçá (<i>Psidium</i> sp)	X		
Jambolão (<i>Syzygium cumini</i>)		X	
Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>)		X	
Rhamnaceae			
Uva japonesa (<i>Hovenia dulcis</i>)	X	X	X
Urticaceae			
Embaúba (<i>Cecropia</i> sp)		X	
Myristicaceae			
Virola (<i>Virola bicuhyba</i>)		X	
Moraceae			
Amora (<i>Morus</i> sp)		X	
TOTAL	05	08	05

Material Suplementar 7. Porcentagem dos comportamentos: NSI – “Não se interessou”; SIN – “Se interessou”, EX – “experimentou” e CO – “comeu” realizados pelas jacutingas durante o teste com os 12 diferentes itens alimentares.

Itens	Resposta			
	NSI	SIN	EX	CO
<i>Psychotria</i> sp	17.5	9.5	1.6	71.4
<i>Miconia</i> sp	30.1	4.8	3.2	61.9
<i>Euterpe edulis</i>	12.2	0	8.8	78.9
<i>Ficus</i> sp	14.8	3.7	0	81.5
<i>Psidium guajava</i>	48.7	5.1	0	46.1
<i>Psidium</i> sp	20.8	8.3	8.3	62.5
<i>Syzygium cumini</i>	0	3.7	0	96.3
<i>Eugenia uniflora</i>	18.5	11.1	0	70.4
<i>Hovenia dulcis</i>	7.8	1.1	5.5	85.5
<i>Cecropia</i> sp	18.5	0	7.4	74.1
<i>Virola bicuhyba</i>	0	0	3.7	96.3
<i>Morus</i> sp	25.9	0	3.7	70.4
Média	17.9	3.9	3.5	74.6
Desvio Padrão	13.3	4.0	3.4	14.4

CAPÍTULO 2

O presente capítulo foi escrito no formato de artigo para submissão segundo as normas da Revista *Biological Conservation* Qualis-Capes (Área de Biodiversidade, 2014-2016): A1

USO DO ESPAÇO POR UMA ESPÉCIE DE AVE AMEAÇADA REINTRODUZIDA NA MATA ATLÂNTICA

Livia Dias Cavalcante-Souza^{1}, Milene Alves-Eigenheer², Christine Steiner São Bernardo³, Alecsandra Tassoni⁴, Pedro Ferreira Develey⁴ & Carlos Ramón Ruiz-Miranda^{1,2}*

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Laboratório de Ciências Ambientais, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

² Fundação Mico Leão Dourado, Reserva Biológica de Poço das Antas, BR-101, 214, Silva Jardim - RJ, 28820-000

³ Campus Sinop, Universidade do Estado de Mato Grosso, Avenida dos Ingás, 3001, Jardim Imperial, CEP 78555-000, Sinop, MT, Brasil

⁴ Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil, Rua Fernão Dias, 219, casa 02, Pinheiros, CEP 05427-010 - São Paulo, SP, Brasil

*Corresponding Author: liviadias.jacutinga@gmail.com

Resumo

O monitoramento de animais reintroduzidos é imprescindível para avaliação das ações de projeto de conservação, além de possibilitar a coleta de informações da biologia de espécies cujos dados são escassos como é o caso de espécies ameaçadas. Neste estudo, o uso do espaço (áreas de vida e dispersão) por jacutingas reintroduzidas foi descrito em duas áreas de Mata Atlântica. Foi avaliada a composição da paisagem na área de vida e nuclear, assim como a influência de características individuais e da área de soltura na determinação do uso do espaço pelas jacutingas. Entre junho de 2016 e maio de 2018, 11 jacutingas foram soltas para soltura na Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (PESM) (n = 4) e da Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX), município de São José dos Campos (n = 7), no estado de São Paulo. Todas as jacutingas receberam radio transmissores do tipo mochila VHF ou UHF e o monitoramento dessas aves foi realizado diariamente, entre 06:00 h e 18:00 h, por meio de busca ativa e radio telemetria. Ao todo, 649 localizações referentes às 11 jacutingas foram registradas, sendo 548 localizações em SFX e 107 no PESH. Todos os indivíduos permaneceram próximos às áreas de soltura durante todo o período de estudo, com exceção do primeiro mês após a soltura, onde as jacutingas exploraram mais o ambiente. A média de distância do viveiro foi de 268,8 m ($\pm 363,2$), com mediana de 141,7 m. As jacutingas exibiram dependência em relação ao viveiro de aclimatação mesmo após três meses de soltura. As áreas de vida e nucleares, calculadas para oito aves, variaram bastante, com uma média de 288,6 ha ($\pm 334,6$) para as áreas de vida e 64,0 ha ($\pm 83,0$) para as áreas nucleares. A seleção de modelos indicou que a área de soltura foi o principal fator que influenciou o tamanho das áreas de vida, enquanto que o sexo foi o fator determinante no tamanho das áreas nucleares. Ambas as áreas de vida e nucleares foram compostas predominantemente por florestas. Apesar do curto período do monitoramento, este estudo evidência que as estratégias utilizadas foram bem sucedidas, pois as aves permaneceram próximas às áreas de soltura e utilizaram áreas de vida e nucleares compostas predominantemente por habitats florestais.

Palavras-Chave: Reintrodução, Soltura, Sobrevivência, Análise Espacial, Jacutinga.

Abstract

The monitoring of reintroduced animals is essential for the evaluation of conservation project actions, in addition to enabling the collection of information on the biology of species whose data is scarce, as is the case of threatened species. In this study, the use of space (home range and dispersion) by reintroduced Black-fronted piping guans was described in two areas of the Atlantic Forest. The composition of the landscape in the home range core area was evaluated, as well as the influence of individual characteristics and the release area in determining the use of space by Black-fronted piping guans. Between June 2016 and May 2018, 11 birds were released for release in the Atlantic Forest of the Serra do Mar State Park - Núcleo Caraguatatuba (PESM) ($n = 4$) and the São Francisco Xavier Environmental Protection Area (SFX), municipality of São José dos Campos ($n = 7$), in the state of São Paulo. All individuals received radio transmitters of the VHF or UHF backpack type and the monitoring of these birds was carried out daily, between 06:00 and 18:00, through active search and radio telemetry. In all, 649 locations related to the 11 Black-fronted piping guans were registered, with 548 locations in SFX and 107 in PESM. All individuals remained close to the release areas during the entire study period, except for the first month after release, where the birds explored the environment more. The average distance from the acclimation enclosure was 268.8 m (± 363.2), with a median of 141.7 m. Black-fronted piping guans showed dependence on the acclimatization enclosure even after three months of release. The home range and core area, calculated for eight birds, varied widely, with an average of 288.6 ha (± 334.6) for the home ranges and 64.0 ha (± 83.0) for the core area. The selection of models indicated that the release area was the main factor that influenced the size of the home ranges, while sex was the determining factor in the size of the core areas. Both home ranges and core areas were predominantly composed of forests. Despite the short monitoring period, this study shows that the strategies used were successful, as the birds remained close to the release areas and used home ranges and core areas composed predominantly of forest habitats.

Keywords: Reintroduction, Release, Survival, Spatial Analysis, Black-fronted piping guan.

1. Introdução

Em reintroduções de animais, o monitoramento dos indivíduos pós-soltura é imprescindível para a avaliação dos métodos e das técnicas utilizados (ex: realização de aclimatação, preparação comportamental e soltura abrupta) (Berger-Tal e Saltz, 2014). Além disso, esse monitoramento também pode contribuir para o sucesso da reintrodução por meio da coleta de informações durante processo de adaptação da população fundadora ao novo ambiente, tais como dispersão e uso do espaço (área de vida e nuclear) (van Heezik et al., 1999; Tweed et al., 2003; Pratolongo, 2004; Brightsmith et al., 2005; Bernardo et al., 2011a; Bernardo e Locke, 2014). Informações de movimentação dos indivíduos reintroduzidos podem ser utilizadas no planejamento de unidades de conservação para garantia da qualidade do habitat com todos os recursos e características que garantam a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos liberados (van Vuren, 1998).

O modo de dispersão dos animais reintroduzidos e seu estabelecimento no novo ambiente estão entre os critérios propostos para avaliação do sucesso de programas de reintrodução. A dispersão é definida como o movimento para uma área que não sobrepõe a anterior (van Vuren, 1998). Em uma revisão realizada por le Gouar et al. (2012), 14% dos estudos apontaram a dispersão (i.e. qualquer movimento envolvendo a saída temporária ou definitiva da área de soltura) ou a seleção subótima de habitat, como causa da falha do programa. Dispersões em um período curto de tempo podem ter impactos negativos nas três fases da fundação da nova população (estabelecimento, crescimento e regulação) (Sarrazin, 2007), sendo que em solturas com baixo número de indivíduos, a fase de estabelecimento da população fundadora é ainda mais sensível à dispersão (Allen e Sargeant, 1993; Clarke e Schedvin, 1997).

Entre os impactos negativos das grandes dispersões estão: i) ausência de contribuição demográfica local e, conseqüentemente, a não contribuição no *pool* genético da espécie, aumentando o risco de extinção dos indivíduos liberados; ii) ameaça ao indivíduo, se o habitat matriz que ele se dispersou ou se estabeleceu for de baixa qualidade (ex. presença de ameaça que levou à extinção prévia da espécie); iii) mortalidade ou vulnerabilidade à predação durante a dispersão, que pode aumentar proporcionalmente com a distância do local de soltura (Matthews, 2003;

Spinola et al., 2008). Por outro lado, a baixa dispersão também pode representar um problema porque os indivíduos que se mantem próximos ao viveiro podem atrair predadores (Toepfer, 1988), por meio de pistas como alta concentração de material fecal (Banks et al., 2002) ou pela presença constante (Bright e Morris, 1994). No caso de restaurar metapopulações, a baixa dispersão seria prejudicial, pois impediria o fluxo gênico entre as populações (Reed e Levine, 2005). Diante disso, a dispersão moderada é necessária para aumentar as chances de sobrevivência dos indivíduos reintroduzidos e promover o fluxo gênico da do grupo de indivíduos liberados e, caso houver, destes com populações remanescentes (Trakhtenbrot et al., 2005).

O período logo após a soltura é marcado por intensa movimentação dos animais para identificação de habitat com alta qualidade e, após essa fase exploratória, os indivíduos estabelecem sua área de vida (Pratolongo, 2004). A área de vida é caracterizada como a “área percorrida por um indivíduo em suas atividades normais de obtenção de alimento, de reprodução e de cuidado com os jovens e, saídas ocasionais fora dessa área, possivelmente de natureza exploratória, não devem ser consideradas como parte da área de vida” (Burt, 1943). As áreas mais frequentemente utilizadas dentro da área de vida são as denominadas áreas nucleares, onde geralmente são encontrados os *homesites*, refúgios e fontes de alimentos confiáveis (Samuel et al., 1985). A seleção e estabelecimento da área de vida não dependem apenas da disponibilidade de recursos, mas também das características da paisagem, da densidade populacional, das interações inter e intra-específicas, da estrutura social, da história de vida, do estágio de vida do animal e das diferenças específicas dos indivíduos (Schradin et al., 2010; Bjornlie et al., 2014; Tuqa et al., 2014).

Determinar os fatores que influenciam na seleção e no tamanho da área de vida é crucial para compreender o uso do espaço pelos animais reintroduzidos. Para aves da ordem Galliformes, a disponibilidade de alimento e água na área, assim como a estrutura social, as interações intra-específicas, os fatores individuais (sexo, idade e massa corpórea) e os comportamentos reprodutivos estão entre os principais fatores que influenciam na localização e no tamanho da área de vida (McNab, 1963; Marcström et al., 1989; Bernal e Mejía, 1995; Badyaev et al., 1996; Martinez-Morales, 1999; Santamaria & Franco, 2000; Parra et al., 2001; Jetz et al., 2004; Pratolongo, 2004; Bernardo et al., 2011a).

A jacutinga *Aburria jacutinga* Spix, 1825 (Galliformes, Cracidae) é uma ave endêmica da Mata Atlântica que atualmente está classificada como *Em Perigo* tanto no Brasil (ICMBio, 2018) como globalmente (BirdLife International, 2020). Esta ave desempenha um importante papel como dispersora de sementes (de 0,4 mm a 25 mm de diâmetro), especialmente sementes grandes, contribuindo assim para a recomposição e manutenção florestal (Galetti et al., 1997). As jacutingas, assim como outras espécies de cracídeos, apresentam grande dependência de florestas bem preservadas, com predomínio de plantas das famílias Lauraceae e Myrtaceae, variando desde florestas de baixadas até florestas altomontanas atingindo até 1850 m de altitude (Silveira et al., 2008; del Hoyo et al., 2014). Esta ave possui estreita relação com florestas próximas aos corpos d'água e é mais rara no interior da floresta (del Hoyo et al., 2014). Na natureza restam entre 1500 e 7000 indivíduos adultos (BirdLife Internacional, 2018) e uma das estratégias que estão sendo cada vez mais utilizadas para a conservação dessa ave é a reintrodução (Silveira et al., 2008).

Neste estudo, investigou-se o uso do espaço (áreas de vida e dispersão) por indivíduos de jacutinga reintroduzidos em duas áreas de Mata Atlântica. Além disso, a composição da paisagem na área de vida dessa ave foi avaliada, assim como a influência de características individuais e da área de soltura na determinação do uso do espaço pelas jacutingas.

2. Material e Métodos

2.1 Áreas de reintrodução

Duas áreas de Mata Atlântica com Floresta Ombrófila Densa bem preservada, inseridas na faixa de distribuição da *A. jacutinga* (BirdLife International, 2020), foram selecionadas para reintrodução dos indivíduos: (i) Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; 22°53'15"S, 45°56'04"O), uma região sem detecção recente da espécie (SAVE Brasil, 2015) e (ii) Parque Estadual Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (PESM; 23°35'38.57"S, 45°25'47.04"O), que possui um único registro de jacutinga em levantamentos prévios recentes (SAVE Brasil, 2010; Bernardo et al., 2011b) (**Figura 1**).

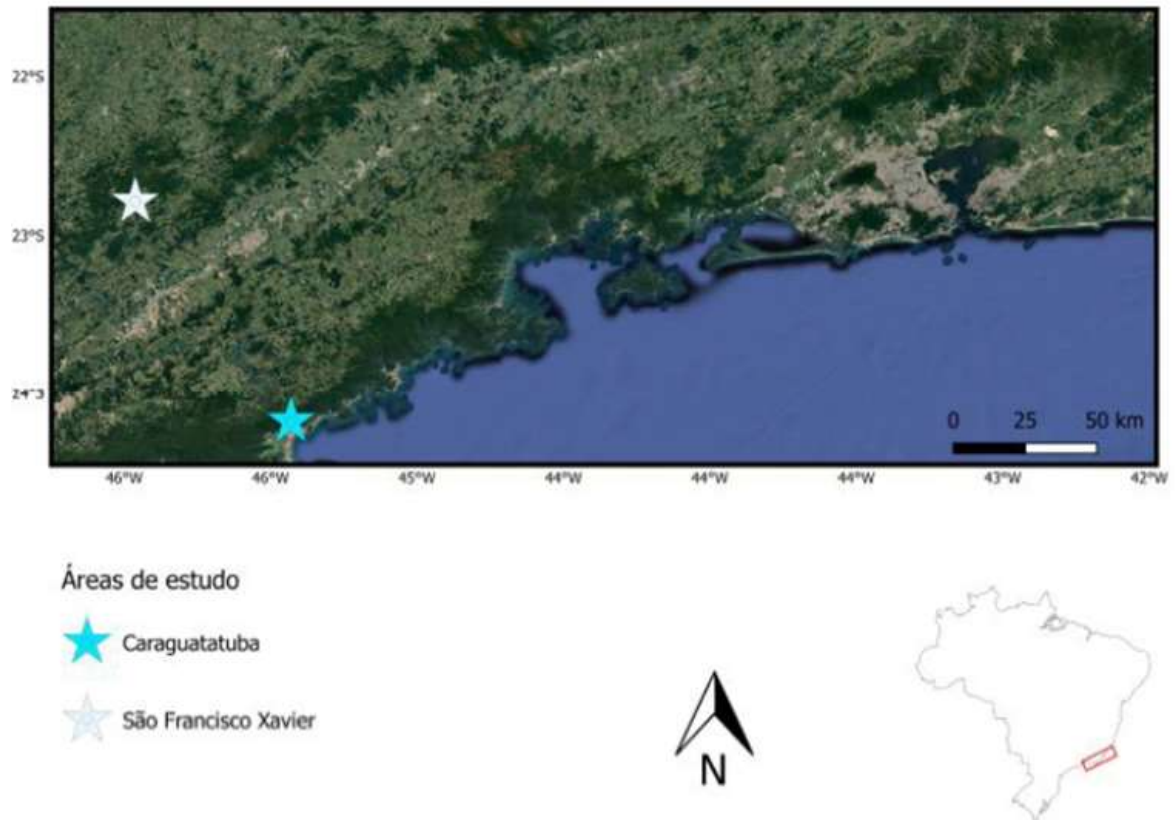


Figura 1. Áreas de soltura das jacutingas *Aburria jacutinga* em dois fragmentos de Mata Atlântica do sudeste do Brasil.

2.2 Seleção e soltura dos indivíduos

Onze jacutingas (5 machos e 6 fêmeas) com idades entre 22 a 152 meses foram selecionadas para soltura (nascidas em cativeiro) (**Material Suplementar 1**), onde as mesmas passaram por uma triagem sanitária e física em seus criadouros de origem. No viveiro de reabilitação localizado no SFX, as jacutingas permaneceram entre 106 a 468 dias (média=192, ± 108). Durante este período de aclimatação no viveiro, as aves passaram por uma avaliação comportamental e cada uma recebeu um rádio transmissor VHF e UHF do tipo mochila (**Material Suplementar 1**).

Os transmissores do tipo mochila são recomendados para espécies da família Cracidae e seus pesos corresponderam a menos de 3% do peso corpóreo das jacutingas (Kenward, 2001). Cinco transmissores VHF (modelo V2H 163A, Sirtrack©; rádio receptor Yaesu© VR-500) foram utilizados e, as localizações dos indivíduos foram registradas entre 06:00 h e 18:00 h, por meio da antena e receptor, que ocorreu de duas a cinco vezes por semana. Além disso, seis transmissores UHF com emissão de sinal via satélite (modelo Argos K3H 174A KIWISAT 303, Lotek©) foram

programados para registrar a localização dos indivíduos durante 2 h por dia (entre 06:00 h e 08:00 h ou 16:00 h e 18:00 h). Para maior acurácia, optou-se por analisar apenas os dados de indivíduos com mais de 5 registros e com localizações UHF de melhor acurácia (Location Class 3 and 2) (Argos User's Manual © 2007-2016).

As aves selecionadas para soltura no PESH foram transferidas para o viveiro de ambientação, onde permaneceram de 13 a 16 dias até a soltura (média=14 dias, $\pm 1,2$). Para a soltura, utilizou-se a estratégia *soft release*, cujos indivíduos podiam sair ou não, de acordo com sua decisão. Em cada área de estudo, os viveiros foram abertos entre 08:00 h e 11:00 h e, após esse horário o viveiro era fechado; este procedimento repetia-se no dia seguinte, até que todos os indivíduos saíssem. Entre 29 de junho de 2016 e 09 de maio de 2018 foram realizadas seis solturas, sendo três no PESH (n = 4 indivíduos) e três no SFX (n = 7). O monitoramento desses indivíduos foi realizado entre 29 de junho de 2016 e 28 de fevereiro de 2019.

2.3 Distância do viveiro

Para analisar a distribuição das localizações dos 11 indivíduos estudados, foi calculada a distância entre cada localização registrada e o viveiro onde os animais foram aclimatados. Para isso, a ferramenta "NEAR" do Software ArcGis 10.6 (ESRI, 2015) foi utilizada. Para verificar se a distribuição dos pontos apresentava dependência em relação ao viveiro de aclimação, pontos aleatórios também foram plotados dentro da área de vida de cada indivíduo (a mesma quantidade de localizações reais registradas por indivíduo), calculando suas distâncias em relação ao viveiro. Comparou-se as distâncias aleatórias com todas as localizações reais obtidas durante todo o monitoramento, assim como apenas com localizações acima de três meses pós soltura. As frequências das distâncias reais e aleatórias foram calculadas, e as comparações foram realizadas através do teste de Kruskal-Wallis.

2.4 Área de vida e nuclear

As áreas de vida e nucleares foram calculadas (em ha) apenas para os indivíduos com mais de 20 localizações (n = 8 indivíduos) (**Material Suplementar 2**). Para estimar as áreas de vida e as áreas nucleares, o estimador Kernel fixo foi utilizado considerando 95% (área de vida) e 50% (áreas nucleares) das localizações. A área de vida segundo este método foi plotada espacialmente para melhor

visualização da distribuição das jacutingas. A fim de possibilitar a comparação com outros estudos com cracídeos, a área de vida também foi calculada utilizando o estimador Mínimo Polígono Convexo (MPC) para 95% e 50% das localizações.

2.5 Seleção de modelos

Modelos Lineares Generalizados (GLMs) com distribuição Gamma foram utilizados para testar se o tamanho das áreas de vida calculados pelo método Kernel fixo das oito jacutingas (variável resposta) estaria relacionado às seguintes variáveis explicativas: área de soltura (SFX e PESM), tempo de aclimação (quantidade de dias que os indivíduos permaneceram dentro dos viveiros de reabilitação e ambientação), transmissor utilizado (UHF ou VHF) e sexo, idade e peso (características individuais). Para selecionar o melhor modelo, o Critério de Informação de Akaike (AIC; $\Delta AIC \leq 2$; Burnham e Anderson, 1998) e testes de qui-quadrado foram utilizados. As análises foram realizadas utilizando o pacote bbmle no Software R 3.5.3 (Bolker e Bolker, 2017; R Core Team, 2019).

2.6 Análise da composição da paisagem

Para compreender o efeito da paisagem sobre o uso do espaço pelos oito indivíduos estudados, mapas de cobertura do solo foram utilizados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas, 2019). Utilizando o Software ArcGis 10.6, a porcentagem de diferentes classes de uso e cobertura do solo foi calculada dentro das áreas de vida de cada indivíduo, incluindo as classes floresta, pastagem natural, pastagem, mosaico de agricultura e de pastagem e infraestrutura urbana.

3. Resultados

3.1 Monitoramento

As 11 jacutingas monitoradas por meio de transmissores UHF e VHF somaram 649 localizações no SFX e PESM, entre junho de 2016 e fevereiro de 2019 (**Figura 2, Material Suplementar 1**). As aves soltas em SFX foram monitoradas 61 a 791 dias ($x = 318, \pm 341$) enquanto que no PESM de 26 a 183 ($x = 198, \pm 258$) dias. O número de localizações obtidas em SFX ($n = 548$) foi maior comparado ao do PESM ($n = 107$).

Durante o período do estudo, no PESM duas aves foram predadas (26 e 95 dias) e duas estavam desaparecidas (114 e 183 dias), enquanto que em SFX, cinco aves estavam desaparecidas.

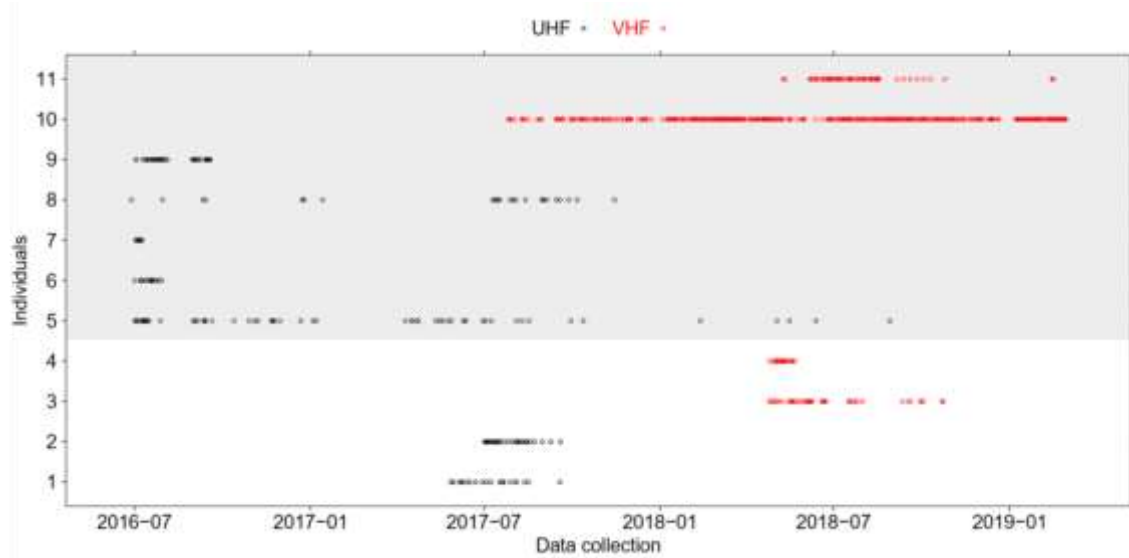


Figura 2. Período de coleta de dados de localização de jacutingas (*Aburria jacutinga*) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (PESM; em branco) e Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; em cinza). Os pontos vermelhos são os indivíduos monitorados com transmissores do tipo VHF enquanto os pontos pretos são os com transmissores UHF.

3.2 Distância do viveiro

Todos os indivíduos permaneceram próximos às áreas de soltura durante todo o período de estudo (**Figura 3**). O primeiro mês pós-soltura foi, de maneira geral, o período em que os animais exploraram mais o ambiente, se afastando consideravelmente da área de soltura. No entanto, esse padrão não foi contínuo, visto que os animais permaneceram se afastando e voltando ao viveiro nos meses subsequentes.

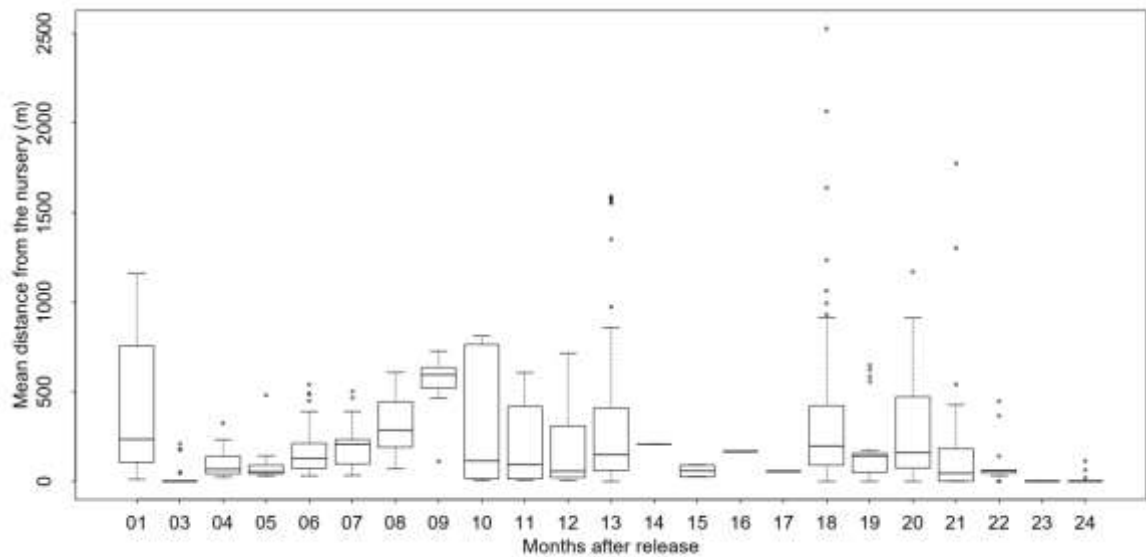


Figura 3. Distância de cada localização em relação à área de soltura de jacutingas (*Aburria jacutinga*) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica ao longo dos meses pós-soltura. Cada retângulo indica os valores de mediana (linha grossa) e quartis (limites superior e inferior da caixa) e os *outliers* são indicados pelos pontos isolados acima dos retângulos.

As distâncias individuais ao longo do tempo para cada indivíduo tiveram grande variação, mas mostraram que a maioria dos animais permaneceu próxima ao viveiro (**Figura 4**). A maior distância do viveiro registrada foi realizada pelo indivíduo 3, que após um breve intervalo voltou para próximo do viveiro.

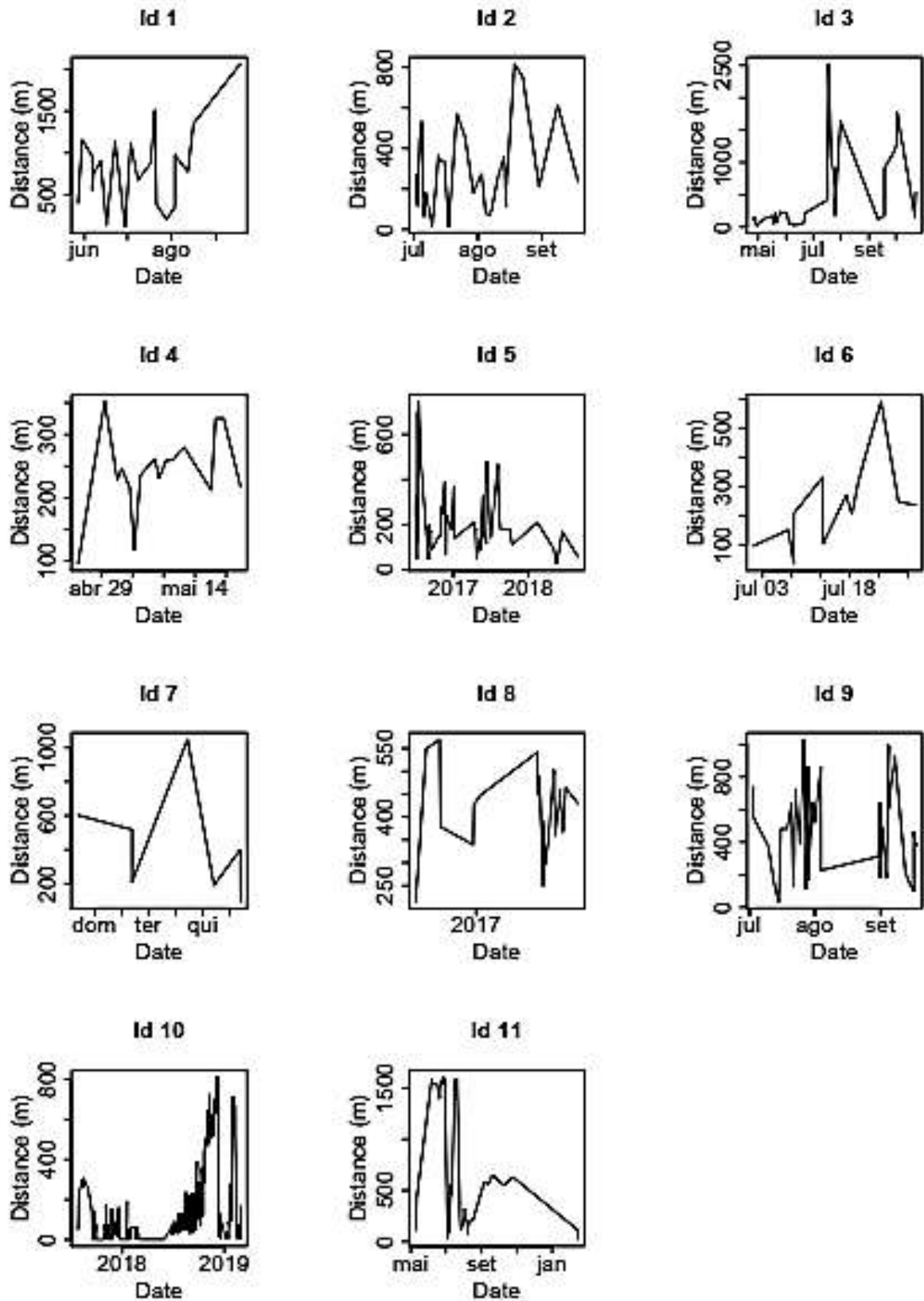


Figura 4. Distância de cada localização registrada por indivíduo em relação ao viveiro de soltura ao longo do tempo para jacutingas (*Aburria jacutinga*) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM);

indivíduos 1 a 4) e Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; indivíduos 5 a 11).

A média de distância das jacutingas ao viveiro foi de 268,8 m \pm 363,2, com mediana de 141,7 m (**Figura 5**). A frequência da distribuição das distâncias foi significativamente diferente da distribuição aleatória, independente se considerando todo o período ($\chi^2= 1272$, $df= 1111$, $p<0,001$) ou apenas a partir de três meses ($\chi^2= 1109$, $df= 963$, $p<0,001$). Isso significa que a distribuição dos pontos de localização das jacutingas apresentou dependência em relação ao viveiro de aclimação.

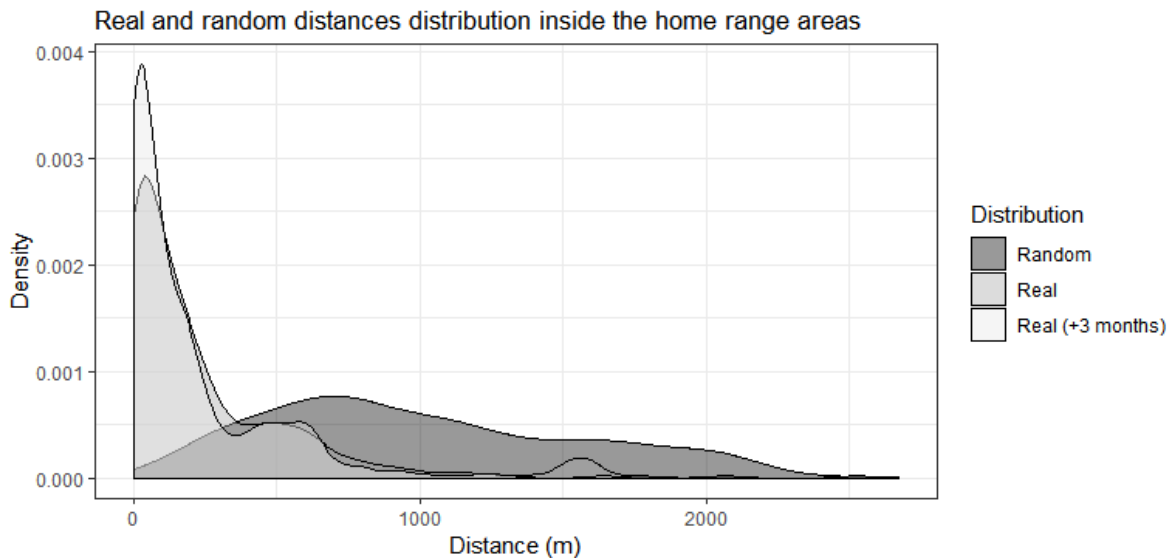


Figura 5. Distribuição das distâncias entre os viveiros de soltura e as localizações de jacutingas (*Aburria jacutinga*) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica, considerando todas as localizações (cinza claro), apenas as localizações após três meses de soltura (cinza médio) e localizações aleatórias ou randômicas (cinza escuro).

3.3 Área de vida e nuclear

De acordo com a área de vida e nuclear de oito indivíduos (6 fêmeas e 2 machos) avaliados, o uso do espaço pelas jacutingas reintroduzidas apresentou grande variação, com uma média de 288,6 ha \pm 334,6 para as áreas de vida e 64,0 ha \pm 83,0 para as áreas nucleares pelo método Kernel fixo, e com uma média de 84,2 ha \pm 97,7 para as áreas de vida e 18,5 ha \pm 25,4 para as áreas nucleares pelo método MPC. As menores áreas de vida pelo método Kernel corresponderam aos indivíduos que foram registrados apenas próximo ao local de soltura (**Figura 6**). Os valores individuais das áreas de vida calculados por ambos os métodos estão disponíveis na no **Material Suplementar 2**.

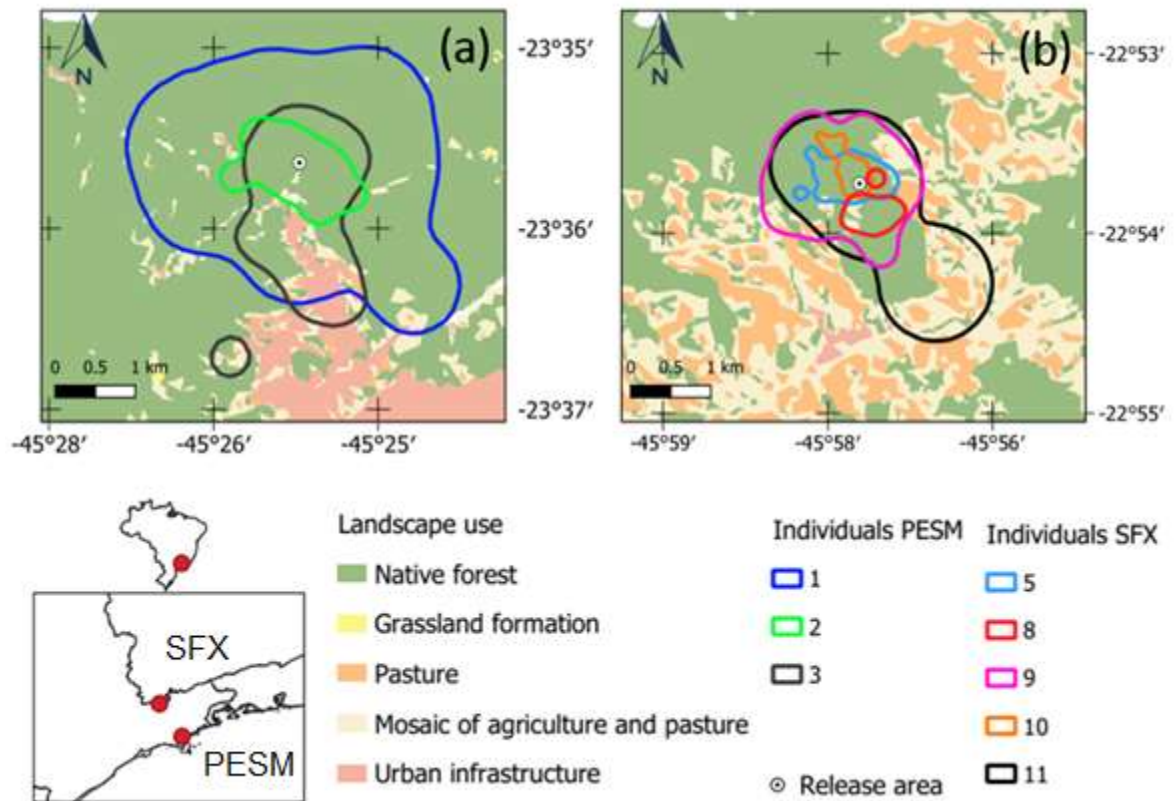


Figura 6. Área de vida (segundo Kernel fixo) de oito indivíduos de jacutinga (*Aburria jacutinga*) reintroduzidos em duas áreas de Mata Atlântica: (a) Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM; indivíduos 1 a 3) e (b) Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; indivíduos 5 a 11). Os círculos brancos indicam as áreas de soltura e as cores de fundo indicam os diferentes tipos de uso da paisagem.

A seleção de modelos indicou que a localização foi o principal determinante do tamanho da área de vida ($\Delta = 0$, peso = 1), sendo que os animais do PESM apresentaram tamanhos de áreas de vida maiores que os de SFX ($\chi^2 = 226,38$, $df = 1$, $p < 0,001$). Para áreas nucleares, o principal determinante foi o sexo dos indivíduos, com machos apresentando áreas significativamente maiores que fêmeas ($\chi^2 = 82,39$, $df = 1$, $p < 0,001$).

As áreas de vida e nucleares das jacutingas foram predominantemente florestais (**Figura 6 e 7**), com uma menor presença de classes antrópicas nas áreas nucleares.

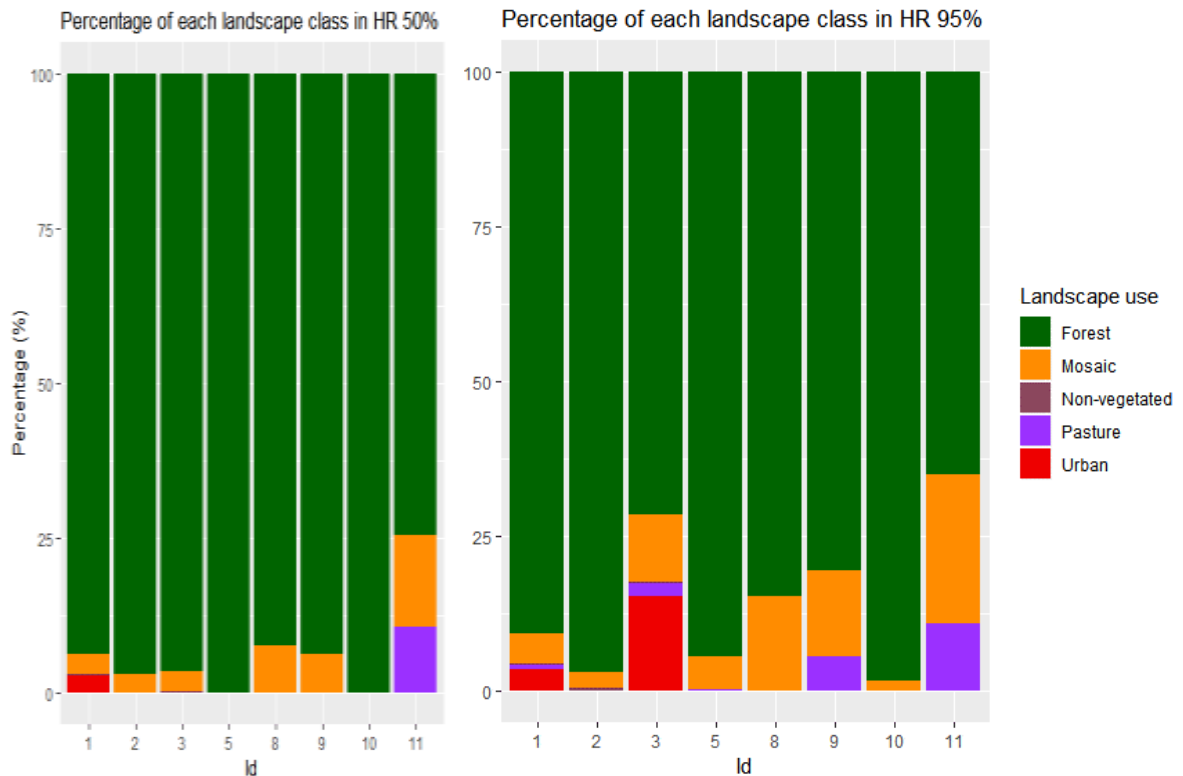


Figura 7. Composição da paisagem das áreas nucleares e de vida de jacutingas (*Aburria jacutinga*) reintroduzidas em duas áreas de Mata Atlântica: Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba (PESM; indivíduos 1 a 3) e Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX; indivíduos 5 a 11).

4. Discussão

O número de pontos de localização registrado em SFX foi maior do que no PESM. Essa diferença foi devido ao maior número de jacutingas soltas e ao maior tempo de monitoramento em SFX comparado ao PESM. Em SFX as solturas ocorreram de 2016 a 2018 enquanto que no PESM, entre 2017 e 2018. Além disso, no PESM o monitoramento foi interrompido devido à predação e desaparecimento das aves.

Ao longo do estudo os indivíduos não se distanciaram totalmente das áreas dos viveiros, o que possivelmente está relacionado à suplementação alimentar. A suplementação pode estimular a dependência alimentar dos indivíduos, pois torna o recurso alimentar sempre disponível e de fácil acesso; além do fato de que o principal recurso alimentar das jacutingas (os frutos) em ambiente natural pode variar temporal e espacialmente. A suplementação alimentar pós-soltura é fortemente recomendada como estratégia de soltura de animais de cativeiro (Brigth e Morris, 1994; Seddon, 1999; IUCN, 2014). Esta estratégia diminui as chances de morte dos indivíduos reintroduzidos por questões como escassez de alimentos, além de permitir que os mesmos se adaptem

paulatinamente aos recursos alimentares disponíveis no ambiente. Por outro lado, animais dependentes da suplementação caracterizam o insucesso da translocação, pois evidenciam ausência de habilidades de busca por recursos alimentares disponíveis no ambiente e, além disso, estes animais podem se tornar “cevas” para predadores (Brigth e Morris, 1994; Dunn e Tessaglia, 1994).

O período de aclimação no viveiro de ambientação também é importante para justificar possivelmente a permanência das jacutingas próxima às áreas de soltura. Isso pode ser decorrente da adaptação às condições ambientais e à estrutura da composição da paisagem da área do entorno do viveiro. Essa aclimação é recomendável em programas de reintrodução, pois diminui as chances de morte decorrente do estresse do transporte para a área de soltura, além de permitir a aclimação às condições ambientais do local (Collar, 2020). Bernardo et al. (2011c) e Liu et al. (2016) recomendaram um período de no mínimo 47 dias para mutuns-do-sudeste *Crax blumembachii* Spix, 1825 – Cracidae, e 50 dias para faisões *Tragopan caboti* (Gould, 1857) (Phasianidae) de aclimação no viveiro na área de soltura para aumentar o sucesso da reintrodução, respectivamente.

As maiores distâncias percorridas a partir da área do viveiro ocorreram no primeiro mês de soltura, evidenciando a fase exploratória na busca por habitats de alta qualidade. Pratolongo (2004) registrou maior movimentação de jacus-de-asa-branca, *Penelope albipennis* Taczanowski, 1877 – Cracidae, logo após a soltura, alcançando distâncias até 13 km do local de soltura.

Os tamanhos de áreas de vida e nucleares apresentaram grande variação neste presente trabalho, esses dados são inéditos para jacutinga, uma vez que essas informações não estão disponíveis na literatura para indivíduos selvagens de jacutingas (gêneros *Aburria* e *Pipile*). Contudo, Hayes et al. (2009) registraram uma área de vida de 19 ha (MPC) para um grupo de seis jacutingas-de-Trinidad *Pipile pipile* (Jacquin, 1784) – Cracidae na costa norte de Trinidad, valor menor comparado à média encontrada neste trabalho (9,0-305,8 ha, com média de 84,2 ha, segundo MPC).

A maioria dos tamanhos das áreas de vida e nuclear apresentou sobreposição entre diferentes indivíduos, especialmente nas áreas próximas à área de soltura. A suplementação alimentar diária próxima ao viveiro de soltura favoreceu a presença constante dos indivíduos dividindo o mesmo espaço. Além disso, o período de

aclimação nas áreas de soltura geralmente contribui para diminuição da dispersão após a soltura (Bright e Morris, 1994; le Gouar et al., 2012; Collar, 2020).

Um fator determinante para o tamanho da área de vida das jacutingas foi a localização, com áreas maiores no PESH em relação à SFX. Essa diferença no tamanho da área de vida das jacutingas entre as duas áreas estudadas pode ser devido aos dados espaciais analisados no PESH compreenderem predominantemente a fase exploratória. Logo após a soltura, as aves podem se movimentar mais a longas distâncias em busca de habitats de qualidade (disponibilidade de alimento e água) e para o reconhecimento da área de soltura. Além disso, o curto período que as aves permaneceram no viveiro de ambientação no PESH, comparado ao período no viveiro de SFX, também pode ter contribuído para maior movimentação dos indivíduos no PESH comparado à SFX.

Os tamanhos das áreas nucleares das jacutingas foram determinados principalmente pelo sexo dos indivíduos. Em um estudo realizado com sisão-bengalês, *Houbaropsis benghalensis* (Gmelin, 1789) - Otididae, constatou-se diferenças entre os tamanhos das áreas nucleares entre adultos machos e fêmeas, no qual as fêmeas evidenciaram maiores tamanhos de áreas nucleares comparadas aos machos (Gray et al., 2009); resultado semelhante foi evidenciado por Hingrat et al. (2004) para houbara-africana, *Chlamydotis undulata undulata* (Jacquin, 1784) - Otididae. Contudo, ao analisar a relação dos sexos de aves e a área vida, Pratolongo (2004) não relatou diferença significativa entre as áreas de vida do jacu-de-asa-branca, todavia, as fêmeas se dispersaram mais que os machos.

As áreas de vida foram compostas predominantemente por áreas florestais, tipo de habitat utilizado por populações de vida livre (Paccagnella et al., 1994; Galetti et al., 1997; del Hoyo et al., 2014). Na natureza, a jacutinga é encontrada principalmente em florestas primárias maduras e, menos frequentemente, em florestas secundárias de diferentes estágios de regeneração (Guix, 1997), sendo mais comum em florestas próximas aos corpos d'água que no interior da mata (del Hoyo et al., 2014). Neste estudo, indivíduos também foram registrados em áreas antropizadas, evidenciando que esta espécie não é exclusivamente dependente de área florestais bem preservadas, assim como relatado por del Hoyo et al. (2014) em áreas de restinga e de cultivo *Pinus*.

Este presente estudo descreve pela primeira vez o uso do espaço por jacutingas reintroduzidas na Mata Atlântica. Apesar do curto período do

monitoramento, este estudo evidencia que as estratégias de reintrodução utilizadas foram bem sucedidas, pois as aves permaneceram próximas à área de soltura e utilizaram áreas de vida e nucleares compostas predominantemente por habitats florestais. Essa permanência é fundamental em reintroduções com baixo número de indivíduos por aumentar as chances de sobrevivência e o estabelecimento dos animais reintroduzidos (le Gouar et al., 2012). Contudo, é fundamental que haja mais exemplos de programas de reintrodução das jacutingas, para que possam disponibilizar informações importantes (uso do espaço, distância de dispersões, tamanhos de áreas de vida e nucleares, taxa de sobrevivência) para a conservação desta espécie e de outras aves. Contudo, é fundamental que haja mais pesquisas com as populações selvagens de *Aburria jacutinga* para que possa haver comparações com os sucessos encontrados entre os estudos. Além disso, os programas de reintrodução com jacutingas devem divulgar mais detalhes sobre as técnicas utilizadas assim como as informações obtidas durante o monitoramento (caso esta etapa tenha sido realizada). Essas informações biológicas e técnicas são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de manejo adequado para a espécie, podendo auxiliar outros programas de reintrodução de jacutingas na Mata Atlântica.

5. Referências

- Allen, S.H., Sargeant, A.B., 1993. Dispersal patterns of red foxes relative to population density. *The Journal of Wildlife Management*, 526-533.
- Badyaev, A.V., Martin, T.E., Etges, W.J., 1996. Habitat sampling and habitat selection by female wild turkeys: ecological correlates and reproductive consequences. *The Auk* 113(3), 636-646.
- Banks, P.B., Norrdahl, K., Korpimaki, E., 2002. Mobility decisions and the predation risks of reintroduction. *Biological Conservation* 103, 133-138.
- Berger-Tal, O., Saltz, D., 2014. Using the movement patterns of reintroduced animals to improve reintroduction success. *Current Zoology* 60, 515-526.
- Bernal, X., Mejia, C.A., 1995. Uso del espacio por un grupo de *Crax alector*. pp. 24-36 in Mejía, C. (Ed.). Informe preliminar de un estudio de paujiles del Parque Nacional

Natural Tinigua. Centro de Investigaciones Ecológicas Macarena (CIEM), La Macarena, Colombia.

- Bernardo, C.S.S., Locke, N., 2014. Reintroduction of red-billed curassow *Crax blumenbachii* to Guapiaçu Ecological Reserve, Brazil. *Conservation Evidence* 11, 7-7.
- Bernardo C.S.S., Lloyd, H., Olmos, F., Cancian, L.F., Galetti, M., 2011a. Using post-release monitoring data to optimize avian reintroduction programs: a 2-year case study from the Brazilian Atlantic Rainforest. *Animal Conservation* 14, 676-686.
- Bernardo, C.S.S., Rubim, P., Bueno, R.S., Begotti, R.A., Meirelles, F., Don-Atti, C.I., Denzin, C., Steffler, C.E., Marques, R.M., Bovendorp, R.S., Gobbo, S.K., Galetti, M. 2011b. Density Estimates of the Black-Fronted Piping Guan in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Wilson Journal of Ornithology* 123, 690-698.
- Bernardo, C.S.S., Lloyd, H., Bayly, N., Galetti, M. 2011c. Modelling post-release survival of reintroduced Red-billed Curassows *Crax blumenbachii*. *Ibis* 153, 562-572.
- BirdLife Internacional, 2018. *Pipile jacutinga*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22678429A132049346. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22678429A132049346.en>. Acesso em: 21 Mar 2020.
- BirdLife International, 2020. Species factsheet: *Pipile jacutinga*. Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-fronted-piping-guan-pipile-jacutinga>. Acesso em: 05 mar 2019.
- Bjornlie, D.D., Van Manen, F.T., Edinger, M.R., Haroldson, M.A., Thompson, D.J., Costello, C.M., 2014. Whitebark Pine, population density, and home-range size of grizzly bears in the greater Yellowstone ecosystem. *PLoS One* 9, e88160.
- Bolker, B., Bolker, M.B., 2017. Package 'bbmle'. Tools for General Maximum Likelihood Estimation, v. 641.
- Bright, P.W., Morris, P.A., 1994. Animal Translocation for Conservation: Performance of Dormice in Relation to Release Methods, Origin and Season. *The Journal of Applied Ecology* 31(4), 699-708.
- Brightsmith, D., Hilburn, J., Del Campo, A., Boyd, J., Frisius, M., Frisius, R., Guillen, F., 2005. The use of hand-raised psittacines for reintroduction: a case study of scarlet macaws (*Ara macao*) in Peru and Costa Rica. *Biological Conservation* 121(3), 465-472.

- Burt, W.H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24(3), 346-352.
- Clarke, M.F., Schedvin, N., 1997. An experimental study of the translocation of noisy miners, *Manorina melanocephala* and difficulties associated with dispersal. *Biological Conservation* 80, 161-167.
- Collar, N., 2020. Preparing captive-bred birds for reintroduction: the case of the Vietnam Pheasant *Lophura edwardsi*. *Bird Conservation International*, 1-16.
- Del Hoyo, J., Kirwan, G.M., Sharpe, C.J., 2014. Black-fronted Piping-guan (*Pipile jacutinga*). In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christir, D.A., De Juana, E. (Eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Barcelona, Lynx Edicions, 1-5.
- Dunn, E.H., Tessaglia, D.L., 1994. Predation of birds at feeders in winter. *Journal of Field Ornithology* 65, 8-16.
- ESRI, 2015. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands-USA, Environmental Systems Research Institute.
- Galetti, M., Martuscelli, P., Olmos, F., Aleixo, A., 1997. Ecology and conservation of the Jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic Forest of Brazil. *Biology Conservation*, 82, 31-39.
- Gray, T.N., Chamnan, H., Collar, N.J., Dolman, P.M., 2009. Sex-specific habitat use by a lekking bustard: conserv implications for the critically endangered bengal florican (*Houbaropsis bengalensis*) in an intensifying agroecosystem. *The Auk* 126(1), 112-122.
- Guix, J.C., 1997. Exclusão geográfica e ecológica de *Penelope obscura*, *Penelope superciliaris* e *Pipile jacutinga* (Galliformes, Cradidae) no estado de São Paulo. *Ararajuba* 5(2), 195-202.
- Hayes, F.E., Shameerudeen, C.L., Sanasie, B., Hayes, B.D., Ramjohn, C.L., Lucas, F.B., 2009. Ecology and behaviour of the critically endangered Trinidad piping-guan *Aburria pipile*. *Endangered Species Research* 6(3), 223-229.
- Hingrat, Y., Jalme, M.S., Ysnel, F., Lacroix, F., Seabury, J., Rautureau, P., 2004. Relationships between home-range size, sex and season with reference to the mating system of the Houbara Bustard *Chlamydotis undulata undulata*. *Ibis* 146(2), 314-322.
- ICMBIO, 2018. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília, ICMBio/MMA, 1, 44-48.

- IUCN, 2014. Diretrizes Para Reintroduções e outras Translocações para fins de Conservação. Tradução em português versão 1.0. União Internacional para Conservação da Natureza, IUCN. Disponível em: www.iucnsscrg.org. Acesso em 01 abril 2019.
- Jetz, W., Carbone, C., Fulford, J., Brown, J.H., 2004. The scaling of animal space use. *Science* 306(5694), 266-268.
- Kenward, R.E. 2001. *A Manual for Wildlife Radio Tagging*. London-UK, Academic Press. 311 p.
- le Gouar, P., Mihoub, J.B., Sarrazin, F., 2012. Dispersal and habitat selection: behavioural and spatial constraints for animal translocations. *Reintroduction Biology: Integrating Science and Management*, 138-164.
- Liu, B, Li, L., Lloyd, H., Xia, C., Zhang, Y., Zheng, G., 2016. Comparing post-release survival and habitat use by captive-bred Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*) in an experimental test of soft-release reintroduction strategies. *Avian Research* 7, 19.
- MapBiomas, 2019. Collection 3.1. Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil – MapBiomas. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- Marcström, V., Kenward, R.E., Karlbom, M., 1989. Survival of ring necked pheasants with backpacks, necklaces, and leg bands. *Journal of Wildlife Management* 53, 808-810.
- Martínez-Morales, M.A., 1999. Conservation status and habitat preferences of the Cozumel Curassow. *The Condor* 101(1), 14-20.
- Matthews, K.R., 2003. Response of mountain yellow-legged frogs, *Rana muscosa*, to short distance translocation. *Journal of Herpetology* 37, 621-626.
- McNab, B.K., 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *The American Naturalist* 97(894), 133-140.
- Paccagnella, S.G., Antonelli-Filho, R., Lara, A.I., Scherer-Neto, P., 1994. Observações sobre *Pipile jacutinga* Spix 1885 (Ave, Cracidae) no Parque Estadual de Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. *Iheringia Serie Zoologica* 76(1), 29-32.
- Parra, J.L., Agudelo, M., Molina, Y., Londoño, G. 2001. Use of space by a pair of Salvin's Curassows (*Mitu salvini*) in northwestern Colombian Amazon. *Ornitología Neotropical* 12, 189-204.

- Pratolongo, F.A., 2004. Dispersión, supervivencia y reproducción de la pava aliblanca *Penelope albipennis* Taczanowski 1877 (Cracidae) reintroducida a su hábitat natural en Perú. *Ecología Aplicada* 3, 112-117.
- R CORE TEAM. R (2019). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.
- Reed, J.M., Levine, S.H., 2005. A model for behavioral regulation of metapopulation dynamics. *Ecological Modelling* 183(4), 411-423.
- Samuel, M.D., Pierce, D.J., Garton, E.O., 1985. Identifying areas of concentrated use within the home range. *The Journal of Animal Ecology*, 711-719.
- Santamaria, M., Franco, A.M., 2000. Frugivory of Salvin's Curassow in a rainforest of the Colombian Amazon. *The Wilson Journal of Ornithology* 112(4), 473-481.
- Sarrazin, F., 2007. Introductory remarks: a demographic frame for reintroduction. *Ecoscience* 14, 3-5.
- SAVE Brasil, 2010. Relatório: Censo de aves cinegéticas e estrutura da vegetação. Programa de Conservação de Aves Cinegéticas da Mata Atlântica na Região do Alto da Serra do Mar, São Paulo Instrumento Contratual Jurídico nº 7100.0061884.10.4 SAP nº 4600.317016. Organização Não Governamental Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil (SAVE Brasil). Documento de circulação restrita.
- SAVE Brasil, 2015. Relatório: Avifauna da Fazenda da Serra, São Francisco Xavier, SP. Execução: Julio César da Costa-Costa e Faria Consultoria Agroambiental. Organização Não Governamental Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil (SAVE Brasil). Documento de circulação restrita.
- Schradin, C., Schmohl, G., Rödel, H.G., Schoepf, I., Treffler, S.M., Brenner, J., Bleeker, M., Schubert, M., König, B., Pillay, N., 2010. Female home range size is regulated by resource distribution and intraspecific competition: a long-term field study. *Animal Behaviour* 79, 195-203.
- Seddon, P.J., 1999. Persistence without intervention: assessing success in wildlife reintroductions. *Trends in Ecology and Evolution* 14, 503.
- Silveira, L.F., Soares, E.S., Bianchi, C.A., 2008. Plano de Ação Nacional para a Conservação de Galliformes Ameaçados de Extinção (aracuãs, jacus, jacutingas, mutuns e urus). Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade -ICMbio.

- Spinola, R.M., Serfass, T.L., Brooks, R.P., 2008. Survival and post-release movements of river otters translocated to western New York. *Northeastern Naturalist* 15, 13-24.
- Toepfer, J.E., 1988. The ecology of the greater prairie chicken as related to reintroductions. Doctoral Dissertation, Montana State University-Bozeman, College of Letters & Science.
- Trakhtenbrot, A., Nathan, R., Perry, G., Richardson, D.M. 2005. The importance of long-distance dispersal in biodiversity conservation. *Diversity and Distributions* 11, 173-181.
- Tuqa, J.H., Funston, P., Musyokib, C., Ojwang, G.O., Gichuki, N.N., Bauer, H., Tamis, W., Dolrenry, S., Zelfde, M.V., Snoo, G.R., Iongh, H.H., 2014. Impact of severe climate variability on lion home range and movement patterns in the Amboseli ecosystem, Kenya. *Global Ecology and Conservation* 2, 1-10.
- Tweed, E.J., Foster, J.T., Woodworth, B.L., Oesterle, P., Kuehler, C., Lieberman, A.A., Powers, A.T., Whitaker, K., Monahan, W.B., Kellerman, J., Telfer, T. 2003. Survival, dispersal, and home-range establishment of reintroduced captive-bred puaiohi, *Myadestes palmeri*. *Biological Conservation* 111, 1-9.
- Van Heezik, Y., Seddon, P.J., Maloney, R.F., 1999. Helping reintroduced houbara bustards avoid predation: effective anti-predator training and the predictive value of pre-release behaviour. *Animal Conservation* 2(3), 155-163.
- Van Vuren, D., 1998. Mammalian dispersal and reserve design. In: Caro, T. (Ed.), *Behavioral ecology and conservation biology*. New York-USA, Oxford University Press, p. 369-393.

Material Suplementar 1. Jacutingas (*Aburria jacutinga*) monitoradas na Mata Atlântica de uma área particular na Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (APA-SFX) (n = 13), município de São José dos Campos, SP, e do Parque Estadual da Serra do Mar núcleo Caraguatatuba (PESM) (n = 6), SP.

Ave	Sexo	Apelido	Idade	Período reabilitação*	Período aclimatação	Destino	Transmissor	Data soltura
1	M	Hiper	27	106	13	PESM	UHF	05/06/2017
2	F	Verde	51	468	16	PESM	UHF	29/06/2017
3	F	Mac	22	225	14	PESM	VHF	25/04/2018
4	M	Tingo	93	225	14	PESM	VHF	25/04/2018
5	F	AzulD	75	120	-	SFX	UHF	30/06/2016
6	F	AmarelaD	40	119	-	SFX	UHF	29/06/2016
7	M	RosaD	156	119	-	SFX	UHF	29/06/2016
8	M	VermelhaD	64	120	-	SFX	UHF	30/06/2016
9	M	RoxaE	74	119	-	SFX	UHF	29/06/2016
10	F	Mangue	24	170	-	SFX	VHF	26/07/2017
11	F	Mimi	140	254	-	SFX	VHF	09/05/2018

*Período de reabilitação correspondeu ao tempo que as aves permaneceram no viveiro de reabilitação em São Francisco Xavier, SP.

**Período de aclimatação correspondeu ao tempo que as aves destinadas ao PESM permaneceram no viveiro de ambientação.

Material Suplementar 2. Áreas de vida e nucleares de oito jacutingas reintroduzidas na Mata Atlântica de uma área particular na Área de Proteção Ambiental de São Francisco Xavier (SFX), município de São José dos Campos, SP, e do Parque Estadual da Serra do Mar núcleo Caraguatatuba (PESM), SP. Estimadores: MPC (Mínimo Polígono Convexo) e Kern (Kernel fixo).

N	Sexo	localizações	Local (Soltura)	Áreas de vida (95%) e nucleares (50%)			
				KERN95	KERN50	MPC95	MPC50
1	M	20	PESM	1032,787	252,7496	305,8621	79,0203
2	F	28	PESM	136,3934	27,49432	33,1887	8,5838
3	F	42	PESM	335,8143	50,53516	93,2109	13,04385
5	F	57	SFX	56,41853	10,28625	21,9115	3,47145
8	M	23	SFX	34,74245	7,583377	9,02745	2,1446
9	M	37	SFX	270,7575	60,10592	116,8387	19,94375
10	F	356	SFX	25,18819	2,71918	17,7473	2,3362
11	F	55	SFX	416,9836	100,6056	76,5289	19,94375

CAPÍTULO 3

O presente capítulo foi publicado na revista *Oecologia Australis*
Qualis-Capes (Área de Biodiversidade, 2014-2016): B3

REPRODUCTIVE AND AGONISTIC BEHAVIORS OF BLACK-FRONTED PIPING GUANS CANDIDATES FOR RELEASE AND REINTRODUCED (GALLIFORMES: CRACIDAE) IN THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST

Running title: Behaviors of Black-fronted piping guans

Livia Dias Cavalcante-Souza^{1*}, *Alecsandra Tasson*², *Cristiano Schetini Azevedo*³,
*Christine Steiner São Bernardo*⁴, *Pedro Ferreira Develey*² & *Carlos Ramón Ruiz-
Miranda*¹

¹*Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Laboratório de Ciências Ambientais, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Avenida Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes-RJ, 28013-602, Brazil*

²*Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil, Rua Fernão Dias, 219, São Paulo-SP, 05427-010, Brazil*

³*Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Morro do Cruzeiro, Ouro Preto-MG, 35400-000, Brazil*

⁴*Universidade do Estado de Mato Grosso, Avenida dos Ingás 3001, Sinop-MT, 78555-000, Brazil*

*Corresponding Author: liviadias.jacutinga@gmail.com

Link para a publicação:

<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/viewFile/31521/19157>

Abstract

The black-fronted piping guan, *Pipile jacutinga*, is an endemic Atlantic Forest cracid currently classified as Endangered in Brazil and globally. We present data on the reproductive and agonistic behaviors of a pair of captive reared Black-fronted piping guans reintroduced in a protected area in Serra da Mantiqueira, São Paulo state, Brazil, as well as opportunistic records of reproductive behavior of Black-fronted piping guan candidates for release that were held inside a pre-release acclimation enclosure. Behavioral data were collected from September 2017 to February 2018. We conducted 172 h of observations across 97 days of monitoring. Six reproductive behaviors were recorded: 1) Wing Display, 2) Nodding Call, 3) Mating Dance, 4) Male Offering Food to Female, 5) Tail Fanning and 6) Copulation. Two white eggs were seen on the 14th day of incubation in a natural nest built in a tree fern. Only the female was observed incubating the eggs. The female devoted over 90% of her time to incubation, the rest mainly to foraging or vigilance. The male spent 48% of time vigilant nearby of the nest but did not interact with the female or eggs. On the 20th day, incubation was interrupted following heavy rain. Agonistic interactions related to territory defense were observed between the released male and males inside the pre-release acclimation enclosure. On 88% of the occasions we observed territorial defense behavior between the reintroduced male and other males inside the enclosure. The observations of the pair of reintroduced Black-fronted piping guans and of the candidates for release, provided valuable information about the reproductive behaviors of this largely unstudied and critically threatened species.

Key-words: monitoring; reintroduction; reproductive biology; territory; threatened.

1. Introduction

The monitoring of reintroduced animals is necessary to evaluate release techniques and to assess if captive-bred animals maintain species-typical behavior, especially reproductive behaviors- one of the main indicators of a self-sustaining reintroduced population (Sarrazin & Barbault 1996, Caro 1999, Armstrong & Seddon 2008, McPhee & Carlstead 2010, Sutherland *et al.* 2010). Also, monitoring can provide behavioral data for species for which information is scarce, as is the case for most threatened species (Tweed *et al.* 2003). A case in point is the Black-fronted piping guan, *Pipile jacutinga* (Spix, 1825) (Galliformes, Cracidae), a Neotropical species with a poorly known natural history. This great cracid (63.5–74 cm; 1100–1600 g; Sigrist 2009) is endemic to the Atlantic Forest, its original distribution extends from southern Bahia State, Brazil to Argentina (Misiones Province) and Paraguay (Departments Alto Parana and Canindeyu). This species is currently classified as Endangered in Brazil (ICMBio 2018) and globally (BirdLife International 2019), due to illegal hunting and habitat loss. The main remaining populations are found in protected areas in the Brazilian states of São Paulo and Paraná, and in Argentina (Silveira *et al.* 2008, del Hoyo *et al.* 2014).

Black-fronted piping guans are frugivorous and play an important ecological role as seed dispersers, contributing to the maintenance and regeneration of forests (Galetti *et al.* 1997). They are found in mature primary forests and, less frequently, in secondary forests at different stages of regeneration (Galetti *et al.* 1997, Guix 1997). The species mainly inhabits the forest canopy, occasionally descending to the forest floor to feed or drink water. It is easier to observe individuals in strips of forests close to water bodies. Black-fronted piping guans have also been observed in tall *restinga* forest and once in a *Pinus* sp. plantation (del Hoyo *et al.* 2014).

A reintroduction strategy has been adopted for the conservation of this species in which new populations are being established and low-density populations reinforced. Reintroduction of captive-born birds is afforded by the large number of birds present across a number of captive facilities (Silveira *et al.* 2008). One obstacle to a successful reintroduction project is the scarcity of published data about the ecology and biology of captive or wild Black-fronted piping guans (Schubart *et al.* 1965, Cominese-Filho *et al.* 1986, Paccagnella *et al.* 1994, Galetti *et al.* 1997, Sick

2001, Bernardo *et al.* 2011). One of the four previous attempts to reintroduce captive-born Black-fronted piping guans in Brazil had moderate short-term success based on the number of chicks born in the wild recorded during post-release monitoring (RPPN Fazenda Macedônia, CENIBRA 2017). The absence of long-term monitoring had hindered the assessment of success or failure in other reintroduction projects (Brooks & Strahl 2000, Silveira *et al.* 2008, del Hoyo *et al.* 2014, ICMBio 2018, SAVE Brasil 2019).

Here we present data on the reproductive and agonistic behaviors of Black-fronted piping guans living either in an *in situ* acclimation enclosure or reintroduced to the Atlantic Forest of Serra da Mantiqueira, São Paulo, Brazil. Our objective is to describe the behavioral repertoire related to reproduction, including display behavior, territorial defense, mating, nesting and incubation from (1) systematic data on the reproduction of a reintroduced male-female pair released in the wild and on the agonistic interaction between the released male and other males inside the pre-release acclimation enclosure, and (2) casual records of the reproduction of Black-fronted piping guans candidates for release that were inside the pre-release acclimation enclosure.

2. Materials & Methods

2.1. Study Area

The study was conducted in a protected private property within the Atlantic Forest of Serra da Mantiqueira, São Paulo, Brazil. The area is part of the Environmental Protection Area São Francisco Xavier (APA-SFX) (Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo 2002) (22.9122°S, 45.9596°W, WGS 84). The APA-SFX is composed of a series of protected areas that together constitute the Mantiqueira Mosaic (Ministério do Meio Ambiente 2006). The APA-SFX covers 11.880 ha with altitudes ranging from 720 to 2,082 m. The vegetation types vary among dense ombrophylous forest, altitude fields and secondary succession forests (*capoeiras*, *capoeirões*) (Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo 2002). The average annual temperature is 21.3°C. The climate is of the humid Cwa mesothermal type (according to the Köppen classification) with the dry season in winter and the rainy

season in summer. The region has high levels of rainfall with average annual precipitation 1303.9 mm (CEPAGRI 2015 *apud* Gonçalves 2016).

2.2. Animals and Data Collection

Two groups of adult captive-born Black-fronted piping guans were released, group 1 (N = 9 individuals) in June 2016 and group 2 (N = 2 individuals) in July 2017 (Table 1), in an area of dense ombrophilous forest at about 900 m elevation. The birds were individually identified by a unique combination of color bands and a metal band provided by the Centro Nacional de Pesquisa para a Conservação das Aves Silvestres (CEMAVE). Of these birds, a male and a female that paired after release were monitored and their behaviors recorded. The male (age 5 yrs 7 mo) was reintroduced without transmitter in June 2016 and the female (age 2 yrs 7 mo) was reintroduced in July 2017 with a VHF transmitter (Sirtrack© model: V2H 163A).

The monitoring in the field was carried out by one or two observers who were always dressed in a brown cap, black shirt and pants with camouflage colors (green, brown or black). Observers maintained a minimum distance of five to six meters from the bird. For data collection, we used binoculars, cameras, GPS, clipboard and a tablet.

Table 1. Black-fronted piping guans reintroduced at the Environmental Protection Area of the São Francisco Xavier, São Paulo, Atlantic Forest of Southeastern Brazil

ID bird	Release date	Sex	Transmitter type	Monitored in this study
1	Jun/2016	F	ARGOS	
2	Jun/2016	M	ARGOS	
3	Jun/2016	F	ARGOS	
4	Jun/2016	F	No transmitter	
5	Jun/2016	F	No transmitter	
6	Jun/2016	M	ARGOS	X
7	Jun/2016	M	No transmitter	
8	Jun/2016	M	No transmitter	
9	Jun/2016	M	ARGOS	
10	Jul/2017	F	VHF	X
11	Aug/2017	F	VHF	

We observed the reintroduced pair and their interactions with conspecifics that were inside the pre-release acclimation enclosure (group 3, N = 9 individuals) during the reproductive season from September 2017 to February 2018. We also recorded observations on the reproductive biology of individuals inside the enclosure. Two artificial basket-shaped nests made of plant material (60 cm diameter) were placed near the pre-release acclimation enclosure in the top layer of the canopy forest (one nest at 7 m height and another at 10 m height), the forest stratum most used by this species (Paccagnella *et al.* 1994, Galetti *et al.* 1997, del Hoyo *et al.* 2014)

Field observations were conducted between 06:00 h and 17:00 h. Behavioral data of the reintroduced pair were collected through focal animal sampling sessions of 60 minutes (Altmann 1974). Each session was divided into twelve 5 min intervals. During these intervals, reproductive behaviors (events) were collected using all occurrences sampling and behavioral data (states) using one-zero sampling (Altmann 1974). Behavioral data from birds inside the pre-release acclimation enclosure were collected through *ad libitum* sampling (Altmann 1974).

The behaviors recorded were: Foraging- Included eating, drinking or inspecting food items and moving around within a food source searching for items; Interaction- All social interactions; Incubation- Sitting over the eggs. While incubating the bird could engage in other activities such as maintenance of feathers, rest, vigilance, foraging or even nest maintenance. In those cases, we indicate the behavior with/inc.; Maintenance- preening of feathers, scratching the head with his foot, cleaning the beak on the branch, gaping; Nest Maintenance- Removing waste or debris from the nest, pecking or preening the nest material. Could be done while the female incubated; Resting- Assuming a posture of laying on its legs, eyes closed or partially closed, neck retracted or under wing; Vigilance- visually searching the environment, either looking above or below the animal's position, sitting or standing; Locomotion- moving around the environment (walking or flying) from one location to another; and Vocalization- Emitting any kind of vocalization.

2.3. Data Analysis

The data were expressed either as total counts per 60 min focal session or as percentage of the number of 5 min intervals in which the behavior occurred. The analyzes were performed on the total number of records of each behavior (frequency) by the male and the female of the pair. The data were analyzed using contingency table analysis (χ^2 for > 2 with 5000 Monte Carlo simulations, see Zar 2013). Because incubation constraints other behaviors and because it is mostly a female behavior, we also compared male and female behavioral frequencies without incubation. In this case all behaviors labelled */inc were assigned to incubation and removed from analyses. All tests were calculated with XLSTAT® (XLSTAT 2013), with two-tailed probabilities and $\alpha = 0.05$.

3. Results

Black-fronted piping guans were observed for 172 h during 181 focal periods (Female N = 85, Male N = 96) across 97 days of monitoring. Seven focal periods with < 30 min of observation due to the loss of visual contact with released individuals were not considered for analyses. Observations were more frequently conducted in the morning (between 06:00 h and 12:00 h; N = 133 focal periods) than in the afternoon

(between 13:00 h and 17:00 h; N = 48 focal periods). The released pair was usually observed near the pre-release acclimation enclosure.

3.1. Description of the behavioral repertoire

We recorded six behaviors related to reproduction: 1) Wing Display (N = 38), 2) Nodding Call (N = 69), 3) Mating Dance (N = 42), 4) Male Offering Food to Female (N = 2) and 5) Tail Fanning (N = 1) and 6) Copulation. (N = 1). Except to Wind Display and Copulation behaviors, all the other were described for the first time for Black-fronted piping guans. Only the male performed the Wing Display, Mating Dance and Male Offering Food to Female. Only the female exhibited Tail Fanning.

The Wing Display was recorded from August to November 2017 and in February 2018. The Wing Display consisted of a combination of a call while the bird was perched followed by an in-flight display. First, the male, perched alone, on or near the forest canopy, emits a vocalization characterized by a prolonged sequence of loud whistles with ascending amplitude toward the end. This vocalization is similar to the "üi, i, i, i, i, i" vocalization of the Grey-hooded Attila *Attila rufus* (Vieillot, 1819) (Passeriformes, Tyrannidae), a bird also present in the Atlantic Forest, but the Grey-hooded Attila call lacks the upward amplitude shift toward the end. After vocalizing, the male performed the Wing Display, by taking flight from the perch and producing a mechanical sound with the wings during a prolonged slow flight toward the canopy of a nearby tree.

The Nodding Call consisted of moving the head up and down, as if the reintroduced male was shaking the head in agreement with something (like a "yes"), while vocalizing a low and continuous hum ("*fui fui fui*"), and on some occasions, walking over the substrate (i.e. ground, tree branch and in the center of the canopy of a tree fern). This behavior was observed predominantly on the tree canopy and was associated with copulation attempts. The female approached the male after this behavior. A similar behavior was displayed by the female, but without vocalization. On four other occasions, the female was observed performing only the vertical nodding movement with the head. One of these occurred during an interaction with the reintroduced male. The male and female interacted during the performance of this behavior. While the male performed the Nodding Call and the Mating Dance in the

center of a tree fern canopy, the female flew to meet the male and perched beside it. Both continued to make nodding movements facing each other. The female subtly pecked at the male's tail, then the male gave his perch to the female, who perched in the center of the fern's crown while the male perched beside her on a leaf. The female continued to nod repeatedly as she took leaves from the male's beak. Apparently, the presence of the observers disturbed the female who rose from the center of the tree fern, walked over and perched in the foliage of the fern, while the male remained in the same place. Both continued to nod repeatedly towards each other. The entire interaction was recorded throughout a single observation session (60 min). On the other three occasions, it was not possible to determine the context (cause or stimulus) of this behavior.

The Mating Dance was usually recorded after the Nodding Call behavior and often incorporated this call into it. This behavior was recorded on September, November, December 2017 and January 2018. The reintroduced male, while making the Nodding Call, would peck at leaves and twigs. Occasionally, he would move around the substrate (i.e. ground, tree branch and in the center of the canopy of a tree fern) placing leaves or twigs on the trunk or under his body when it was perched. When perched, the male continued to make nodding movements and gather more material to place under his body. This behavior was mostly observed in the canopy (88%, N = 37), especially in vines, or under the canopy of tree ferns and while on thick branches.

The Male Offering Food to female was recorded on November, 2017 and January, 2018. The male was perched on a pod of fruits of the *juçara* palm *Euterpe edulis* Mart. (Arecales, Arecaceae) and started to display the Nodding Call while carrying one of the fruits in the beak. The female approached the male and took the food directly from his beak. On another occasion the individuals were close to each other on the forest ground. The male picked up from the ground a fruit from *Alchornea sidifolia* Müll.Arg. (Malpighiales, Euphorbiaceae), began the Nodding Call, and approached the female, who took the fruit directly from his beak.

Tail Fanning, a behavior performed exclusively by the female, was recorded once (September 2017). This behavior was characterized by head movement similar to that of the Nodding Call while lifting and spreading the tail. On the first day that individuals were seen close to each other outside the pre-release acclimation

enclosure, the male and female were spotted on the same tree. The female, which was perched on a lower branch, oriented her head a few times towards the male while performing nodding movements. Then she slashed at a few leaves with her beak while looking up toward the male. Next, she repositioned herself on the branch with the back turned toward the male, leaned forward and lifted the tail while spreading its feathers (as if fanning).

Tail Fanning behavior was also displayed by one of the female candidates for release that was inside the pre-release acclimation enclosure. She tilted her body forward while lifting and opening her fan-shaped tail with her legs slightly bent and stomped on the substrate while alternately nodding and emitting a slightly audible vocalization. This behavior was observed on the ground and upper stratum and often in the presence of one male.

Two copulation attempts were recorded between male and female. Copulation attempts were characterized by the male, with wings partially extended, chasing the female to corner her on a substrate (i.e. ground and on the pre-released acclimation enclosure); the Nodding Call and the Wing Display were performed but with no apparent sequence. On the other hand, copulations were observed among candidates for release that were inside the pre-release acclimation enclosure. As described before, the male with its wings lowered chased the female on the ground when it reached the female, climbed on the back of the female who laid her chest down to the ground. The male, with wings spread, pecked the nape of the female and positioned his cloaca in contact with her cloaca.

3.2. Nesting and Incubation Behavior of a Pair Released in the Wild

Artificial nests were not used by reintroduced Black-fronted piping guans. The natural nest was built in the center of the canopy of a fern tree *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheales, Cyatheaceae) with 6 m height, diameter of 14.3 cm and a canopy area of 16.2 m². The fern was located at an altitude of 900 m on the edge of a trail used by visitors or reserve staffs, and 40 m from the pre-release acclimation enclosure, 40 m from a stream and 41 m from a pasture area. The nest was placed in the depression formed where leaves radiate from the center of canopy of tree fern

(**Figure 1**). The female improved the nest with plant material from the tree itself even after the beginning of the incubation period.



Figure 1. Reintroduced female of Black-fronted piping guan seated in the nest built in the center of a fern tree canopy in the Atlantic forest of southeastern Brazil.

The female was observed resting in the incubation position in February 1, 2018 (**Figure 1**). However, the eggs were not seen. From this date, 25 focal periods were carried out (Female: N = 15, Male: N = 10). Only the female was observed incubating the eggs. The male and the female differed in the time allocation to the different behaviors recorded (**Figure 2a**; $\chi^2 = 261.91$; $df = 9$; $p < 0.0001$). Significant differences between the male and female were also obtained when we removed from the analysis both incubation (**Figure 2b**; $\chi^2 = 104.73$; $df = 8$; $p < 0.0001$) and vigilance ($\chi^2 = 48.21$; $df = 7$; $p < 0.0001$). While incubating, the three most common behaviors of the female were Sitting (54.4%), Vigilance (21.8%) and Maintenance (6.7%). During the incubation period, the male did not exhibit parental care behavior nor interacted with the female. He was often seen in the vicinity of the pre-release acclimation enclosure, away from the nest.

The female was sighted off the nest three times: On 15 February 2018, when heavy rain occurred, it remained off the nest for at least 15 min; On 16 February 2018 she remained off the nest for about 30 min, foraging on the fruits of *A. sidifolia*; On 19 February 2018 she was observed off the nest for about 55 min while preening, after it

had rained the day before. At 08:05 h returned to the nest and resumed incubation, and at 08:25 h again left to forage on *A. sidifolia* fruits. At no time did the male replace the female in the nest while she was away. We recorded the female foraging (12 events: 2.7%), and on seven occasions she fed on the leaves of the tree fern while incubating the eggs.

Two white eggs were sighted in the nest 14 days after the start of incubation (**Figure 3**). We avoided approaching the nest and manipulating the eggs. The incubation period was interrupted between the 19th and 20th day, a period with heavy rainfall. During those days, the female was observed to leave the nest for periods of time to dry the feathers and forage. On the 20th day the female was not in the nest and fragments of eggs were found under the arborescent fern. The eggs are presumed to have fallen from the nest after heavy rain.

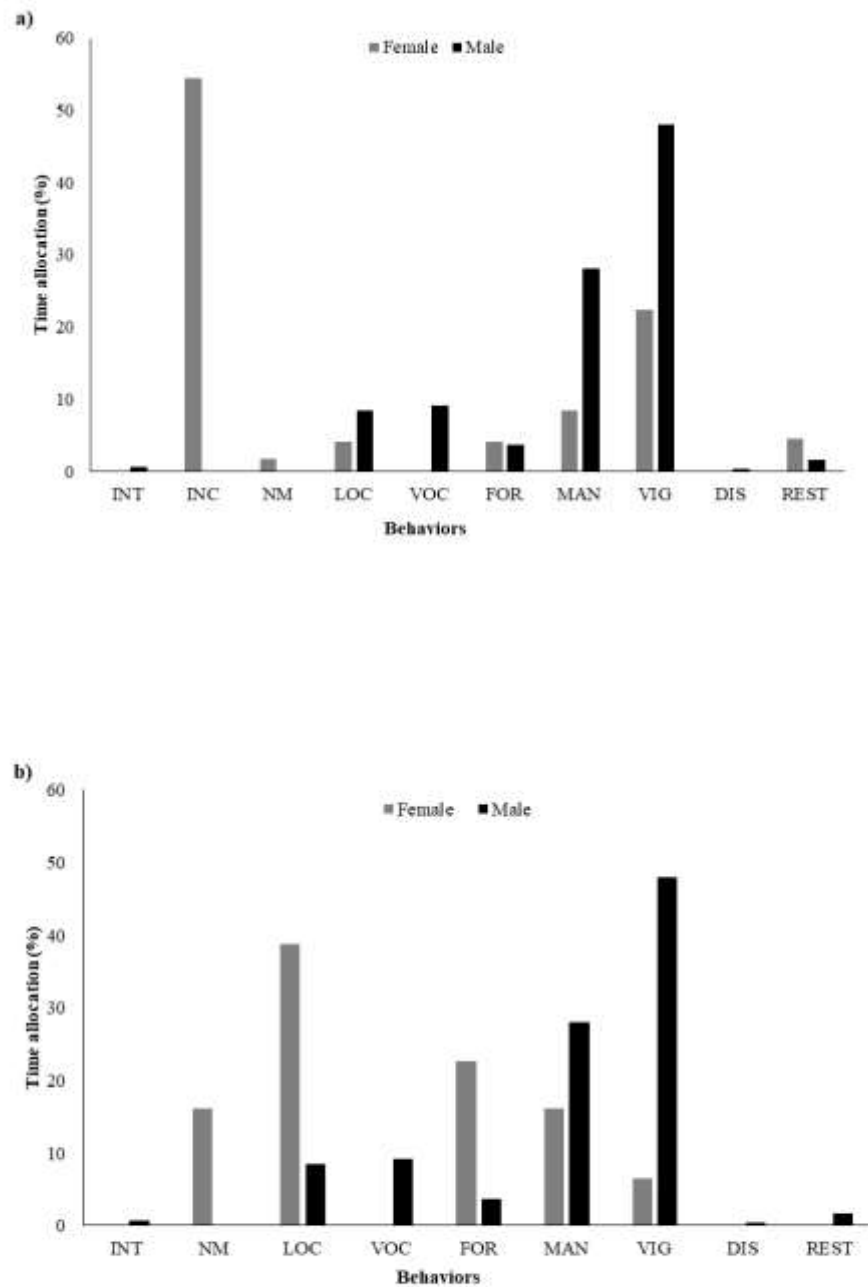


Figure 2. Time allocation (in percentage) to all behavioral categories observed for the pair of Black-fronted piping guans (**a**) and while the female was incubating the eggs - all behaviors that had */inc were removed from the analysis (**b**), in the Atlantic forest of southeastern Brazil (INT – Interaction; INC – Incubation; NM – Nest Maintenance; LOC –Locomotion; VOC – Vocalization; FOR – Foraging; MAN – Maintenance; VIG – Vigilance; DIS – Display; REST–Resting).



Figure 3. Nest of Black-fronted piping guan with two eggs (only one egg circled in red) found in the Atlantic forest of southeastern Brazil.

Other social interactions were observed during the reproductive season (N = 195 events) between the released pair and the Black-fronted piping guan candidates for release (N = 9 individuals) that were inside the pre-release acclimation enclosure. The reintroduced male interacted with the males inside the pre-release acclimation enclosure, mainly with an apparently dominant male (80%, N = 156 events). On 88% of the events we observed a behavior of territorial defense between the reintroduced (approx. 7 yrs old) male and a male inside the enclosure (approx. 8 yrs old). The two males stood facing each other, their crests raised, and vocalized intermittently while making a horizontal movement with their heads from side to side, like a "no" (N = 59). On other events (N = 111), one of the males (both the reintroduced and candidates for release) chased the other near the enclosure railing and with the crest raised and vocalizing, pecked the other individual through the railing.

Males also emitted the "píooooo" call, a territorial vocalization with a loud beginning and softer ending, during a descent-rise tail display. This vocalization was emitted when the male faced another male, whether perched on a branch or on the ground. Sometimes the male would inflate his chest and flap his wings. This vocalization was also performed by the reintroduced male when perched in tall trees around the pre-release acclimation enclosure, both in the presence and absence of the female.

4. Discussion

The observations of the pair of reintroduced Black-fronted piping guan and those of the candidate birds for release provided valuable information about the reproductive behaviors of this Critically Endangered species. The present observations describe various reproductive and agonistic behaviors of the Black-fronted piping guans: display behaviors, complete mating, nesting and some incubating behaviors. Our study describes some reproductive behaviors displayed in sequence that have not been previously described for this Neotropical cracid: Nodding Call, Mating Dance, Tail Fanning and Male Offering Food to Female. The study also enhanced the ethogram for copulation behavior, the description of the nest and behavior of both sexes during incubation.

Although the breeding attempt was unsuccessful, some of the reproductive behaviors exhibited by the pair of reintroduced Black-fronted piping guans, such as the Wing Display, platform-nesting, and the preference for upper forest stratum, match previously published descriptions of native wild birds (Paccagnella *et al.* 1994, Galetti *et al.* 1997, del Hoyo *et al.* 2014). This suggests that captive rearing has not led to the loss of species-typical reproductive behaviors.

4.1. Description of the behavioral repertoire

The reproductive season observed in the present study coincided with that recorded in other places where the Black-fronted piping guan occurs (Galetti *et al.* 1997, Sick 2001, del Hoyo *et al.* 2014). In the wild, Wing Display is thought to indicate the beginning of the reproductive season (Sick 2001). In the present study, this behavior was first observed in August, coinciding with the beginning month of this behavior in the southeast of Brazil (del Hoyo *et al.* 2014). Sick (2001) described that the sound produced by the wings of the Black-fronted piping guan as resembling a "tearing" of a thick cloth or the noise produced by a large tree falling. Black-fronted piping guan nests with chicks have been sighted from October to February (del Hoyo *et al.* 2014). This period would coincide with the hatching of eggs from the pair of the reintroduced Black-fronted piping guans had they succeeded in reproducing.

We recorded four other behaviors related to reproduction: 1) Nodding Call, 2) Mating Dance, 3) Male Offering Food to Female and 4) Tail Fanning. In a previous

study on captive breeding of Black-fronted piping guans, none of these four reproductive behaviors were described: Cominese-Filho *et al.* (1986) only reported that the male becomes more "attentive" toward the female and emits long peeps during the reproductive season.

Birds of the order Galliformes have an extensive repertoire of reproductive display behaviors (see Neves 1988, Garcia & Brooks 1997, Mateos 1998). The reproductive behaviors of *P. jacutinga* appear to be similar to those of other closely related species cracids (Sick 2001, Aguilar & Aguilar 2012, del Hoyo *et al.* 2014). Neves (1988) observed male courtship behaviors of captive Dusky-legged Guans *Penelope obscura bronzina* Hellmayr, 1914 that are similar to those we observed.

The copulation behavior observed inside the enclosure is similar to that described for another species of cracid, the Speckled Chachalaca *Ortalis guttata* (von Spix, 1825) (Dantas & Silva 2003). Previous studies of captive Black-fronted piping guans studies (Cominese-Filho *et al.* 1986) did not report the copulation behavior, however they describe that moments before copulation when the male becomes more aggressive toward the female, forcing her to yield. This aggressiveness of the male is usually in the form of strong pecking and biting of the female's neck.

4.2. Nesting, Incubation and Concomitant behavior of a pair released to the wild

The nest was constructed in a well-preserved forest, with food resources such as *juçara* palms, the main food resource of the Black-fronted piping guans in sympatric zones (Galetti *et al.* 1997). The nest was also located near a water body, which is a habitat usually associated with the genera *Aburria* and *Pipile* (Paccagnella *et al.* 1994, Galetti *et al.* 1997, del Hoyo *et al.* 2014). This species constructs simple platform nests with branches and stems in forks of trees, vine tangles, on rocks and even on the ground (Galetti *et al.* 1997, Sick 2001, del Hoyo *et al.* 2014). Active nests have been recorded at 1.7 m from the ground on a shrub for Black-fronted piping guan (Galetti *et al.* 1997) and a coffee *Coffea* sp. stand 2.5 m from the ground for the Trinidad Piping-guan *Pipile pipile* (von Jacquin, 1784) (Pawi Study Group 2019). In the present study, the female selected a shallow depression formed by radiating leaves of a fern at 6 m from the ground.

The construction of the nest of Black-fronted piping guans is mainly carried out by the female (del Hoyo *et al.* 2014). Males do not participate, differing from other congeners and the Wattled guan *Aburria aburri* (Lesson, 1828) (Aguilar & Aguilar 2012). Captive female Black-fronted piping guans were frequently observed in the nest prior to laying, standing for long periods on the nest straw, often adjusting it (Cominese-Filho *et al.* 1986). We did not observe the construction of the nest, only its enhancement by the female with plant material collected from the surroundings. The male did not seem to participate in nest tending, although in the days prior to egg laying, he was observed in the fern canopy performing the Nodding Call and the Mating Dance, sometimes placing leaf material under his body.

The behaviors of male and female differed during incubation. The female spent 90% of her time incubating, mostly just sitting on the eggs, but when not, she was vigilant. The male did not incubate but did allocate a significant amount of time to vigilance behavior in the area surrounding the incubating female. When time allocation is analyzed excluding incubation, there was still a significant difference between male and female time budgets. Females foraged or moved among feeding trees, whereas males were vigilant or doing feather maintenance. These observations suggest that incubation constraints time allocation to other behaviors, especially social. When the female leaves the nest, it is to forage, to move (presumably among feeding sources) or to dry feathers after a rain. The female rarely left the vicinity of the nest with eggs. Nests are usually constructed near feeding sources.

In captivity, Black-fronted piping guan females lay from two to four eggs which are incubated by the female for 28-30 days (Cominese-Filho *et al.* 1986, del Hoyo *et al.* 2014). Incubation is carried out almost exclusively by the female and is only replaced by the male when she feeds (Cominese-Filho *et al.* 1986). The females begin to incubate the eggs immediately after the laying of the third and last egg (C. R. Ruiz-Miranda, personal communication). We observed two eggs 14 days after the female was frequently observed in the nest. It is possible that the eggs may have been laid before this first sighting but could not be seen because they were concealed by foliage. Even though the female incubated the eggs for long periods of time, the male was not observed exhibiting any caring behavior toward her (i.e., feeding) or the eggs (incubating when the female left to forage).

There is no published information about the social behaviors, including pair bonding or territory defense for this species. Alexander (2002) and Hayes *et al.* (2009) described an agonistic interaction between males of the Trinidad piping-guan, in which males perform raised their crest feathers, similar to the behavior observed in the present study.

The observed Black-fronted piping guans exhibited species-specific behaviors during the reproductive period. The attempted breeding observed was not successful because the eggs did not hatch, possibly due to adverse climatic conditions (heavy and constant rainfall). This is an expected stochastic event also acting on native wild Black-fronted piping guan populations. Reintroduction plans must consider these effects of stochastic events when estimating the number of pairs to release so as to increase the chances of successful reproductions.

5. Acknowledgements

We thank the volunteers and field technicians, Fabiana Bacci, Bruna Leone Gagetti and Aline Salles Bezerra, from the Projeto Jacutinga who participated in the data collection; Vanessa Trally Bard for reviewing the manuscript; Parque das Aves and Companhia Energética de São Paulo/Paraibuna for providing the birds and Iniciativa Gaia for Logistic Support. This study was financed through grants from from Petrobras (4600445393) and Fundação Grupo Boticário (PROG_0012_2014), and student fellowships from the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Grant number 141755/2015-6). The work was carried out under Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade permits 49204-5.

6. Literature Cited

- Aguilar, H. F., & Aguilar, H. R. F. 2012. Redescrición del Gualí *Aburria aburri* (Lesson, 1828) (Craciformes: Cracidae), con notas sobre el nido y el huevo. *Revista de Ecología Latino Americana*, 17(3), 53--61.
- Alexander, G. D. 2002. Observations of the endangered Trinidad Piping-Guan (*Pipile pipile*), or Pawi, in northern Trinidad. In: F. E. Hayes & S. A. Temple (Eds.), *Studies in Trinidad and Tobago Ornithology Honouring Richard French*. pp. 119--130. St. Augustine, Trinidad: Department of Life Sciences, University of the West Indies.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227--266. DOI: 10.1163/156853974X00534
- Armstrong, D., & Seddon, P. 2008. Directions in reintroduction biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(1), 20--25. DOI: 10.1016/j.tree.2007.10.003
- Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. 2002. Anexo 1 da Lei estadual n.º 11.262, de 08 de novembro de 2002. Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção Ambiental de: São Francisco Xavier e do Banhado, município de São José dos Campos, SP. São Paulo, SP. (Retrieved on Mar 6th, 2020, from https://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2005/10/25_edital_apa_legislacao.pdf).
- Bernardo, C. S. S., Rubim, P., Bueno, R. S., Begotti, R. A., Meirelles, F., Donatti, C. I., Denzin, C., Steffler, C. E., Marques, R. M., Bovendorp, R. S., Gobbo, S. K., & Galetti, M. 2011. Density estimates of the Black-fronted piping guan in the Brazilian Atlantic rainforest. *The Wilson Journal of Ornithology*, 123(4), 690--698. DOI: 10.1676/10-140.1
- BirdLife International. 2019. Species factsheet: *Pipile jacutinga*. Retrieved on March 11, 2019, from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-fronted-piping-guan-pipile-jacutinga>
- Brooks, D. M., & Strahl, S. D. 2000. Curassows, guans and chachalacas: status survey and conservation action plan for cracids 2000-2004. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN/SSC Cracid Specialist Group: p. 182.
- Caro, T. 1999. The behaviour-conservation interface. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(9), 366--369. DOI: 10.1016/S0169-5347(99)01663-8

- CENIBRA (Celulose Nipo-Brasileira S/A). 2017. Relatório de Sustentabilidade 2017. Retrieved on March 05, 2019, from <http://cenibra.com.br/wp-content/uploads/2018/06/2017relatorio-de-sustentabilidade-2017-cenibra.pdf>
- Cominese-Filho, F. R., Cominese, I. T., & Scherer-Neto, P. 1986. Reprodução em cativeiro da “jacutinga” no estado do Paraná. *Anais da Sociedade Sul-Riograndense de Ornitologia*, 7, 10--14.
- Dantas, S. N., & Silva, V. L. 2003. Comportamento afiliativo e parental de aracuã, *Ortalis guttata*, em cativeiro. *Ararajuba*, 11(2), 217--220.
- del Hoyo J., Kirwan, G. M., & Sharpe, C. J. 2014. Black-fronted Piping-guan (*Pipile jacutinga*). In: J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. Juana (Eds.), *Handbook of the Birds of the World Alive*. Retrieved on May 27, 2015, from <http://www.hbw.com/species/blackfrontedpipingguanpipilejacutinga>
- Galetti, M., Martuscelli, P., Olmos, F., & Aleixo, A. 1997. Ecology and conservation of the Jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic Forest of Brazil. *Biological Conservation*, 82(1), 31--39. DOI: 10.1016/S0006-3207(97)00004-9
- Garcia C., & Brooks, D. M. 1997. Evolution of *Crax* sociobiology and phylogeny using behavioral and ecological characters. In: S. D. Strahl, S. Beaujon, D. M. Brooks, A. Begazo, G. Sedaghatkish, & F. Olmos (Eds.), *Cracidae: their Biology and Conservation*. pp. 401--410. Washington: Hancock House Publishers.
- Gonçalves, A. K. 2016. Análise ambiental e morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego Santo Antônio-São Francisco Xavier (SP). Master thesis. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista. p. 81.
- Guix, J. C. 1997. Exclusão geográfica e ecológica de *Penelope obscura*, *Penelope superciliaris* e *Pipile jacutinga* (Galliformes, Cradidae) no estado de São Paulo. *Ararajuba*, 5(2), 195--202.
- Hayes, F. E., Shameerudeen, C. L., Sanasie, B., Hayes, B. D., Ramjohn, C. L., & Lucas, F. B. 2009. Ecology and behaviour of the critically endangered Trinidad piping-guan *Aburria pipile*. *Endangered Species Research*, 6(3), 223--229. DOI: 10.3354/esr00153
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). 2018. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília: ICMBio/MMA: p. 492.

- Ministério do Meio Ambiente. 2006. Portaria nº 351, de 11 de Dezembro de 2006: Dispõe sobre o reconhecimento do Mosaico da Mantiqueira. Brasília, DF. (Retrieved on March 10th, 2019, from http://www.mma.gov.br/estruturas/240/_arquivos/portaria_mosaico_mantiqueira_240.pdf).
- Mcphee, M. E., & Carlstead, K. 2010. The importance of maintaining natural behaviors in captive mammals. In: D. G. Kleiman, K. V. Thompson, C. K. Baer (Eds.), *Wild mammals in captivity: Principles and techniques for zoo management*. pp. 303--313. Chicago: University of Chicago Press.
- Mateos, C. 1998. Sexual selection in the ring-necked pheasant: a review. *Ethology Ecology & Evolution*, 10(4), 313--332. DOI: 10.1080/08927014.1998.9522846
- Neves, V. P. P. 1988. Aspectos da ontogenia do jacu-guaçu (*Penelope obscura bronzina* Hellmayr, 1914), segundo levantamento em cativeiro. Master thesis. Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 92.
- Paccagnella, S. G., Antonelli-Filho, R., Lara, A. I., & Scherer-Neto, P. 1994. Observações sobre *Pipile jacutinga* Spix 1985 (Ave, Cracidae) no Parque Estadual de Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 76(1), 29--32.
- Pawi Study Group. 2019. What we know about Pawi. Retrieved on February 27, 2019, from <http://pawistudygroup.yolasite.com/pawi-page.php>
- Sarrazin, F., & Barbault, R. 1996. Reintroduction: challenges and lessons for basic ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 11(11), 474--478. DOI: 10.1016/0169-5347(96)20092-8
- SAVE Brasil (Associação para Conservação das Aves do Brasil). 2019. Projeto Jacutinga/Aves Cinegéticas. Retrieved on January 03, 2019, from <http://savebrasil.org.br/jacutinga/>
- Schubart, O., Aguirre, A., & Sick, H. 1965. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia*, 12(1), 95--249.
- Sick, H. 2001. *Ornitologia brasileira*. 3rd ed. Curitiba: INISUL/SOB: p. 836.
- Sigrist, T. 2009. *Guia de campo Avis Brasilis - avifauna brasileira: descrição das espécies*. São Paulo: Avis Brasilis: p. 600.
- Silveira, L. F., Soares, E. S., & Bianchi, C. A. 2008. Plano de Ação Nacional para a Conservação de Galliformes Ameaçados de Extinção (aracuãs, jacus,

jacutingas, mutuns e urus). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade–ICMBio: p. 90.

- Sutherland, W. J., Armstrong, D., Butchart, S. H. M., Earnhardt, J. M., Ewen, J., Jamieson, I., Jones, C. G., Lee, R., Newbery, P., Nichols, J. D., Parker, K. A., Sarrazin, F., Seddon, P. J., Shah, N., & Tatavah, V. 2010. Standards for documenting and monitoring bird reintroduction projects. *Conservation Letters*, 3(4), 229--235. DOI: 10.1111/j.1755-263X.2010.00113.x
- Tweed, E. J., Foster, J. T., Woodworth, B. L., Oesterle, P., Kuehler, C., Lieberman, A. A., Powers, A. T., Whitaker, K., Monahan, W. B., Kellerman, J., & Telfer, T. 2003. Survival, dispersal, and home-range establishment of reintroduced captive-bred puaiohi, *Myadestes palmeri*. *Biological Conservation*, 111(1), 1--9. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)00175-1
- XLSTAT A. 2013. Data analysis and statistics software for Microsoft Excel. New York, NY: Addinsoft.
- Zar, J. H. 2013. Biostatistical analysis. 5th ed. Londres: Pearson Education Limited: p. 756 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas utilizadas nas duas fases da soltura (pré e pós-soltura) das jacutingas foram efetivas para atingir em parte os objetivos do presente estudo. Os parâmetros comportamentais avaliados durante o período de aclimação – uso do estrato vertical, condição física (qualidade do voo e peso), sociabilidade e aceitação de novos itens alimentares – são essenciais para que as jacutingas nascidas em cativeiro se adaptem mais facilmente ao ambiente natural e, em longo prazo, constituam uma população viável e autossustentável.

A oferta de itens alimentares, além de possibilitar que as jacutingas exibissem comportamentos naturais de forrageio, permitiu que estas aves identificassem ao menos em parte itens alimentares e o modo como estes estariam disponíveis nas áreas de soltura como observado no presente trabalho. Desse modo, a oferta de itens alimentares da área de soltura deve ser realizada às jacutingas candidatas à soltura durante o período de aclimação.

A sociabilidade das jacutingas não parece ser um parâmetro determinante para seleção e soltura de grupos de aves, uma vez que a coesão não foi muito grande entre os grupos de jacutingas avaliados. Além disso, os subgrupos formados, em geral, não permaneceram unidos após a soltura. Todavia, esse parâmetro pode auxiliar na determinação de grupos de soltura, caso a soltura seja realizada em mais de uma área, principalmente se as observações forem realizadas durante o período reprodutivo, pois aumenta as chances de formação de pares reprodutivos. O fato dos animais utilizarem mais o estrato superior do viveiro de aclimação não significa que as aves possuem habilidades de voo. Por isso, um treinamento rigoroso é recomendado.

Além dos parâmetros avaliados, aspectos do comportamento como o estresse devem ser considerados durante o período de aclimação. Indivíduos que evidenciam altos níveis de estresse comparado a outros, durante a transferência e manejos, devem ser monitorados com mais atenção e, caso apresentem desorientação e ausência de motivação, devem ser rapidamente recapturados e não devem ser soltos novamente, pois teriam altas chances de não sobreviverem no novo ambiente. Estas aves podem ser destinadas a planteis ou mesmo utilizadas em atividades de educação ambiental.

A soltura de animais mansos pode ser recomendada em áreas onde seja realizado manejo de predadores e não existam atividades de caça. No presente estudo não foi realizado manejo de predadores e optou-se por destinar as jacutingas mansas para os plantéis dos criadouros participantes do projeto. Essa decisão também levou em consideração a dificuldade na obtenção dos espécimes para o projeto de conservação junto aos criadouros conservacionistas.

Buscou-se realizar as avaliações comportamentais dos grupos de jacutingas fora do período reprodutivo, no qual há mudanças do padrão comportamental das aves, com maior exibição de comportamentos reprodutivos, podendo comprometer a resposta das aves aos testes e avaliações. Por outro lado, a aclimação durante o período reprodutivo pode favorecer a formação de pares reprodutivos ainda no viveiro de aclimação, aumentando assim as chances de reprodução após a soltura.

A suplementação alimentar possibilita que os indivíduos se adaptem paulatinamente ao novo ambiente. Além disso, como os frutos, principal recurso alimentar das jacutingas, variam sazonal e espacialmente, a suplementação adicional pode auxiliar os indivíduos no período de escassez de recurso. Por isso, recomenda-se a suplementação alimentar para as jacutingas reintroduzidas.

Na natureza, as jacutingas são principalmente observadas em florestas bem preservadas, sendo ocasionalmente registrada em áreas antropizadas. As jacutingas reintroduzidas também foram mais frequentemente observadas em áreas florestais comparadas a áreas antropizadas.

O longo tempo de isolamento no cativeiro pode acarretar na perda de comportamentos devido à ausência de estímulos. Por outro lado, as jacutingas do presente estudo aparentemente não perderam os comportamentos naturais, pois registramos além dos comportamentos descritos para espécie em vida livre, novos comportamentos reprodutivos e agonísticos, dos quais alguns são semelhantes aos exibidos por outras espécies de cracídeos.

Na natureza, o sucesso reprodutivo (eclosão dos ovos) pode ser afetado por diferentes fatores. No presente estudo, a única tentativa reprodutiva de um casal de jacutingas foi mal sucedida devido a eventos estocásticos, tal qual a chuva forte e constante. Esses eventos naturais provavelmente também acometem as populações silvestres, por este motivo recomenda-se a soltura de grupos maiores (ou pequenos grupos em pequenos intervalos de tempo), pois aumenta as chances dos indivíduos

se encontrarem na natureza e, ao mesmo tempo, pode diminuir os efeitos negativos de eventos estocásticos na população fundadora.

Para que as jacutingas possam persistir na Mata Atlântica, por meio da manutenção das populações naturais e o repovoamento de locais que esta espécie já habitou, diferentes estratégias devem ser adotadas, incluindo: a preservação do seu hábitat; realização de atividades de educação ambiental; atividades de ecoturismo que agreguem valores econômicos para as comunidades do entorno da área de soltura; estudos genéticos dos espécimes dos diferentes criadouros a fim de selecionar com bases genéticas os melhores indivíduos candidatos à soltura; parceria de criadouros e projetos de reintrodução a fim de traçar as melhores estratégias de manejo com objetivo de aumentar as chances do sucesso da reintrodução (sobrevivência e reprodução dos indivíduos), treinamentos e avaliações do comportamento das aves, incluindo: treinamento de voo, avaliação do estresse, treinamento antipredador, oferta de recursos alimentares presentes na área de soltura e uso do estrato superior. Além disso, a suplementação alimentar e o monitoramento das jacutingas soltas se fazem necessários para maximizar as chances de sucesso do projeto.

REFERÊNCIAS

- Alves, M.A.S., Pacheco, J.F., Gonzaga, L.A.P., Cavalcanti, R.B., Raposo, M.A., Yamashita, C., Maciel, N.C., Castanheira, M., 2000. Aves. In: de Godoy Bergallo, H.A. Fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, EdUERJ, 1, 113-124.
- Armstrong, D., Hayward, M., Moro, D., Seddon, P., 2015. Advances in reintroduction biology of Australian and New Zealand fauna. CSIRO publishing.
- Armstrong, D.P., Seddon, P.J., 2008. Directions in reintroduction biology. Trends in Ecology & Evolution 23(1), 20-25.
- BAHIA, 2017. Portaria nº 37 de 15 de agosto de 2017 - Torna pública a Lista Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado da Bahia. Disponível em:http://www.meioambiente.ba.gov.br/gestor/Consultas/ConsultaPublicacao/publicacaoTexto.php?pub_id=4512 Acessado em:19/10/2020.
- Bambirra, S. A., & de Oliveira Ribeiro, A. 2012. Tendências nos programas de reintrodução de espécies de animais silvestres no Brasil. *Títulos não-correntes*, 23(2).
- Bauder, J.M., Breininger, D.R., Bolt, M.R., Legare, M.L., Jenkins, C.L., Roth-Ermel, B.B., Mcgarigal, K., 2016. The Influence of Sex and Season on Conspecific Spatial Over-lap in a Large, Actively-Foraging Colubrid Snake. PLoS ONE 11(8), e0160033.
- Beck, B.B., Rapaport, L.G., Stanley Price, M.R., Wilson, A.C., 1994. Reintroduction of captive-born animals. In: Olney, P.J.S., Mace, G.M., Feistner, A.T.C. (Eds.). Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals. London, Chapman & Hall. pp. 265-296.
- Bernardo, C.S.S., 2008. Relatório Interno. Reintrodução de *Aburria jacutinga* (Cracidae, Galliformes) na Reserva Ecológica de Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ. Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro-SP. 153p.
- Bernardo, C.S.S., 2012. Reintroduction as a conservation tool for threatened Galliformes: the Red-billed Curassow *Crax blumenbachii* case study from Rio de Janeiro state, Brazil. Journal of Ornithology 153(1), 135-140.

- Bernardo, C.S.S., Locke, N., 2014. Reintroduction of red-billed curassow *Crax blumenbachii* to Guapiaçu Ecological Reserve, Brazil. *Conservation Evidence* 11, 7-7.
- Bernardo, C. S. S. 2012. Reintroduction as a conservation tool for threatened Galliformes: the Red-billed Curassow *Crax blumenbachii* case study from Rio de Janeiro state, Brazil. *Journal of Ornithology*, 153(1), 135-140.
- Bernardo, C.S.S., Lloyd, H., Bayly, N., Galetti, M., 2011a. Modelling post-release survival of reintroduced red-billed curassows *Crax blumenbachii*. *Ibis* 153, 562-572.
- Bernardo, C.S.S., Lloyd, H., Olmos, F., Cancian, L.F., Galetti, M., 2011b. Using post-release monitoring data to optimize avian reintroduction programs: a 2-year case study from the Brazilian Atlantic Rainforest. *Animal Conservation* 14, 676-686.
- BirdLife Internacional, 2019. Country profile: Brazil. Disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/countrybrazil>. Acesso em: 16 jul. 2019.
- Brooks, D.M., Strahl, S.D., 2000. Curassows, guans and chachalacas: status survey and conservation action plan for cracids 2000-2004. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN/SSC Cracid Specialist Group: 182p.
- Cade, T.J., Jones, C.G., 1993. Progress in restoration of the Mauritius Kestrel. *Conservation Biology* 7(1), 169-175.
- Cade, T.J., Enderson, J.H., Thelander, C.G., White, C.M., 1988. Peregrine falcon populations: their management and recovery. Michigan, Peregrine Fund 949p.
- CENIBRA (Celulose Nipo-Brasileira S/A). 2017. Relatório de Sustentabilidade 2017. Retrieved on March 05, 2019, from <http://cenibra.com.br/wp-content/uploads/2018/06/2017relatorio-de-sustentabilidade-2017-cenibra.pdf>
- Chediack, S.E., Baqueiro, M.F., 2005. Extração e conservação do palmito. In: Galindo-Leal, C., Câmara, I.G. (Eds.), *State of the hotspots: Mata Atlântica - biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Brasília, Fundação SOS Mata Atlântica, Conservação Internacional e Centro de Ciências Aplicadas à Biodiversidade, p. 404-410.
- Cid, B., 2011. Reintrodução da cutia vermelha (*Dasyprocta leporina*) no Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): avaliação dos procedimentos, determinação do sucesso em curto prazo e caracterização dos padrões

- espaciais. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 134p.
- Cid, B., Figueira, L., Mello, A.F.T.M., Pires, A.S., Fernandez, F.A., 2014. Short-term success in the reintroduction of the red-humped agouti *Dasyprocta leporina*, an important seed disperser, in a Brazilian Atlantic Forest reserve. *Tropical Conservation Science* 7(4), 796-810.
- del Hoyo, J., Kirwan, G.M., Sharpe, C.J. 2014. Black-fronted Piping-guan (*Pipile jacutinga*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Barcelona, Lynx Edicions.
- Fischer, J., Lindenmayer, D.B., 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation* 96, 1-11.
- Friedemann, G., Leshem, Y., Kerem, L., Shacham, B., Bar-Massada, A., McClain, K.M., Bohrer, G., Izhaki, I. 2016. Multidimensional differentiation in foraging resource use during breeding of two sympatric top predators. *Scientific Reports* 6.
- Galetti, M., Martuscelli, P., Olmos, F., Aleixo, A. 1997. Ecology and conservation of the Jacutinga *Pipile jacutinga* in the Atlantic Forest of Brazil. *Biology Conservation* 82, 31-39.
- Galetti, M., Guevara, R., Côrtes, M.C., Fadini, R., Von Matter, S., Leite, A.B., Labecca, F., Ribeiro, T., Carvalho C.S., Collevatti, R.G., Pires, M.M., Guimarães-Jr, P.R., Brancalion, P.H., Ribeiro, M.C., Jordano, P., 2013. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science* 340(6136), 1086-1090.
- Griffith, B., Scott, J.M., Carpenter, J.W., Reed, C., 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245(4917), 477-480.
- Haig, S.M., Ballou, J.D., Derrickson, S.R. 1990. Management options for preserving genetic diversity: reintroduction of Guam rails to the wild. *Conservation Biology* 4(3), 290-300.
- ICMBio, 2020. APA Bacia do Rio Paraíba do Sul Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2170-apa-bacia-do-rio-paraiba-do-sul>
- ICMBio, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, ICMBio/MMA. 492 p.

- IUCN, 2009. Guidelines for the Re-introduction of Galliformes for Conservation Purposes. World Pheasant Association and IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group (eds.). Gland, Switzerland, IUCN and Newcastle-upon-Tyne, UK, World Pheasant Association, 86 p.
- IUCN, 2014. Diretrizes Para Reintroduções e outras Translocações para fins de Conservação. Tradução em português versão 1.0. União Internacional para Conservação da Natureza. Disponível em: www.iucnsscrg.org. Acesso em: 10 mar. 2020.
- IUCN, 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Jordano, P., Galetti, M., Pizo, M.A., Silva, W.R., 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São Paulo, Brasil, 411-436.
- Kleiman, D.G., Beck, B.B., Dietz, J.M., Dietz, L.A., Ballou, J.D., Coimbra-Filho, A.F., 1986. Conservation program for the golden lion tamarin: Captive research and management, ecological studies, educational strategies, and reintroduction. In: Benirschke, K. (ed.). *Primates: the road to self-sustaining populations*. NY, Springer-Verlag, NY, pp.959-979
- Lawrence, B.A., Kaye, T.N., 2011. Reintroduction of *Castilleja levisecta*: effects of ecological similarity, source population genetics, and habitat quality. *Restoration Ecology* 19(2), 166-176.
- Leberg, P.L., 1993. Strategies for population reintroduction: effects of genetic variability on population growth and size. *Conservation Biology* 7(1), 194-199.
- Mathews, F., Orros, M., McLaren, G., Gelling, M., Foster, R., 2005. Keeping fit on the ark: assessing the suitability of captive-bred animals for release. *Biological Conservation* 121(4), 569-577.
- Madden, J. R., Whiteside, M. A. 2014. Selection on behavioural traits during 'unselective' harvesting means that shy pheasants better survive a hunting season. *Animal Behaviour*, 87, 129-135.
- Mallet-Rodrigues, F., Parrini, R., & Pacheco, J. F. 2007. Birds of the Serra dos Órgãos, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil: a review. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15(1), 05-35.

- Milliano, J., Di Stefano, J., Courtney, P., Temple-Smith, P., & Coulson, G. 2016. Soft-release versus hard-release for reintroduction of an endangered species: an experimental comparison using eastern barred bandicoots (*Perameles gunnii*). *Wildlife Research*, 43(1), 1-12.
- Mikich, S. B., & Bérnils, R. S. 2008. Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná. 2004.
- Minas gerais, 2010. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010. Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/biodiversidade/deliberao_normativa_copam_n147.pdf Acessado em: 07 de outubro de 2020.
- Moorhouse, T.P., Gelling, M., Macdonald, D.W., 2009. Effects of habitat quality upon reintroduction success in water voles: evidence from a replicated experiment. *Biological Conservation* 142(1), 53-60.
- Nichols, J. D., Williams, B. K., 2006. Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 21(12), 668-673.
- Paccagnella, S.G., Antonelli-Filho, R., Lara, A.I., Scherer-Neto, P., 1994. Observações sobre *Pipile jacutinga* Spix, 1825 (Aves, Cracidae) no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. *Iheringia* 76, 29-32.
- Paraná, 2018. Decreto Estadual nº11797/ 2018 - Reconhece e atualiza Lista de Espécies de Aves pertencentes à Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná e dá outras providências, atendendo o Decreto nº 3.148, de 2004. Disponível em: < <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAtos=211323&indice=1&totalRegistros=272&anoSpan=2018&anoSelecionado=2018&mesSelecionado=11> > Acessado em: 29 de setembro de 2020.
- Passamani, M., Mendes, S. L., 2007. *Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo*. Vitória: Ipema.
- Paulino, R., Nogueira-Filho, S.L.G., da Cunha Nogueira, S.S. 2018. The role of individual behavioral distinctiveness in exploratory and anti-predatory behaviors of red-browed Amazon parrot (*Amazona rhodocorytha*) during pre-release training. *Applied Animal Behaviour Science* 205, 107-114.

- Pratolongo, F.A., 2004. Dispersión, supervivencia y reproducción de la pavaaliblanca *Penelope albipennis taczanowski 1877* (cracidae) reintroducida a su hábitat natural en Perú. *Ecologia Aplicada* 3, 112-117.
- Rio Grande do Sul, 2014. Decreto nº 51.797 de 8 de setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2051.797.pdf>. Acessado em: 29 de setembro de 2020.
- Rivera, D., 2016. Uso de etograma na conservação de jacutingas – *Aburria jacutinga* (Spix, 1825) (Galliformes: Cracidae): comportamento antipredatório e avaliação de dieta como subsidio para a criação e soltura. Dissertação (Mestrado em Conservação da Fauna), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 92p.
- Sainsbury, A.W., Armstrong, D.P., Ewen, J.G., 2012. Methods of disease risk analysis for reintroduction programmes. In: Ewen, J., Armstrong, D., Parker, K., Seddon, P. (Eds.). *Reintroduction Biology: integrating science and management*, Blackwell Publishing, pp336-359.
- Santa Catarina, 2011. Resolução do CONSEMA nº 002, de 06 de dezembro de 2011. Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em: file:///C:/Users/Livia%20Dias/Downloads/resolucao_fauna__002_11_fauna%20.pdf Acessado em : 07 de outubro de 2020.
- São Paulo, 2018. Decreto nº 63.853 de 27 de novembro de 2018. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63853-27.11.2018.html> Acessado em: 26 de maio de 2020.
- SAVE Brasil, 2019. Associação Para Conservação Das Aves Do Brasil. Disponível em: <http://savebrasil.org.br/projeto-jacutinga> Acessado em: 26 de maio de 2020.

- Seddon, P. J., Soorae, P. S., & Launay, F. 2005. Taxonomic bias in reintroduction projects. In *Animal Conservation forum* (Vol. 8, No. 1, pp. 51-58). Cambridge University Press.
- Seddon, P.J., Armstrong, D.P., Maloney, R.F., 2007. Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology* 21: 303-312.
- Sick, H., 2001. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira (Ed.), 862p.
- Silveira, L.F., Soares, E.S., Bianchi, C.A., 2008. Plano de Ação Nacional para a Conservação de Galliformes Ameaçados de Extinção (aracuãs, jacus, jacutingas, mutuns e urus). Série Espécies Ameaçadas–n. 6.
- Smith, B.R., Blumstein, D.T., 2013. Animal personalities and conservation biology. *Animal Personalities: Behavior, Physiology, and Evolution*, 379-411.
- Snyder, N.F.R., Snyder, H.A., 1989. Biology and conservation of the California Condor. *Current Ornithology* 6, 175-263.
- Soorae, P. S. (ed.). 2018. Global reintroduction perspectives: 2018. Case studies from around the globe. IUCN/SSC. 6th edition. Reintroduction Specialist Group, Gland, Switzerland and Environment Agency, Abu Dhabi, UAE. 302p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2018-006-En.pdf>. Acessado em 28 de setembro de 2020.
- Stockwell, C.A., Leberg, P.L., 2002. Ecological genetics and the translocation of native fishes: emerging experimental approaches. *Western North American Naturalist* 32-38.
- Sutherland, W.J., 2000. *The Conservation Handbook: Research, Management and Policy*. Oxford, UK, Blackwell Science.
- Wallace, M.P., 2000. Retained natural behaviour in captivity for reintroduction programs. In: Gosling, L.M., Sutherland, W.J. (eds) *Behaviour and Conservation*. p. 300-314.
- Wolf, C.M., Griffith, B., Reed, C., Temple, S.A., 1996. Avian and mammalian translocations: update and reanalysis of 1987 survey data. *Conservation Biology* 10(4), 1142-1154.