

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE PSICOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Bruna Rezende Malta de Sá

Existe ensino em macacos-prego (*Sapajus spp*)? Análise do comportamento do macaco quebrador em eventos de quebra de coco com e sem audiência.

São Paulo

2023

BRUNA REZENDE MALTA DE SÁ

Existe ensino em macacos-prego (*Sapajus spp*)? Análise do comportamento do macaco quebrador em eventos de quebra de coco com e sem audiência.

Versão corrigida

Dissertação apresentada para obter o
título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Psicologia
Experimental

Orientadora: Prof. Dra. Briseida
Dôgo de Resende.

São Paulo

2023

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

Catálogo na publicação Biblioteca Dante Moreira Leite

Instituto de Psicologia da Universidade de São
Paulo

Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

de-Sá, Bruna Rezende Malta

Existe ensino em macacos-prego (*Sapajus spp*)? Análise do comportamento do macaco quebrador em eventos de quebra de coco com e sem audiência. / Bruna Rezende Malta de Sá; orientadora Briseida Dogo de Resende. -- São Paulo, 2023.

92 f.

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

1. Aprendizagem social. 2. Macacos-prego. 3. Ensino. 4. Uso de ferramentas. 5. Etologia. I. Resende, Briseida Dogo de orient. II. Título.

Nome: de-Sá, Bruna Rezende Malta

Título: Existe ensino em macacos-prego (*Sapajus spp*)? Análise do comportamento do macaco quebrador em eventos de quebra de coco com e sem audiência.

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

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

A todos que encheram meu coração de esperança. Esse trabalho só foi possível porque vocês me fizeram acreditar que seria.

Aos meus pais, Joel e Delzi, por me incentivarem a questionar o mundo e a ir atrás dos meus sonhos. Obrigada pelo apoio e pelo amor incondicional, por cada ideia debatida e por cada abraço até que eu me sentisse mais calma. Obrigada por me ensinarem tanto sobre tanta coisa. Tudo só foi possível por causa de vocês. Obrigada por tornarem esse caminho possível de ser trilhado. Amo vocês mais do que sou capaz de colocar aqui.

Ao meu namorado Lucas. Bê, obrigada por me mostrar que o amor pode ser leve e calmo. Obrigada por ser meu parceiro em absolutamente tudo, por ser tão compreensivo e tão amoroso. Obrigada por me ajudar a não desistir e por tornar todos os momentos especiais. Obrigada por nunca ter soltado a minha mão. Sou muito grata por ter você na minha vida.

Aos meus irmãos. Carol, obrigada pelo companheirismo, por aguentar minhas piadas ruins, meus monólogos sobre macaco quebrando coco e por alegrar os meus dias. Lucas, obrigada pelas perguntas curiosas que levaram a longos debates, pelo carinho e por sempre estar disposto a ajudar.

Aos meus tios Marli e Gerson e à minha prima Camilla, por sempre me apoiarem e me ajudarem a ser forte. Obrigada por tudo, sempre.

Ao Peter e à Aninha, meus sogros que cuidam tão bem de mim e vibram a cada conquista. Obrigada por todo apoio e carinho durante todos esses anos.

À Prof^a Dr^a Briseida Resende, minha orientadora. Bri, sou muito sortuda em ser sua aluna. Obrigada por ter me acolhido tão bem mesmo quando nossas reuniões eram apenas virtuais. Desde a nossa primeira reunião já passei a te admirar, e ao longo desses anos a admiração só cresceu. Obrigada por sempre incentivar minhas ideias e por me ensinar tanto. Obrigada, de coração, por tornar esse caminho mais tranquilo e por ter sempre me motivado a continuar e a ir mais longe.

À toda equipe do LEDIS com quem aprendo tanto. É uma honra fazer parte desse grupo.

Aos amigos que o IP me deu: Flavinho, Bella, Ana Flávia, Paula, Naila, Parma, Luiza, Emily, Chris, Igor, Fran, Mellissa e Wood. Obrigada pelas risadas, pelos desabafos e pelo apoio de sempre. Obrigada por tornarem esse caminho mais leve e mais divertido.

Às professoras Dr^a Patricia Izar e Dr^a Ronara Ferreira. Obrigada por me ensinarem tanto e por toda a compreensão e incentivo principalmente durante a monitoria de Etologia. Foi um prazer trabalhar ao lado de pesquisadoras tão incríveis. Ao professor Dr Nicolas Chaline, que durante a monitoria de Motivação e Emoção também me ensinou e me ajudou muito.

Ao professor Dr André Frazão do IB e a todo o pessoal do Labcog, obrigada por me apresentarem a pesquisa em comportamento animal e por terem me mostrado como essa área é fascinante.

Aos meus amigos da graduação do IB, com quem eu aprendi e cresci tanto, foi ao lado de vocês que eu desbravei a USP, a biologia e a Ciência. Obrigada Gomes pela preciosa amizade e parceria que nem o sorteio de FFA separou. Obrigada Passo, Azula, Appa e Victor, pessoas que conheci lá em 2015 quando entramos na faculdade e continuamos amigos até hoje. Vocês são como uma família para mim, obrigada por tudo durante todos esses anos. Obrigada aos amigos que conheci na Bio em outros anos e que também são fundamentais para tudo que sou hoje. Obrigada Catu e Brasa pelo companheirismo e amizade que se aprofundou com o cafezinho no IO e permanece até hoje. À Catatau, quem me apresentou ao LEDIS-Bri e me mostrou que a pós no IP era uma excelente possibilidade. À Mila, com quem iniciei a carreira na ciência. Obrigada por ser a melhor lab sister. Ao Bunni, por toda a amizade, apoio e incentivo. Ao Sharpey por todas as aventuras principalmente durante a licenciatura. À Estopinha, por se aventurar nas disciplinas e brisas de arqueologia comigo, compartilhar ideias e reflexões sobre a vida e por todas as risadas, carinho e acolhimento. À Luisa Bender, com quem eu aprendo tanto. Obrigada pelas risadas, pelos passeios, pelo acolhimento e pela amizade linda que se fortaleceu principalmente no último ano.

Aos meus amigos cujos laços foram estreitados enquanto nos aventurávamos nas sessões de RPG. Ruy e Isa, obrigada por todas as risadas e momentos de descontração que são fundamentais para manter a alegria.

Aos meus amigos da época da escola, Vitor, Bia e Larissa. Mesmo mais distantes, o carinho e o incentivo de vocês são essenciais

Aos meus gatinhos Kiwi, Minduim, Janetty, Koda e Olaf, pelo carinho e por diariamente reforçarem meu fascínio pelo comportamento animal.

A todos os profissionais que me acompanharam e me acompanham durante meu tratamento. Obrigada pelo carinho e por me incentivarem a ir atrás dos meus objetivos.

A todo mundo IP e do Programa de Psicologia Experimental.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior) pelo apoio financeiro (Processo: 88887.61995/2021-00).

RESUMO

de-Sá, B. R. M. (2023). *Existe ensino em macacos-prego (Sapajus spp)? Análise do comportamento do macaco quebrador em eventos de quebra de coco com e sem audiência.* (Dissertação de Mestrado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

A influência social na aprendizagem de quebra de cocos por macacos-prego (*Sapajus spp.*) tem sido bastante estudada, entretanto, ainda não foi pesquisado se há alteração comportamental do macaco proficiente em decorrência da observação por coespecíficos. A alteração comportamental na presença de coespecíficos inexperientes pode facilitar a aprendizagem dos observadores e auxiliar na manutenção de tradições comportamentais. A partir de definições abrangentes, a facilitação de aprendizagem decorrente da alteração comportamental na presença de audiência ingênua pode ser chamada de ensino. Esse tipo de comportamento já foi registrado em chimpanzés, abelhas, formigas, suricatos, felinos e outros carnívoros. Assim, o presente projeto tem como objetivo, a partir de uma reflexão do conceito de ensino, verificar se os quebradores proficientes realizam, no contexto da quebra de cocos em macacos-prego semi-cativos, alterações comportamentais condizentes com o que pode ser chamado de ensino. Partimos da hipótese de que, caso haja ensino, as ações dos quebradores se alterariam conforme a audiência. Registramos as categorias: pegar o coco ou martelo, posicionar e golpear o coco e comparamos as frequências de ocorrência em eventos com e sem audiência, considerando também a maturidade dos observadores e o número de indivíduos presentes na audiência. Após a realização de testes de Wilcoxon, Kruskal-Wallis e a construção de modelos lineares mistos, não encontramos diferenças significativas, indicando ausência de ensino. Defendemos, entretanto, que expandir as análises quantitativas para outras populações de macacos-prego que utilizam ferramentas pode auxiliar na ampliação do entendimento sobre o papel dos macacos proficientes na aprendizagem dos macacos imaturos. Concluimos também que análises qualitativas podem revelar nuances de uma regulação comportamental entre quebrador e observador que escapam às análises quantitativas.

Palavras-chave: 1. Aprendizagem social 2. Macacos-prego 3. Ensino 4. Uso de ferramentas 5. Etologia

ABSTRACT

de-Sá, B. R. M. (2023). Is there teaching in capuchin monkeys (*Sapajus spp*)? Analysis of the nutcracker's behavior in nut-cracking events with and without an audience. (Master's Dissertation). Psychology Institute, University of São Paulo, São Paulo.

Social learning in nut-cracking behavior by capuchin monkeys (*Sapajus spp.*) has been extensively studied, however, it has not yet been investigated if the proficient monkey modifies its behavior in the presence of observers. Behavioral change in the presence of naive conspecifics can facilitate observers' learning and help maintain behavioral traditions. Using broader definitions, the facilitation of learning resulting from modified behavior in the presence of naive observers can be defined as teaching. Teaching has already been recorded in chimpanzees, bees, ants, meerkats, felines and other carnivores. Thus, this project aims to verify whether there is behavioral changes of the proficient monkey in the context of nutcracking behavior among semi-captive capuchin monkeys from an urban Park, allowing discussions about teaching. We start with the hypothesis that, if there is teaching, the actions of the nutcracker would change according to the presence and characteristics of the audience. We registered the categories: take the nut or hammer; place the nut, and strike the nut. We compared the frequencies of these categories considering episodes with and without an audience, also considering the maturity of the observers and the number of individuals present as audience. After performing Wilcoxon and Kruskal-Wallis tests, and building mixed linear models, there were no significant differences between the groups, indicating absence of teaching. We argue that expanding quantitative analyzes to other populations of capuchin monkeys that also use tools may help to broaden our understanding of the role of proficient monkeys in the learning of immature monkeys. Also, further qualitative analysis could reveal details of a behavioral regulation between the nutcracker and the observer that cannot be measured through quantitative methods.

Key-words 1. Social learning 2. Capuchin monkeys 3. Teaching 4. Tool use 5. Ethology

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1. APRESENTAÇÃO: OS MACACOS-PREGO E A INFLUÊNCIA SOCIAL NA APRENDIZAGEM: PODEMOS FALAR EM ENSINO?	12
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. APRENDIZAGEM SOCIALMENTE ENVIESADA NA QUEBRA DE COCOS POR MACACOS-PREGO	14
3. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	20
CAPÍTULO 2. ARTIGO: O ESTUDO DO ENSINO EM ANIMAIS HUMANOS E NÃO-HUMANOS COMO UMA QUESTÃO SISTÊMICA E INTERDISCIPLINAR.....	22
1. RESUMO	22
2. INTRODUÇÃO.....	23
3. DIFERENTES DEFINIÇÕES DE ENSINO.....	25
4. O ENSINO NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SOCIAL NA ETOLOGIA	26
5. ENSINO: UMA DIMENSÃO DA APRENDIZAGEM SOCIAL	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
CAPÍTULO 3. ESTUDO PROPOSTO: INFLUÊNCIA SOCIAL NA APRENDIZAGEM DA QUEBRA DE COCOS EM MACACOS-PREGO (SAPAJUS SPP.): ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DE AUDIÊNCIA NO COMPORTAMENTO DO MACACO QUEBRADOR.....	37
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. ESTUDO PROPOSTO: INVESTIGANDO A QUESTÃO DO ENSINO NO CONTEXTO DA QUEBRA DE COCO EM MACACOS-PREGO	39
3. JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA.....	39
4. OBJETIVO GERAL	40
a. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	41
b. HIPÓTESES E PREVISÕES	41

5. MATERIAIS E MÉTODOS	42
a. Local	42
b. Dados e sujeitos serem analisados	42
c. Identificação dos sujeitos	43
d. Triagem dos vídeos e seleção dos indivíduos para análise	43
e. Categorias comportamentais	44
f. Transcrição dos eventos de quebra de coco	46
6. RESULTADOS	48
a. Índice para comparação dos eventos com e sem audiência.	48
1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco (fcrqc)	48
2) Frequência de posicionamento de coco (fposicionar)	49
3) Frequência de golpes (fgolpes)	49
b. Estudos de caso e Modelos Lineares Mistos	50
1) Estudos de Caso:	51
• Davi	51
• Cisca	55
• Vavá	59
• Medeiros	64
• Suspeito	68
2) Modelos Lineares Mistos	72
• Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco	73
• Frequência de golpes	74
• Frequência de posicionamento de coco	74
c. Resumo dos resultados encontrados	75
• Comparação entre os eventos com e sem audiência	75
• Efeito da maturidade	75
• Modelo Linear Misto	75
7. DISCUSSÃO	76
a. E então, podemos falar ensino?	76
b. A tolerância social e a criação de ambientes propícios para a aprendizagem.	79
8. CONCLUSÕES	81
9. REFERÊNCIAS	82

CAPÍTULO 1. APRESENTAÇÃO: OS MACACOS-PREGO E A INFLUÊNCIA SOCIAL NA APRENDIZAGEM: PODEMOS FALAR EM ENSINO?

1. INTRODUÇÃO

Com os estudos sobre cultura em animais não humanos iniciados com a observação do comportamento de macacos japoneses (*Macaca fuscata*), a linha divisória entre humanos e não-humanos foi desafiada, de modo que novas perguntas puderam ser levantadas e décadas se passaram com o desenvolvimento de discussões sobre a extensão do conceito de cultura aos animais não-humanos, em especial aos primatas (ver Fragaszy & Perry, 2003; Heyes & Galef, 1996; Pagnotta & Resende, 2013). Mesmo sem um consenso quanto à definição do termo cultura (Pagnotta, 2012), a aprendizagem social é um processo fundamental para entender a emergência e transmissão de comportamentos que resultam em fenômenos culturais, tanto em animais humanos quanto não-humanos (Perry et al., 2022).

A aprendizagem social pode ser definida, de maneira abrangente, como a aprendizagem que é influenciada por observações e/ou interações com coespecíficos ou produtos deixados por eles (Box, 1984; Heyes, 1994 apud Hoppitt & Laland, 2008). Assim como há diferentes formas de definir o termo cultura (Pagnotta, 2012), há diferentes maneiras de se estudar e definir a aprendizagem social (Hoppitt & Laland, 2008), e, de maneira geral, podemos perceber duas principais abordagens: 1) entender a relação entre as capacidades cognitivas de humanos e não-humanos e 2) entender a contribuição da aprendizagem social para o sucesso adaptativo das espécies (Heyes & Galef, 1996). A busca por uma continuidade entre as habilidades cognitivas de animais humanos e não-humanos advém não apenas de um interesse biológico, mas também de uma visão antropocêntrica que por muito tempo traçou uma linha divisória entre humanos

e demais animais, e entre humanos e a natureza (de Waal & Ferrari, 2010; Frigaszy & Perry, 2003; Heyes & Galef, 1996).

A abordagem antropocêntrica no estudo da aprendizagem e da relação entre cultura e a biologia levou diversas pesquisas a deixar em segundo plano aspectos importantes da trajetória de desenvolvimento dos indivíduos, como os contextos ambiental e social nos quais a aprendizagem ocorre (Frigaszy & Perry, 2003). Estudos mais recentes têm tentado se afastar, a partir de uma abordagem sistêmica, das visões dicotômicas como as clássicas separações entre mente-corpo (Ballesteros & Resende, 2015; Izar et al., 2018; Marques-Santos & Resende, 2022), homem-natureza e inato-aprendido (Resende, 2019a; Resende, 2019b).

Assim como os humanos, animais não-humanos modificam seu ambiente (Flynn et al., 2013; Frigaszy & Perry, 2003). Através do comportamento, os organismos são capazes de modificar o ambiente, alterando a pressão seletiva que atua sob si e sob as demais espécies, o que é conhecido como *construção de nicho* (Odling-Smee et al., 2003). Essas modificações ambientais podem ser duradouras, de modo que as alterações proporcionadas pelos indivíduos não se limitam ao tempo presente, e podem impactar no desenvolvimento das gerações seguintes por meio dos produtos de suas atividades deixados no ambiente, ou por meio da interação com coespecíficos (Frigaszy et al., 2013; Frigaszy & Perry, 2003). A partir do conceito de construção de nicho, o indivíduo é entendido mais do que um apenas um alvo da seleção natural, mas um agente de modificação (Flynn et al., 2013; Frigaszy & Perry, 2003).

Alinhadas a essa visão sistêmica, Frigaszy e Perry (2003) definem tradição como um conjunto de comportamentos duradouros, compartilhados entre indivíduos de um

mesmo grupo e transmitidos através de diferentes processos de aprendizagem socialmente enviesada (Fragaszy & Perry, 2003). A aprendizagem socialmente enviesada é um termo proposto por Fragaszy e Visalberghi (2001) que faz referência ao contexto no qual a aprendizagem ocorre, tirando o foco das capacidades cognitivas envolvidas no processo. Segundo as autoras, não há como diferenciar processos de aprendizagem social e associal, uma vez que toda aprendizagem é individual, de modo que apenas o contexto no qual a aprendizagem ocorre é passível de diferenciação (Coelho, 2009; Fragaszy & Visalberghi, 2001). Sendo assim, as autoras propõem o uso do termo aprendizagem socialmente enviesada ao invés de apenas aprendizagem social, como uma forma de ressaltar a importância do contexto e não de mecanismos cognitivos distintos de aprendizagem (Fragaszy & Perry, 2003). A aprendizagem socialmente enviesada está presente em animais vertebrados e invertebrados, sendo compartilhado por humanos e outras espécies (Fragaszy & Visalberghi, 2001).

2. APRENDIZAGEM SOCIALMENTE ENVIESADA NA QUEBRA DE COCOS POR MACACOS-PREGO

O estudo do comportamento de quebra de cocos em macacos-prego sob uma perspectiva sistêmica (Fragaszy et al., 2013; Fragaszy & Perry, 2003; Izar et al., 2018; Resende et al., 2008; Resende, 2019) evidencia a importância de incluir o olhar para a influência das interações sociais e do ambiente para entender a emergência e a transmissão de tradições prescindindo do enfoque antropocêntrico e/ou mentalista. Além de chimpanzés (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), gorilas (*Gorilla gorilla*) e macacos-de-cauda-longa (*Macaca fascicularis*), os macacos-prego (*Sapajus spp.*) estão entre os poucos primatas não-humanos que fazem uso espontâneo de ferramentas em seus habitats naturais (Falótico et al., 2017; Malaivijitnond et al., 2007; Resende, 2004).

A quebra de cocos faz parte da rotina alimentar de algumas espécies de macacos-prego, em que a casca do coco é rompida após uma sucessão de golpes desferidos no fruto com a utilização de pedras ou outros objetos rígidos (Resende, 2004). Os principais registros de uso espontâneo de ferramentas em macacos-prego de vida livre advém de populações habitantes da Caatinga e do Cerrado (Ottoni & Izar, 2008). As populações dessas regiões possuem hábitos de vida mais terrestres quando comparados às espécies que habitam florestas tropicais. Os hábitos terrestres impactam nas oportunidades de manipulação de objetos que podem se tornar ferramentas e, em partes, podem explicar por que o uso de ferramentas não se estende a todas as espécies do gênero *Sapajus* (Izar et al., 2018; Ottoni & Izar, 2008).

Os estudos sobre o comportamento de quebra de cocos em macacos-prego realizados pelo LEDIS (Laboratório de Etologia, Desenvolvimento e Interações Sociais), nosso grupo de pesquisa, foram feitos principalmente em populações da Fazenda Boa Vista (FBV), localizada no sul do estado do Piauí, e do Parque Ecológico do Tietê (PET), localizado na zona leste da cidade de São Paulo. São principalmente os dados provenientes dessas pesquisas que estimularam e embasaram as discussões desenvolvidas nesta dissertação.

A sequência de comportamentos mais utilizada por indivíduos adultos que obtêm sucesso na quebra, conseguindo então acesso ao endosperma que serve de alimento, consiste em: 1) pegar o coco, 2) posicioná-lo sobre um substrato que servirá de bigorna, 3) pegar o martelo, que geralmente é uma pedra ou algo semelhante, e 4) batê-lo contra o coco até que seja aberto (Resende et al., 2008). A utilização de ferramentas para quebra de alimentos duros também pode ser observada em chimpanzés (*Pan troglodytes*) e macacos-de-cauda-longa de ambientes costeiros na Tailândia (*Macaca fascicularis*

aurea). Em contraste ao observado em macacos-prego e chimpanzés, que utilizam ferramentas para quebrar a casca de diferentes frutos, os macacos-de-cauda-longa utilizam ferramentas de pedra para quebrar conchas e se alimentar dos moluscos no interior das conchas (Tan, 2017).

Mesmo com as diferenças em relação ao ambiente e à fonte alimentar, é possível encontrar semelhanças importantes entre a ontogenia da utilização de ferramentas destes animais. Estudos focados no desenvolvimento do uso de ferramentas dessas espécies demonstraram que, nos três casos (*Pan troglodytes*, *Macaca fascicularis* e *Sapajus spp*), os indivíduos juvenis interagem com as ferramentas e os alimentos envolvidos na quebra antes de se tornarem proficientes (Tan, 2017). Durante as interações, os animais apresentam os comportamentos envolvidos na atividade de quebra de maneira desordenada. Para os chimpanzés e para os macacos-de-cauda-longa, diferentemente do observado em macacos-prego, o comportamento da sequência ótima de quebra que aparece por último é o comportamento de percussão (Resende et al., 2008; Tan, 2017).

A utilização de ferramentas é um processo gradual, isto é, que ocorre ao longo do desenvolvimento, e se relaciona às experiências prévias do indivíduo e à aprendizagem perceptual, sendo reforçada, principalmente, por comportamentos exploratórios (Lockman, 2000). Dessa forma, espécies de diferentes habitats e com características de desenvolvimento cognitivo distintas enfrentarão diferentes desafios ecológicos até se tornarem proficientes no uso de ferramentas (Resende et al., 2008; Tan, 2017).

Desde os primeiros meses de vida dos macacos-prego é possível observar a manipulação e a exploração de objetos relacionados à quebra de coco, sendo o comportamento de percussão (bater o martelo contra alguma superfície) o mais frequente

nos infantes (Resende, 2004). Entretanto, ainda segundo Resende (2004), os jovens macacos do PET, por exemplo, só são capazes de apresentar a ordem correta dos comportamentos e ter sucesso na quebra a partir dos 2 anos de idade. Como parte do aprendizado, os animais precisam entender a relação entre os objetos utilizados e como posicionar corretamente o coco na bigorna antes do golpe. Considerando a ontogenia dos animais, o comportamento de posicionar o coco parece ser o mais desafiador e, é o último componente da quebra de cocos a aparecer no desenvolvimento dos macaco-prego (Fragaszy et al., 2013; Resende et al., 2008).

Estudos com macacos-prego mostraram que os sítios de quebra, que são os espaços onde os macacos se reúnem e utilizam seus artefatos, representam um estímulo significativo para os macacos-prego, de modo que quanto mais próximos dos sítios, mais se observam comportamentos exploratórios com os objetos relacionados à quebra de coco (Eshchar et al., 2016; Fragaszy et al., 2013). Os artefatos, definidos como os objetos alterados através do uso por algum indivíduo, são capazes de amparar a aprendizagem e a prática de coespecíficos mesmo na ausência daqueles que originalmente produziram os artefatos (Fragaszy et al., 2013; Resende et al., 2021). No contexto da quebra de cocos, por exemplo, a pedra utilizada como martelo por um macaco pode, posteriormente, ser explorada e reutilizada pelos coespecíficos que a encontrarem no ambiente (Resende et al., 2021), estimulando a execução de comportamentos relacionados à quebra de coco (Eshchar et al., 2016). Sendo assim, entende-se que a aprendizagem socialmente enviesada é um dos principais mecanismos pelos quais os macacos-prego enriquecem e aprimoram as habilidades manipulativas relacionadas à quebra de coco.

Os macacos-prego jovens são tolerados por seus coespecíficos até aproximadamente 2 anos de idade (Resende, 2004; Ottoni et al., 2005; Fragaszy et al.,

2013). É frequente os mais jovens permanecerem perto de macacos mais velhos e proficientes, não havendo preferência por permanecerem próximos a membros da mesma família (Coelho et al., 2015; Ottoni et al., 2005; Resende, 2004). Em estudos analisando a ontogenia da quebra de cocos de macacos do PET, do total de eventos de quebra registrados, 25% foram assistidos por outros indivíduos (Resende, 2004; Ottoni et al., 2005). Nesses mesmos estudos, foi observado que os macacos mais jovens parecem ter capacidade de identificar os membros do grupo mais proficientes na atividade de quebra, já que eram estes os mais assistidos (Ottoni et al., 2005; Resende, 2004).

Um comportamento semelhante de tolerância dos adultos com observadores jovens foi visto em macacos-de-cauda-longa de vida livre (*Macaca fascicularis*). Foi visto que, além da interação com as ferramentas e o ambiente relacionado à quebra, macacos jovens mantêm proximidade com os macacos adultos e proficientes durante a quebra de conchas (Tan et al., 2018). Tan e colaboradores (2018) examinaram a interação entre macacos de diferentes idades e com diferentes níveis de proficiência no uso de ferramentas e encontraram evidências de que os macacos mais jovens ativamente interagem com os macacos mais proficientes, os de maior ranking hierárquico e com os quais possuem maior familiaridade (Tan et al., 2018), sendo essa última característica contrastante com o que foi observado em macacos-prego (Coelho et al., 2015).

A preferência dos mais jovens por observar coespecíficos mais proficientes tanto em macacos-prego quanto em macacos-de-cauda-longa, levanta questionamentos sobre o papel da aprendizagem por observação na transmissão do comportamento de quebra (Coelho et al., 2015; Ottoni et al., 2005; Resende et al., 2008; Tan et al., 2018). A permanência dos animais mais jovens nos eventos de quebra pode ser explicada pela motivação gerada pela oportunidade de conseguir comida (Fragaszy et al., 2017).

Entretanto, essa proximidade também pode gerar maiores oportunidades de aprendizagem (Coelho et al., 2015; Ottoni et al., 2005). Ao mesmo tempo que os quebradores mais proficientes são os que mais podem fornecer alimentos durante os eventos de quebra, são também os melhores modelos para se aprender as técnicas envolvidas na quebra (Ottoni, 2021). Assim, é difícil identificar qual é a motivação por trás da escolha de observar os mais proficientes (Coelho et al., 2015; Ottoni, 2021; Ottoni et al., 2005; Resende, 2004; Tan et al., 2018).

Dessa forma, além da possibilidade de interação com os objetos físicos resultantes da atividade de outros macacos quebradores (Eshchar et al., 2016; Fragaszy et al., 2013, 2017; Resende et al., 2021), a atividade de quebra de cocos (ou conchas) também gera oportunidades de aprendizagem por observação (Ottoni & Mannu, 2001), evidenciando as diferentes formas de influência social na aprendizagem dos comportamentos relacionados à utilização de ferramentas.

Por mais que a influência social na aprendizagem das habilidades relacionadas à quebra de coco em macacos-prego seja evidente, o papel dos animais proficientes na aprendizagem dos mais jovens ainda carece de maiores investigações. Por exemplo, ao comparar diferentes populações de macacos-prego quanto ao uso de ferramentas, Izar e colaboradoras não encontraram relação entre o nível de tolerância e coesão presente no grupo com a existência do uso de ferramentas. Segundo as autoras, esses resultados contrapõem a ideia de que, se observar a atividade de coespecíficos é importante para oportunidades de aprendizagem, espera-se uma maior tolerância social e coesão grupal nos grupos em que persistem as tradições comportamentais. (Izar et al., 2018). As autoras então sugerem que mesmo uma baixa tolerância e coesão grupal são suficientes para propiciar oportunidades de aprendizagem socialmente enviesada, já que estas podem

acontecer também de maneira indireta (Izar et al., 2018). Sendo assim, defendemos a importância de investigar mais a fundo os eventos de quebra de coco que acontecem com a presença de observadores, a fim de entender os processos de aprendizagem que podem emergir dessas interações.

3. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Dada a ontogenia do comportamento de quebra de cocos em macacos-prego, a aparente predileção dos macacos-prego jovens em observar quebradores mais habilidosos (Coelho et al., 2015; Ottoni et al., 2005; Resende, 2004), e o crescente interesse no contexto que propicia o surgimento e a manutenção das tradições, consideramos fundamental compreender de maneira mais ampla o papel dos animais quebradores, buscando verificar se há papel ativo dos mais proficientes na aprendizagem dos imaturos. Se é possível dizer que os macacos-prego aprendem uns com os outros (Visalberghi & Addessi, 2003), podemos também afirmar que, no contexto da quebra de coco, um animal ensina ao outro? O macaco quebrador, ao ser observado, de alguma forma modifica seu comportamento de modo a facilitar a aprendizagem de seus coespecíficos? A presença de observadores nos eventos de quebra impacta no comportamento do quebrador?

É a partir desses questionamentos que se desenvolve esta dissertação. Neste primeiro capítulo apresentamos uma breve introdução às pesquisas sobre influência social na aprendizagem em animais não-humanos, com foco no contexto da quebra de cocos em macacos-prego. No capítulo 2 propomos uma reflexão sobre o que significa ensinar e em que medida podemos estender esse conceito para os contextos envolvendo animais não-humanos. Em seguida, no capítulo 3, com base nos questionamentos apresentados nos dois primeiros capítulos, descrevemos o estudo realizado sobre a influência da presença

de audiência no comportamento dos macacos quebradores durante os eventos de quebra de coco. Esse estudo foi feito a partir da análise e transcrição de vídeos contendo eventos de quebra de coco dos macacos do PET, e tem o objetivo de verificar se há, no contexto de quebra de cocos do macaco-prego, comportamento que possa ser entendido como “ensino”. O estudo apresentado no capítulo 3 foi realizado no período da pandemia de covid-19 e no contexto de isolamento social. Devido à impossibilidade de trabalho de campo, o estudo foi realizado a partir de vídeos do acervo do laboratório, com dados coletados de abril de 2006 a fevereiro de 2007.

CAPÍTULO 2. ARTIGO: O ESTUDO DO ENSINO EM ANIMAIS HUMANOS E NÃO-HUMANOS COMO UMA QUESTÃO SISTÊMICA E INTERDISCIPLINAR

Bruna de-Sá

Briseida Resende

1. RESUMO

Temos como objetivo discutir o conceito de ensino a partir de uma compreensão ampliada que integra a perspectiva etológica com conceitos de construção de nicho, cognição corporeada e ideias provenientes da pedagogia libertária. Inicialmente discutiremos algumas das diferentes definições de ensino e aprendizagem social, pontuando que a questão do ensino permeia questões epistemológicas e ontológicas. Diferentes áreas de conhecimento se debruçam sobre o assunto, e geralmente as definições de ensino são baseadas na presença de capacidades cognitivas complexas como a intencionalidade e a teoria da mente, assim, o ensino é entendido como algo unicamente humano. Utilizamos aqui uma abordagem de baixo para cima, buscando compreender origens evolutivas e fenômenos compartilhados entre espécies, e apresentamos um conceito ampliado de ensino, que pode também ser aplicado em contextos envolvendo animais não-humanos. Mesmo considerando definições abrangentes, registros de ensino em animais não-humanos permanecem raros. Aumentando a comunicação entre diferentes áreas, podemos enfatizar o papel das interações entre indivíduos e ambiente, de onde emergem os processos de ensino e aprendizagem. Defendemos que romper com o pensamento clássico sobre cognição, ensino e aprendizagem vai além das definições acadêmicas, promovendo reflexões sobre a condução de experimentos e projetos de pesquisa. Assim, novas perguntas e

metodologias são encorajadas, permitindo avanços no estudo do ensino e da aprendizagem sob diferentes perspectivas teóricas e uma maior comunicação entre disciplinas.

2. INTRODUÇÃO

Seja em um debate acadêmico ou em uma roda de conversa com amigos, não é difícil de se deparar com as seguintes perguntas: “o que nos faz humanos? "Qual é a característica que nos distingue dos outros animais?” Diferentes respostas já foram propostas, e em comum muitas delas representam elementos chaves para a vida social e a transmissão cultural, como a linguagem simbólica, a capacidade de atribuição de estados mentais a terceiros (chamada também de teoria da mente), e o ensino. Neste ensaio, discutiremos o conceito de ensino, umas das diversas formas de aprendizagem social que está no cerne de muitas discussões sobre desenvolvimento, cognição, evolução e cultura. Discutiremos também sua possível ampliação para aplicação em contextos envolvendo animais não-humanos. Propomos que adotar um olhar sistêmico e interdisciplinar sobre este conceito pode propiciar avanços no estudo do ensino e da aprendizagem em humanos e não-humanos.

A discussão sobre o ensino e a aprendizagem tem se vinculado a visões dicotômicas representadas por dualidades como humano-animal, mente-corpo, inato-aprendido, indivíduo-ambiente. O pensamento binário é muito presente na nossa formação (Orellano & González, 2015), entretanto, assim como afirmam Marques-Santos & Resende, (2022), a tríade cérebro-corpo-ambiente é essencial para entender a cognição. A contribuição de uma geração para a outra não se dá pela entrega de um corpo de informação desincorporada e contexto-independente, mas pela criação de contextos

ambientais dentro dos quais as sucessoras desenvolvem suas próprias habilidades incorporadas de percepção e ação (Ingold, 2010). Diferentes áreas se debruçam sobre a questão do ensino, como a Psicologia, Filosofia, Antropologia, Pedagogia e, menos abundantemente, pode-se encontrar discussões também na literatura de Comportamento Animal. Geralmente, as definições colocam capacidades cognitivas complexas como a intencionalidade e a teoria da mente no centro das conceitualizações (Strauss & Ziv, 2012; Thornton & Raihani, 2008), ou seja, o ensino é entendido como algo unicamente humano, uma atividade intencional, na qual quem ensina tem o objetivo de aumentar o conhecimento de alguém a quem é atribuída uma lacuna de conhecimento sobre determinada tarefa, crença ou conhecimento (Strauss & Ziv, 2012). Partindo deste tipo de definição, não há evidências de ensino em animais não-humanos (para revisão sobre o tema ver Fogarty et al., 2011; Hoppitt et al., 2008; Kline, 2015; Thornton & Raihani, 2008, 2010).

Quando o assunto é aprendizagem, é bastante frequente na literatura de cognição animal a abordagem de cima para baixo (*top-down*), aquela que compara diferentes táxons contrastando suas diferenças com base na presença de habilidades cognitivas tipicamente estudadas em humanos, como intencionalidade, teoria da mente, linguagem simbólica e cultura (de Waal & Ferrari, 2010). Em humanos, o ensino e a aprendizagem podem envolver símbolos, intencionalidades e outras capacidades cognitivas que estão ausentes em animais não-humanos. Entretanto, humanos também ancoram sua aprendizagem em mecanismos simples de aprendizagem social que são compartilhados com animais não-humanos (Perry et al., 2022). Sendo assim, a partir de uma abordagem de baixo para cima (*bottom-up*), ou seja, adotando um olhar para estes mecanismos simples que compõem os sistemas complexos, pode-se ressaltar as habilidades compartilhadas entre espécies e

ajudar a elucidar sob diferentes perspectivas teóricas como se dá o surgimento e a transmissão de comportamentos em humanos e não-humanos (de Waal & Ferrari, 2010, Perry et al., 2022). Neste ensaio, partimos da perspectiva etológica para propor uma reflexão sobre o que significa ensinar e em que medida podemos encontrar processos compartilhados entre humanos e outras espécies.

3. DIFERENTES DEFINIÇÕES DE ENSINO

Inicialmente discutiremos algumas das diferentes definições de ensino e aprendizagem social. Depois, discutiremos que as divergências sobre o conceito de ensino podem esbarrar também em questões epistemológicas. Alguns dos conceitos discutidos apontam para novas direções de pesquisa, para além dos conceitos clássicos (Ballesteros & Resende, 2015). Utilizaremos os conceitos de construção de nicho, de cognição corporeada e algumas das ideias provenientes da pedagogia libertária para discutir a partir de uma compreensão ampliada sobre o que é ensino, considerando uma postura interdisciplinar e sistêmica. Dialogando com diferentes áreas, nos afastamos do viés cognitivista mentalista e enfatizamos o papel das interações entre indivíduos e o ambiente, de onde emergem os processos de ensino e aprendizagem. Por fim, concluímos que compreender o ensino e a aprendizagem como uma questão sistêmica, interdisciplinar e fortemente atrelada ao contexto e a agência dos indivíduos é fundamental para novos estudos com humanos e não-humanos. A ideia de interdisciplinaridade presente neste ensaio se baseia na reflexão apresentada por Carvalho & Pedrosa (2020), que a descrevem como uma interação efetiva de diferentes áreas, envolvendo analogias produtivas entre conceitos que são compartilhados e discutidos entre as áreas (Carvalho & Pedrosa, 2020). Sendo assim, a ampliação do conceito de ensino pode auxiliar também numa maior comunicação entre as áreas que se debruçam sobre este conceito.

4. O ENSINO NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SOCIAL NA ETOLOGIA

Assim como afirmam Ballesteros & Resende (2015), uma definição não só determina o uso dos termos, mas também delimita os fenômenos e eventos de estudo. Ao definir o ensino pela linguagem, capacidade de atribuição de estados mentais, ou intencionalidade, de antemão já se coloca uma barreira para investigar fenômenos mesmo que parecidos em não-humanos, já que estas são capacidades tidas como exclusivamente humanas. Com isso, pode-se criar uma resistência tanto para investir em pesquisas na área ou em simplesmente debater o fenômeno, uma vez que essas discussões podem se voltar para a utilização do termo e não para o fenômeno em si. Uma questão semelhante ocorre com o termo cultura, o que faz com que muitos pesquisadores optem, por exemplo, pelo uso da palavra tradições (para revisão detalhada ver Pagnotta & Resende, 2013).

Quando o assunto é a aprendizagem, os conceitos encontrados na literatura etológica podem se desdobrar em muitas formas que refletem a influência social, seja ela direta (com o aprendiz observando o proficiente), ou indireta (com o aprendiz interagindo com os vestígios deixados pelo proficiente). Hoppitt e Laland (2008), revisaram o que vinha sendo considerado como aprendizagem social na área, definindo desde a emulação e imitação contextual, processos que exigem capacidade de atribuir estados mentais a outros para que ocorra, até a facilitação social e realce de local ou de estímulo (*local ou stimulus enhancement*), que seriam processos mais basais, compartilhados por grande número de espécies. Na categoria de realce de local, por exemplo, a presença de um demonstrador ou simplesmente os produtos de sua atividade seriam suficientes para estimular a interação de um observador com determinados objetos, o que pode posteriormente levar à aprendizagem (Hoppitt & Laland, 2008).

A aprendizagem que ocorre em um ambiente social sob a influência da alteração do ambiente causada por outros indivíduos, mesmo sem a presença imediata deles, tem sido definida como aprendizagem socialmente enviesada (Fragaszy et al., 2013). A aprendizagem socialmente enviesada se distingue pelo contexto na qual ocorre, e não por processos cognitivos específicos (Fragaszy & Visalberghi, 2001), estando presente em animais invertebrados e vertebrados. Mesmo com uma extensa literatura em aprendizagem social, suas categorias não são consenso entre os pesquisadores, e muitas de suas definições se sobrepõem, dificultando a observação de alguns processos em contextos naturalísticos (Laland et al., 1996). Os conceitos de imitação e emulação são bons exemplos da dificuldade histórica de definição de processos de aprendizagem social (para mais detalhes ver Whiten et al., 2004).

Essas dificuldades passam pelo fato de que existem divergências de opiniões sobre a capacidade de se atribuir estados mentais aos outros: ou seja, há quem defenda que para haver imitação e ensino, o sujeito deve entender a intenção do outro. No caso do ensino, o indivíduo mais experiente precisaria compreender que o outro não sabe, e assim modificar seu comportamento para facilitar a aprendizagem da tarefa. Mas, utilizando uma abordagem de baixo para cima, buscando compreender origens evolutivas e fenômenos compartilhados, há quem defenda um conceito mais ampliado de ensino, que discutiremos a seguir.

5. ENSINO: UMA DIMENSÃO DA APRENDIZAGEM SOCIAL

É a partir da publicação do artigo “**Is There Teaching in Non-Human Animals?**” em 1992 (Caro & Hauser, 1992) que as discussões sobre ensino ganham espaço entre etólogos para além do antropocentrismo, permitindo que a questão fosse

investigada também em animais não-humanos. Alguns trabalhos anteriores com carnívoros (Ewer, 1969) e chimpanzés (Boesch, 1991) já relatavam comportamentos de animais não-humanos em contextos naturalísticos que poderiam ser interpretados como formas de ensino. Entretanto, muita controvérsia permanecia sobre se os animais estariam acessando e compreendendo as capacidades cognitivas de seus aprendizes. Ou seja, os pesquisadores ainda estavam preocupados em entender se os animais não-humanos ensinariam como os humanos (Byrne & Rapaport, 2011).

A definição de ensino proposta por Caro e Hauser (1992) se distingue das demais por ser uma definição operacional, para eles, os critérios para a identificação e definição do ensino são: **1)** um indivíduo experiente **A** altera seu comportamento apenas na presença de um indivíduo inexperiente **B** **2)** **A** sofre um custo ou pelo menos não recebe nenhum benefício imediato e **3)** como consequência da alteração comportamental de **A**, **B** aprende mais rapidamente ou mais facilmente determinado comportamento ou tarefa. Partindo desta definição, Hoppitt e demais pesquisadores da área de aprendizagem social argumentaram que o ensino pode ser compreendido como a introdução de uma nova dimensão à aprendizagem social, de modo a definir se o papel de um demonstrador é ativo ou passivo (Hoppitt et al., 2008). Sob essa perspectiva, o ensino seria então a facilitação de aprendizagem decorrente da alteração comportamental na presença de um coespecífico menos experiente (Hoppitt et al., 2008). Os autores também discutem que com esta definição mais ampla casos bem estabelecidos de aprendizagem social podem ser revisitados sob a perspectiva do demonstrador, alterando o foco exclusivo no observador que é usualmente dado nos estudos sobre aprendizagem social. Estas definições operacionais permitem então diferenciar o ensino de outras formas de aprendizagem

social, além de ressaltar o caráter cooperativo deste processo (Hoppitt et al., 2008, Thornton & Raihani, 2008, Thornton & McAuliffe, 2006).

Na literatura de comportamento animal, há três principais exemplos em não-humanos que são amplamente discutidos como casos de ensino seguindo a definição proposta por Caro e Hauser: os suricatos (*Suricata suricatta*) (Thornton & McAuliffe, 2006), as formigas *Temnothorax albipennis* (Franks & Richardson, 2006) e as aves *Turdoides bicolor* (Raihani & Ridley, 2008).

Nos trabalhos com os suricatos (*Suricata suricatta*), foi visto que, quando os filhotes estavam transitando para a independência nutricional, os adultos ajustavam a frequência com que matavam ou imobilizavam suas presas antes de ofertá-las a eles. Esse ajuste ocorreu de acordo com as diferentes vocalizações emitidas pelos infantes em seus diferentes estágios de desenvolvimento (Thornton & McAuliffe, 2006). Com o avanço da idade dos juvenis, mais íntegras as presas eram oferecidas pelos pais ou cuidadores, enquanto na ausência dos mais jovens, os adultos caçavam e imediatamente ingeriam o alimento. A interferência dos adultos acelerou a aprendizagem das habilidades de caça por parte dos mais jovens, sendo essa aprendizagem essencial, já que os escorpiões são presas perigosas e difíceis de lidar. (Thornton & McAuliffe, 2006, Thornton & Raihani, 2010, Thornton & McAuliffe, 2012). No caso das formigas *T. albipennis*, indivíduos conhecedores de uma trilha que levava à fonte alimentar alteravam sua rota e velocidade quando acompanhadas de formigas inexperientes no mesmo trajeto. Marcada por antenações entre as líderes da trilha e as acompanhantes, essa modificação comportamental permitiu que as formigas inexperientes, quando sozinhas, tornaram-se líderes ao guiar outras formigas até a fonte alimentar. Por fim, no caso das aves *T. bicolor*, adultos, durante as visitas realizadas para alimentar seus filhotes, emitiam vocalizações

específicas, de modo que, passado um tempo, os filhotes passariam a associar essas vocalizações com a alimentação, respondendo com vocalizações para pedir comida. Ao fazer com que seus filhotes associassem uma vocalização específica com comida, os pais poderiam guiar seus filhotes até uma fonte de alimento ou até desviá-los de determinado local em caso de perigo (Thornton & Raihani, 2010).

Se utilizarmos o conceito proposto por Caro e Hauser, as evidências em insetos, aves e mamíferos sugerem que o ensino pode ser mais distribuído taxonomicamente do que se acreditava inicialmente (Thornton & McAuliffe, 2012). Existem também exemplos sugestivos de ensino em chimpanzés (Boesch, 1991, Musgrave et al., 2016, Musgrave et al., 2019), saguis (Roush & Snowdon, 2001), outros calitriquídeos (Troisi et al., 2020), além de cetáceos, corvos, felinos e abelhas (Hoppitt et al., 2008). Em chimpanzés, por exemplo, as mães transferem ferramentas prontas para o uso aos filhotes, estimulando, dessa forma, o uso de ferramentas. Ao não terem que procurar novas ferramentas adequadas para o uso, os filhotes apresentam um aumento no uso de ferramentas, enquanto as mães apresentam uma redução nesta atividade, sendo este, segundo a definição de Caro & Hauser, o custo envolvido no processo de ensino (Musgrave et al., 2016).

Mesmo considerando as definições abrangentes e com os avanços nas pesquisas naturalísticas, registros de ensino em animais não-humanos permanecem raros. Entretanto, os exemplos de ensino em não-humanos citados anteriormente demonstram que, de fato, algo semelhante ao que é chamado de ensino em humanos pode também ser observado em não-humanos, sendo este um processo baseado em mecanismos simples, emergindo da interação entre os indivíduos e com o ambiente.

Apesar das numerosas pesquisas sobre aprendizagem social, menos atenção é voltada para o contexto no qual a aprendizagem ocorre quando comparado aos estudos com interesse nos mecanismos cognitivos envolvidos nestes processos (van Boekholt et al., 2021). Principalmente em estudos com não-humanos, há grande interesse em analisar características quantitativas da interação entre indivíduos, como a frequência ou a média de ocorrência de determinados comportamentos. Medidas quantitativas são taxas, e muitas vezes, incapazes de transmitir ou traduzir a complexidade dos elementos envolvidos no fenômeno observado (Hinde, 1976). Além disso, em muitos experimentos há a criação de situações artificiais e descoladas do contexto natural dos animais. Assim, pode se perder a complexidade do fenômeno e colocar em risco o bem-estar dos indivíduos submetidos às experimentações (Bard & Leavens, 2014; Savalli et al., 2016).

Sendo assim, questionamos se experimentos e definições cada vez mais restritivas são, de fato, o melhor (ou o único) caminho para maiores avanços na área, tanto para estudos em humanos quanto em não-humanos. Mais do que apenas um problema de definição, a questão do ensino parece ser também um problema que vai além, permeando questões epistemológicas e ontológicas.

O ensino é uma questão multidisciplinar, de modo que a existência de diferentes definições e a discordância quanto à sua distribuição em não-humanos pode estar relacionada também às questões epistemológicas particulares de cada disciplina (Kline, 2015). Como cada disciplina parte de perspectivas teóricas distintas e possui objetivos e níveis de análise próprios, diferentes questões e metodologias de pesquisa serão propostas, culminando em múltiplos conceitos e interpretações sobre os mesmos fenômenos. Mesmo quando consideramos apenas o ensino em humanos, não há consenso sobre a existência do ensino em todas as culturas humanas (Strauss & Ziv, 2012), e para

além de diferentes definições existe muita discussão sobre o que envolve a prática de ensinar e quais as melhores metodologias para um ensino e aprendizagem mais eficazes (ver Kubo & Botomé, 2001).

É frequente o uso das palavras “ensino” e “aprendizagem” para fazer referência aos processos de ensinar e aprender. Raramente fica claro que as palavras se referem a um processo, não a coisas fixas ou estáticas (Kubo & Botomé, 2001). Na pedagogia é comum se deparar com o uso do termo ensino-aprendizagem, justamente para fazer referência a interdependência entre os dois conceitos. Nesse sentido, ensinar é o nome da relação entre o que um professor faz e a aprendizagem de um aluno (Kubo & Botomé, 2001). Paulo Freire acrescenta que é indispensável que os educadores compreendam que ensinar não é uma transferência de conhecimento, mas a criação de possibilidades para sua produção. Opondo-se ao que chama de educação bancária, ressalta como no processo de ensinar tanto o professor quanto o aprendiz são agentes, indivíduos que ao longo de suas interações ativamente transformam-se e aprendem um com o outro. Para além do foco no conteúdo a ser aprendido, Freire destaca a importância de levar em consideração as condições em que a aprendizagem ocorre (Freire, 2006):

É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimentos, conteúdos nem forrar é ação pela qual um sujeito criador dá forma, estilo ou alma a um corpo indeciso e acomodado. Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. (Freire, 2006, p.12)

Apesar de focadas no ensino em humanos, as ideias de Paulo Freire podem conversar ricamente com perspectivas teóricas advindas da Etologia e da Primatologia.

Por exemplo, o etólogo Robert Hinde argumentou que a possibilidade de aprendizagem social depende tanto da quantidade, quanto da qualidade das oportunidades de aprendizagem. Essas possibilidades de aprendizagem social são aumentadas principalmente pela tolerância social dos mais experientes com os menos experientes. A tolerância de um indivíduo com o outro se relaciona diretamente com as interações anteriores e com o tipo de relações que os indivíduos desenvolvem entre si (van Boekholt et al., 2021). Então, as qualidades de uma interação emergem como resultado particular da combinação dos participantes e tem propriedades que não estão presentes no comportamento isolado de cada participante. Uma interação é influenciada por interações anteriores que são fortemente atreladas à estrutura social como um todo (Hinde, 1976).

Mesmo partindo de diferentes disciplinas, é possível traçar semelhanças sobre as ideias de Freire e Hinde acerca das propriedades das interações e, por consequência, das possibilidades de aprendizagem. Ao comentar sobre uma educação crítica, aquela que vai além da transferência de conteúdo, Freire considera também que, nas condições de verdadeira aprendizagem, os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo (Freire, 2006). Ao ressaltar a importância do contexto em que a aprendizagem ocorre e enfatizar a agência tanto do professor quanto do aluno, podemos também conectar as ideias de Paulo Freire com a Teoria de Construção de Nicho. Uma das implicações da Teoria de Construção de Nicho (TCN) é que os organismos são vistos como agentes modificadores da pressão seletiva que age sobre si mesmos e sobre outras espécies. A construção de nicho modifica a seleção não apenas no nível genético, mas também no nível ontogenético e cultural, de modo a facilitar a aprendizagem e mediar tradições culturais (Flynn et al., 2013), estabelecendo os contextos em que ocorrerão

desenvolvimento e aprendizagem. O desenvolvimento é entendido como consequência de circunstâncias específicas de cada trajetória de desenvolvimento, que envolve questões bióticas e abióticas (Resende, 2019b).

Os indivíduos podem então ser entendidos como sistemas que se desenvolvem continuamente, modificando e sendo modificados pelo ambiente (Marques-Santos & Resende, 2022; Resende, 2019a; Resende, 2019b). As mudanças são guiadas por múltiplas forças dinâmicas do desenvolvimento e pela atividade do organismo (Resende, 2019a). Assim, podemos interpretar a emergência e transmissão dos comportamentos prescindindo do enfoque cognitivista usualmente usado nas pesquisas sobre ensino e aprendizagem. Aprendizes não são meros receptáculos de informação, mas ativamente utilizam suas habilidades de acordo com as oportunidades de aprendizagem construídas. A partir dessas perspectivas, é possível evidenciar a importância do contexto no qual o ensino ocorre e a agência dos indivíduos envolvidos no processo para compreensão do fenômeno.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Começamos expondo os diferentes conceitos de ensino e aprendizagem social, e então problematizamos para além das definições com enfoque nas capacidades cognitivas complexas. Trouxemos um olhar focado no que emerge da interação, trazendo Paulo Freire para dialogar com a Etologia. Evidenciamos que o ensino e a aprendizagem se tratam de processos sistêmicos e contínuos que podem ser estudados sob diferentes perspectivas teóricas. Acreditamos que romper com o pensamento clássico sobre cognição, ensino e aprendizagem vai além das definições acadêmicas, mas pode promover reflexões sobre como conduzimos nossos experimentos e projetos de pesquisa,

sobre o que levamos em conta ao ensinar ou o que estamos chamando de ensino. Quando pensamos no estabelecimento de questões de pesquisa, acreditamos ser fundamental lembrar que cada ambiente, cada espécie e cada indivíduo vão fazer com que existam interações únicas que podem ser fundamentais para compreender como se dá o ensino e a aprendizagem. Um olhar centralizado, seja em uma única espécie, perspectiva teórica ou em um único aspecto do desenvolvimento pode deixar escapar aspectos importantes destes processos. Acreditamos ser necessário pensar para além dos experimentos restritivos ou das definições bem detalhadas.

É importante refletir também sobre o que apoia as teorias clássicas sobre o ensino-aprendizagem. Uma abordagem descentralizada e interdisciplinar pode ser capaz de evidenciar como as trocas que emergem da interação entre um indivíduo mais experiente com um menos experiente vão além das capacidades cognitivas envolvidas, envolvendo todo um contexto que permite reflexões sobre o ser e o estar no mundo. Podemos, então, trazer questionamentos também acerca da condução de nossas pesquisas: o quanto estamos apenas reproduzindo um conhecimento que nos foi transferido e o quanto nos esforçamos para uma produção crítica e situada no contexto em que a pesquisa ocorre? A partir dessas ideias e reflexões, acreditamos que novas perguntas e metodologias podem ser encorajadas, permitindo avanços em diferentes disciplinas e uma maior comunicação entre essas áreas.

Foi assim, socialmente aprendendo, que ao longo dos tempos mulheres e homens perceberam que era possível – depois, preciso – trabalhar maneiras, caminhos, métodos de ensinar. Aprender precedeu ensinar ou, em outras palavras, ensinar se diluía na experiência realmente fundante de aprender. (...) Quando vivemos a autenticidade exigida pela prática de ensinar-aprender participamos de uma experiência total, diretiva,

política, ideológica, gnosiológica, pedagógica, estética e ética, em que a boniteza deve achar-se de mãos dadas com a decência e com a seriedade (Freire, 1996/2002, p.13-14).

CAPÍTULO 3. ESTUDO PROPOSTO: INFLUÊNCIA SOCIAL NA APRENDIZAGEM DA QUEBRA DE COCOS EM MACACOS-PREGO (*SAPAJUS SPP.*): ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DE AUDIÊNCIA NO COMPORTAMENTO DO MACACO QUEBRADOR

1. INTRODUÇÃO

Na literatura de comunicação animal, o termo efeito de audiência se refere à alteração na emissão de um sinal comunicativo em função da presença de audiência (Matos & Schlupp, 2005), sendo que, em espécies sociais, há diversos registros de alteração comportamental em função da mera presença de outro indivíduo, como exemplo, em cães (Marshall-Pescini et al., 2013), galos domésticos (Matos & Schlupp, 2005), chimpanzés (Slocombe & Zuberbühler, 2007) e macacos-prego (Di Bitetti, 2005). Alterações comportamentais podem ocorrer de diferentes formas e, dependendo do contexto, influenciar na aprendizagem de determinado comportamento ou tarefa, podendo nos levar a questionamentos acerca da intencionalidade e sensibilidade do animal emissor às características do receptor (Savalli et al., 2014). Adotando a definição operacional proposta Caro e Hauser (1992), a facilitação de aprendizagem decorrente da alteração comportamental na presença de um coespecífico menos experiente pode ser entendida como uma forma de ensino (Hoppitt et al., 2008).

Em um experimento realizado com macacos-de-cauda-longa (*Macaca fascicularis*) de vida livre e que possuem o hábito de usar fios de cabelo humano como fio dental (Watanabe et al., 2007), as mães foram vistas alterando seu comportamento na presença de seus filhotes. Ao ser observada, a mãe fazia movimentos mais lentos e com maiores pausas, que foram interpretadas pelos pesquisadores como alterações que

facilitariam a aprendizagem deste comportamento pelos infantes (Masataka et al., 2009). Dentre os primatas da família *Callitrichidae*, é muito comum o comportamento de transferência de alimentos, em que um animal adulto ativamente dá o alimento que está comendo aos infantes (Roush & Snowdon, 2001; Troisi et al., 2021). Mais do que apenas um papel de provisionamento de alimentos, foi hipotetizado que esse comportamento dos adultos também funcione como uma forma de ensinar aos mais jovens qual tipo de alimento comer (Troisi et al., 2021).

Assumindo que o ensino ocorre 1) na presença de um animal ingênuo, 2) sob algum custo ou nenhum benefício ao demonstrador e 3) de modo a facilitar a aprendizagem de outro (Caro & Hauser, 1992), a transferência de ferramentas entre mãe e filhote de chimpanzés também pode ser interpretada como uma forma de ensino (Musgrave et al., 2016). Em um estudo mais recente, Musgrave e colaboradoras (2019) encontraram variações no padrão dessa transferência entre duas populações de chimpanzés que diferem na localização geográfica e na complexidade da utilização de ferramentas nas tarefas. Segundo as autoras, as diferenças observadas podem estar relacionadas às exigências de cada tarefa, que variam de acordo com as características do ambiente, e à ontogenia dos indivíduos. Além de reforçar a presença do ensino na transferência de ferramentas (Boesch, 1991), esse estudo destaca uma possível flexibilidade em relação a esta forma de influência social (Musgrave et al., 2019). Assim, ao contrário do que se pensava inicialmente, o ensino pode ser parte importante da transmissão de tradições em primatas não-humanos.

2. ESTUDO PROPOSTO: INVESTIGANDO A QUESTÃO DO ENSINO NO CONTEXTO DA QUEBRA DE COCO EM MACACOS-PREGO

Em macacos-prego, apesar de não haver registros de ensino, há registros de efeito de audiência, com alteração na emissão de vocalizações relacionadas à alimentação em função da audiência (Di Bitetti, 2005). Fragaszy e colaboradoras buscaram evidências de um papel ativo dos macacos-prego adultos na transferência de alimentos aos filhotes, semelhante ao que é observado em calitriquídeos. O estudo, realizado em um contexto experimental e com animais cativos, levou as autoras a concluir que as interações em que ocorriam transferência de alimento eram iniciadas pelos mais jovens, e não pelos adultos (Fragaszy et al., 1997).

Dada a ontogenia de utilização de ferramentas dos macacos-prego (vide capítulo 1), defendemos que o contexto da quebra de coco é propício para investigar questões relacionadas ao ensino (vide capítulo 2). No presente estudo, focamos na primeira evidência de ensino segundo a definição de Caro e Hauser: a alteração comportamental na presença de audiência (Caro & Hauser, 1992). Caso seja verificado alteração comportamental do quebrador em função da presença de um observador, é possível fomentar as discussões acerca de ensino atreladas aos casos de aprendizagem social já bem conhecidos na espécie, e auxiliar na construção de um panorama mais completo sobre a influência dos macacos proficientes na aprendizagem dos comportamentos relacionados à quebra de coco dos menos experientes.

3. JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA

Tendo como base os estudos sobre influência social na aprendizagem realizados com macacos-prego (Coelho et al., 2015; Fragaszy et al., 1997; Ottoni et al., 2005; Resende et

al., 2008), macacos-de-cauda-longa (Masataka et al., 2009; Tan, 2017; Tan et al., 2018; Watanabe et al., 2007), chimpanzés (Boesch, 1991; Boesch et al., 2019; Musgrave et al., 2016, 2020), e calitriquídeos (Roush & Snowdon, 2001; Troisi et al., 2021), defendemos que a quebra de cocos em macaco-prego pode ser analisada com foco no animal que está sendo observado, de modo a ampliar a compreensão sobre os diferentes processos de aprendizagem socialmente enviesada envolvidos na aprendizagem dos comportamentos relacionados à de quebra de coco. A dificuldade que existe na definição do termo ensino e no registro de evidências que satisfatoriamente preencham os requisitos da definição deste conceito em animais não-humanos (vide o capítulo 2), não devem ser empecilhos para que se investigue essa questão em um maior número de espécies de animais não-humanos. Partindo de uma abordagem de baixo para cima (de Waal & Ferrari, 2010), mais do que responder se os macacos-prego ensinam ou não, temos interesse no estudo da interação entre observador e quebrador, a fim de verificar se há alguma alteração comportamental por parte do macaco quebrador que pode ser importante para compreender a aprendizagem dos comportamentos relacionados a quebra de coco dos mais jovens.

4. OBJETIVO GERAL

Esse projeto tem como objetivo geral verificar se, no contexto de quebra de coco em macacos-prego, há alteração no comportamento do macaco quebrador em função da presença de audiência.

a. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os eventos de quebra de coco com e sem audiência em relação a frequência de ocorrência dos comportamentos relacionados a quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar o martelo e golpear o coco).
- Comparar a frequência de ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco em função da maturidade da audiência e do número de indivíduos presentes como audiência nos eventos de quebra de coco.

b. HIPÓTESES E PREVISÕES

Estudos sobre a ontogenia da quebra de cocos em macacos-prego registraram diversos eventos de quebra com observação de coespecíficos, de modo que parece não haver preferência dos indivíduos em observar membros da mesma família (Coelho et al., 2015), além de uma predileção dos animais imaturos em assistir aos mais velhos e proficientes (Resende, 2004; Ottoni et al., 2005). Considerando as evidências de ensino em diferentes espécies de animais não-humanos, se houver comportamento de ensino em macaco-prego, temos as seguintes hipóteses:

- **Hipótese 1:** O comportamento do macaco de quebrador apresentará alterações em função da presença de observadores.
- **Hipótese 2:** A alteração comportamental do quebrador está relacionada às características da audiência, como a maturidade dos observadores e números de indivíduos na audiência.

Previsões

- I. Espera-se que os observadores cujas presenças alteram o comportamento do quebrador sejam, em sua maioria, imaturos (juvenis e/ou infantes).

- II. Espera-se que quanto maior o número de indivíduos na audiência, maior será a influência no comportamento do quebrador.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

a. Local

O Parque Ecológico do Tietê (PET) localiza-se na zona leste da cidade de São Paulo, próximo à Rodovia Ayrton Senna e tem uma área de 14 km². No parque, existem árvores de eucalipto, vegetação arbustiva e árvores frutíferas. A área possui ainda quatro espécies de palmeiras, incluindo o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), cujo fruto é quebrado pelos macacos-prego através da utilização de pedras (Resende et al., 2014).

b. Dados e sujeitos serem analisados

Vivendo em condição de semiliberdade, os macacos-prego da população estudada são identificados como *Sapajus spp.*, uma vez que os indivíduos eram provenientes de diferentes espécies. A maioria dos animais dessa população chegaram ao parque após serem apreendidos e/ou reabilitados pelo CRAS (Centro de Reabilitação de Animais Silvestres) (Valença, 2014). A ontogenia do comportamento de quebra de cocos desses animais foi estudada em diferentes momentos com o auxílio de filmagens dos eventos de quebra (Coelho, 2009; Ottoni & Mannu, 2001; Resende, 2004). Assim, algumas dessas filmagens foram reanalisadas.

Os dados analisados neste trabalho foram coletados de abril de 2006 a fevereiro de 2007 e possuem mais de 48 dias registrados com eventos de quebra de coco (Resende et al., 2014). Estes vídeos foram triados de modo a selecionar eventos de quebra nos quais era possível identificar o macaco quebrador e a presença de coespecíficos no sítio durante o episódio.

c. Identificação dos sujeitos

SUJEITO	IDADE	SEXO	HIERARQUIA
Dav*	Adulto	M	1
Fis	Adulto	F	2
Cla	Juvenil	F	3
Csc	Adulto	F	4
Med	Adulto	M	5
Sus	Adulto	M	6
Fil	Adulto	F	7
Chu	Juvenil	M	8
Fri	Juvenil	F	9
Ana	Adulto	F	10
Edu	Adulto	M	11
Far	Infante	M	12
Cac	Infante	F	13,5
Drw	Adulto	M	13,5
Ang	Juvenil	F	15
Ze	Adulto	M	16
Amora	Infante	F	17
Jan	Adulto	F	17,5
Vck	Juvenil	M	17,5
Flu	Infante	M	18
Jqm	Adulto	M	19
Vav	Adulto	F	20,5
X	Adulto	M	20,5
Jab	Juvenil	F	22,5

Tabela 1. Listagem dos indivíduos de 2006/2007 com a respectiva abreviação do nome, faixa etária, sexo e posto hierárquico (Adaptado de Resende et al., 2014 e Coelho et al., 2015). ***indica o macho dominante do grupo.**

A amostra completa dos vídeos conta com 24 indivíduos, sendo 4 infantes, 6 juvenis e 14 adultos. Os indivíduos infantes são aqueles de até 2 anos de idade, os juvenis de 2 a 5 anos e adultos são aqueles maiores que 5 anos de idade. No caso de mudança de idade de um ano para outro, foi considerada a idade que o indivíduo permaneceu por mais tempo durante o tempo do estudo (conforme Resende et al., 2008).

d. Triagem dos vídeos e seleção dos indivíduos para análise

Os vídeos foram assistidos integralmente para identificação do animal quebrador e contagem dos eventos de quebra de coco e de audiência. No total, são 13 horas e 15 minutos de vídeos, contendo 207 episódios de quebra de coco, sendo 86 destes com a

presença de outro animal no sítio além do quebrador. A etapa de triagem foi registrada em planilhas para facilitar a etapa de transcrição.

Triagem CDs - Sapajus sp, PET, 2006 a 2007

Cd_de_origem	Data	Filme	tempo no vídeo (min)	Sujeito focal	Tipo de manipulação	evento de quebra	evento de observação	observações
CD8_F18aF19	11/22/2006	F18	0m2s - 1m55s	Ch	C2	sim	sim	observador fica por pouco tempo.
			2m09s - 10m12s					2m54s o observador deixa o sítio. 8m37s chega um filhote - observa. 10m08s chega outro filhote
CD8_F18aF19	11/22/2006	F18		Dw	C2	sim	sim	

Figura 1. Parte da planilha resultante da triagem dos vídeos. Na planilha consta o animal quebrador (Sujeito focal), tipo de manipulação (identificação feita em trabalhos anteriores) e as características dos episódios registrados: se há evento de observação e outras anotações para auxiliar na seleção e transcrição dos vídeos.

Após a triagem dos vídeos, foi possível identificar quais eram os indivíduos que mais apareciam em eventos de quebra e quais destes eventos possuíam audiência. Desses indivíduos com maior número de eventos de quebra, selecionamos 5 adultos, 3 machos e 2 fêmeas, para realizar as análises propostas.

Quebrador	Tempo transcrito	Com audiência	Sem audiência
Suspeito	01:02:54	6	8
Vava	00:58:00	12	4
Davi	01:32:24	12	6
Cisca	01:14:26	9	5
Medeiros	00:58:11	5	14
TOTAL	05:45:55	44	37

Tabela 2. Listagem dos indivíduos cujos eventos de quebra foram selecionados para etapa de transcrição. Na tabela também constam o tempo total de vídeo que foi transcrito e o número total de episódios referente a cada animal focal quebrador.

e. Categorias comportamentais

Para quantificar os comportamentos relacionados à quebra de coco, utilizamos como base os etogramas desenvolvidos e aplicados anteriormente por Resende e colaboradores (2008; 2014) de modo a facilitar a triagem dos vídeos e a análise de dados.

A partir desses etogramas mais antigos, construímos o etograma descrito na Tabela 3. Além dos comportamentos de pegar o coco, posicionar o coco, pegar o martelo e golpear o coco, outros comportamentos foram incluídos no etograma, tais como: categorias exploratórias, manipulativas e ingestivas, compartilhamento da pedra usada como bigorna durante a quebra, e a inclusão do registro referente à quebra realizada pelo animal focal quebrador com filhote sendo carregado nas costas. Entretanto, neste capítulo iremos apresentar apenas o etograma (Tabela 3) com os comportamentos relacionados à quebra de coco, que foram os comportamentos analisados de acordo com o objetivo geral do projeto.

• **Comportamentos relacionados à quebra de coco**

Categoria	Ação	Descrição	Modificador
	Chegar no sítio de quebra	Sujeito se aproxima da bigorna.	-
	Pegar o coco	Sujeito segura o coco utilizando as mãos, tirando-o do chão ou da bigorna.	-
	Posicionar o coco	Sujeito solta o coco que estava segurando com as mãos, colocando-o na bigorna, sem deixá-lo cair.	Adequado
		Sujeito solta o coco que estava segurando com as mãos, colocando-o na bigorna de forma a deixá-lo cair ou de modo que o martelo não pode atingi-lo.	Inadequado
	Pegar o martelo	Sujeito coloca as mãos sob o martelo, segurando-o e erguendo-o.	Adequado
		Sujeito coloca as mãos sob um objeto menos rígido que não serve como martelo, segurando-o e erguendo-o.	Inadequado

Comportamentos relacionados à quebra de coco	Golpear	Sujeito bate o martelo contra o coco, sendo este um coco que ele mesmo posicionou ou que estava pré-colocado.	Adequado
		Sujeito bate o martelo mesmo não havendo coco posicionado ou acerta apenas a bigorna.	Inadequado
	Deixar o sítio de quebra	O sujeito sai do sítio de quebra, finalizando o evento de quebra de coco.	-

Tabela 3. Categorias comportamentais para transcrição dos eventos de quebra de coco. Listagem dos comportamentos relacionados à quebra de coco (Adaptado de Resende et al., 2008; 2014).

f. Transcrição dos eventos de quebra de coco

Foram considerados como eventos de quebra os episódios em que o animal focal quebrador realizava pelo menos 1 golpe no coco durante o tempo de permanência no sítio. As transcrições foram feitas com auxílio do *software* BORIS (*Behavioral Observation Research Interactive Software*) de distribuição gratuita, e especializado em registro comportamental. O evento de quebra inicia com a chegada do animal focal no sítio de quebra e é concluído com sua saída, de forma que o **Tempo Total** é a diferença entre a saída e a chegada do animal no sítio de quebra. Os episódios dos cinco animais selecionados foram assistidos com a velocidade reduzida em cinco vezes, e os comportamentos relacionados à quebra de coco registrados. Alguns dos comportamentos registrados acontecem em elevada frequência, como o comportamento de pegar o coco, assim, registramos a atividade a cada dois segundos, enquanto a atividade persistia. Nos eventos de quebra de coco com audiência, registramos também o número de indivíduos

na audiência e a maturidade dos indivíduos na audiência, definindo como imaturos os infantes e juvenis, e maduros os animais adultos.

- **Eventos de quebra de coco**

Categoria	Ação	Descrição	Modificador
Eventos de quebra de coco	-	Indivíduo abre o endocarpo do fruto.	Efetiva
		O indivíduo bate com o martelo contra o fruto, o qual não abre, ou cai ou voa para longe.	Não efetiva

Tabela 4. Caracterização dos eventos de quebra de coco (Adaptado de Valença, 2014).

- **Eventos com audiência**

Foram considerados eventos de audiência quando, durante o evento de quebra do animal focal, havia outro animal no sítio ao redor ou em cima da bigorna onde era realizada a quebra. Foram transcritos tanto eventos em que havia observação quanto eventos em que a audiência estava presente no sítio sem olhar na direção do animal quebrador (vide tabela 5).

Categoria	Ação	Descrição	Modificador
Eventos de quebra com audiência	Observar	Indivíduo (observador) se volta em direção ao outro indivíduo (quebrador) e olha sua atividade, persistindo na postura e permanecendo ao redor ou em cima da bigorna, quando este realiza o movimento de golpear um ou mais cocos utilizando uma pedra como martelo, rompendo ou não endocarpo dos cocos.	Indivíduo que observa está fora da bigorna, permanecendo ao redor da bigorna.
			Indivíduo que observa está em cima da bigorna, dividindo-a com o quebrador.
	Presenciar	Indivíduo (audiência) permanece ao redor da bigorna ou em cima da bigorna, durante a quebra de coco, entretanto, não olha na direção do outro indivíduo no momento que este realiza movimentos de golpear um ou mais cocos utilizando uma pedra como martelo, rompendo ou não endocarpo dos cocos.	Indivíduo que presencia está fora da bigorna , ao redor do animal quebrador.
			Indivíduo que presencia está em cima da bigorna , dividindo-a com o quebrador.

Tabela 5. Identificação dos eventos de observação em eventos de quebra de coco (Adaptado de Valença, 2014).

Evento de quebra sem audiência



Evento de quebra com audiência



Figura 2. Imagens de um dos vídeos a serem transcritos: à esquerda, um evento de quebra de coco sem audiência e, à direita, um evento de quebra com audiência, em que a audiência permanece em cima da bigorna, bem próxima ao quebrador.

6. RESULTADOS

a. Índice para comparação dos eventos com e sem audiência.

Após a transcrição dos vídeos, os comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar coco, posicionar coco, pegar martelo e golpear coco) foram registrados para cada um dos cinco macacos analisados, tanto para eventos com e sem audiência (vide tabela 2). Como cada episódio de quebra apresenta um tempo de duração diferente (registrado como **Tempo total**), a fim de padronizar as observações e permitir a comparação dos episódios, criamos três índices referentes aos comportamentos analisados:

1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco (fcrqc)

Este índice se refere à soma das ocorrências dos comportamentos da sequência ótima de quebra de coco do animal focal quebrador (pegar coco, posicionar coco, pegar martelo e golpear coco) dividido pelo **Tempo total** que o animal quebrador permaneceu no sítio. Como os animais podem posicionar o coco de maneira adequada ou inadequada (vide Tabela 4), para a criação do índice, somamos todas as ocorrências desse comportamento. O mesmo ocorre para o comportamento de golpear, todos os comportamentos de golpear,

acertando ou não o coco, foram contabilizados. Apesar dos animais poderem desempenhar o golpe inadequado, raramente esse comportamento foi observado.

- $$\mathbf{fcrqc} = \frac{(\text{pegar coco} + \text{posicionar_total} + \text{pegar martelo} + \text{golpear_total})}{\text{Tempo Total}}$$

2) Frequência de posicionamento de coco (**fposicionar**)

Considerando que o comportamento de posicionar o coco é o último componente da quebra de cocos a aparecer no desenvolvimento dos macaco-prego (Fragaszy et al., 2013; Resende et al., 2008), este pode ser o comportamento mais valioso de ser aprendido (ou ensinado) durante os eventos de quebra de coco com audiência. Sendo assim, um olhar para esse comportamento em específico é de grande interesse para comparação entre os eventos com e sem audiência.

- $$\mathbf{fposicionar} = \frac{\text{posicionar_total}}{\text{Tempo Total}}$$

3) Frequência de golpes (**fgolpes**)

- $$\mathbf{fgolpes} = \frac{\text{golpear_total}}{\text{Tempo total}}$$

Como o comportamento de pegar coco ocorre com elevada frequência, sendo seguido ou não por outros comportamentos da sequência utilizada na quebra, é interessante também o olhar isolado para o número de golpes. Além disso, o número de golpes dados até o rompimento da casca do fruto também é utilizado como uma medida da proficiência dos macacos (Resende et al., 2014).

b. Estudos de caso e Modelos Lineares Mistos

Para facilitar a descrição dos resultados, iremos apresentar os dados em duas etapas. A primeira delas contém as análises referente a cada um dos cinco macacos analisados. Essas análises individuais serão chamadas de Estudos de Caso. Na segunda, descrevemos os modelos lineares mistos construídos de acordo com todos os episódios registrados.

Para cada Estudo de Caso, comparamos os três índices (*fcrqc*, *fposicionar* e *fgolpes*) de acordo com os eventos com e sem audiência. Para testar a **Hipótese 1** e verificar se há diferença estatisticamente significativa entre os eventos, realizamos o teste não-paramétrico de *Wilcoxon*, respeitando o pressuposto de independência entre os episódios com e sem audiência. Para testar a **Hipótese 2** e verificar influência da maturidade da audiência nos índices analisados (verificando então a **previsão I**) comparamos, para cada animal quebrador, se há diferença significativa no valor dos índices entre os eventos em que a audiência era composta apenas por indivíduos adultos (audiência madura), indivíduos juvenis ou infantes (audiência imatura) ou por indivíduos das duas categorias de maturidade (audiência mista). Como os dados não seguem uma distribuição normal, os testes realizados nos estudos de caso foram testes não-paramétricos. Para os casos em que as três categorias de idade estavam presentes, foi realizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*, assumindo o pressuposto de que os eventos são independentes entre si. Para os casos em que apenas duas categorias de idade estavam presentes como audiência, realizamos o teste de *Wilcoxon*.

Com a construção dos modelos lineares mistos, verificamos a **previsão II** e, levando em conta a identidade do focal animal quebrador, investigamos a influência do

número de indivíduos na audiência (número que foi de 0 a 4) em cada um dos índices analisados. As análises estatísticas e os gráficos foram feitos através do software *R*, com auxílio do pacote *Rcmdr*.

1) Estudos de Caso:

- **Davi**

O macaco Davi é adulto e o macho dominante do grupo estudado (ver **Tabela 1**). Foram analisados 16 episódios em que o Davi era o animal quebrador, sendo **12** desses episódios com audiência e quatro sem audiência (**Tabela 2**), totalizando 1h32min de vídeos transcritos.

1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco

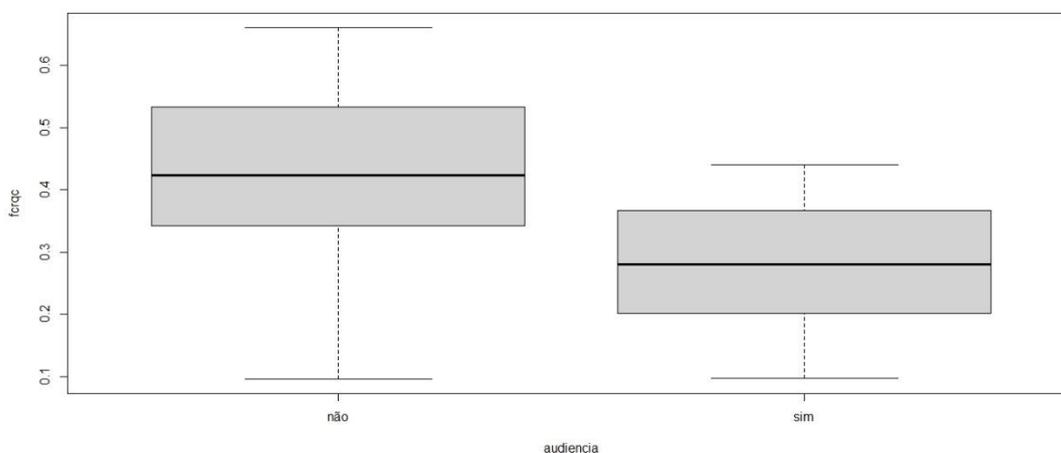


Figura 3. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo e golpear), representado no eixo **Y** por 'fcrqc' em eventos com (representado no eixo **X** por 'sim' e sem (representado no eixo **X** por 'não') audiência do macaco Davi.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente relevantes entre os eventos com e sem audiência (**W=55; p valor = 0,083**). Com um p-valor maior que 0,05, aceitamos a hipótese de que as diferenças entre as médias do índice 'fcrqc' nos eventos com e sem

audiência devem-se ao acaso, não havendo confiança estatística para afirmar que essas diferenças se relacionam com a variável audiência. Com isso, refutamos a Hipótese 1.

Verificamos também se houve influência da idade da audiência no índice analisado. Como alguns eventos possuíam mais de um indivíduo como audiência, categorizamos como audiência mista os eventos em que era composta por animais adultos (maduros) e infantes e/ou juvenis (imaturos). Por conta do baixo número de indivíduos infantes, optamos por agrupar juvenis e infantes na mesma categoria de imaturos.

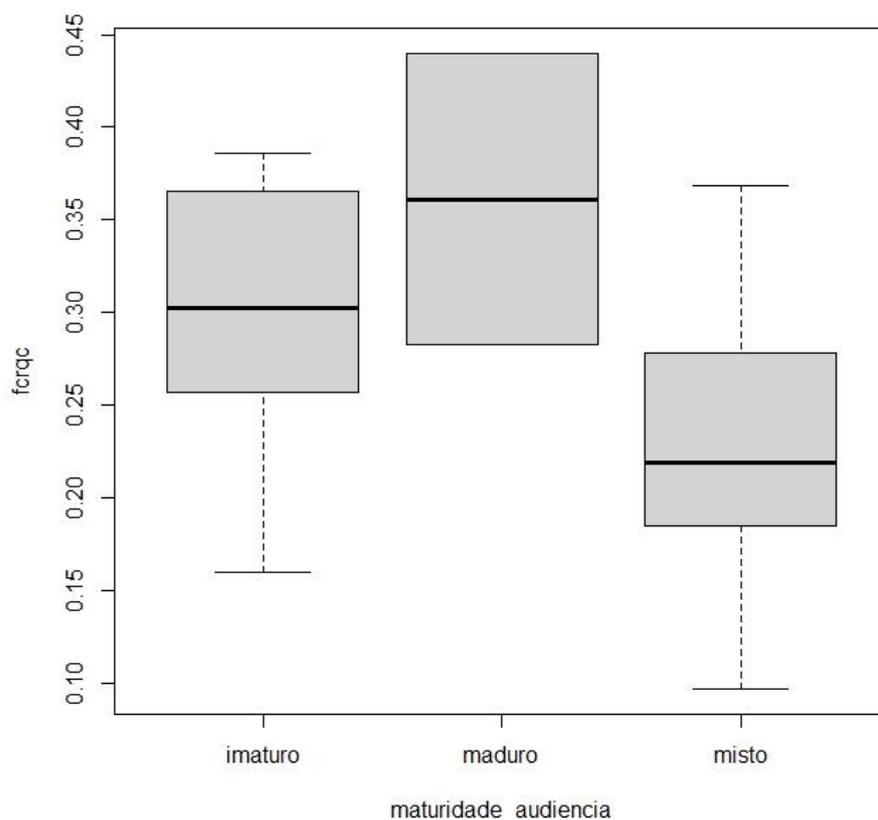


Figura 4. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo, golpear), representado no eixo Y por 'ferqc' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e infantes), maduro (adultos) e misto, quando há no evento indivíduos das duas categorias de maturidade.

Para verificar se houve diferença estatisticamente relevante no índice em função da variável de maturidade da audiência, realizamos o teste não paramétrico *de Kruskal-*

Wallis, que verifica se as diferenças observadas são devido ao acaso ou diferenças relativas às populações estudadas. O teste determina se há diferença em pelo menos dois dos grupos analisados. Caso haja diferença, deve-se ser realizado um teste posterior de *Dunn* para detectar quais grupos diferiram significativamente. Verificamos que não houve diferença estatisticamente relevante entre as categorias de maturidade, já que o p-valor obtido foi maior que o índice de significância 0,05 estabelecido (**p-valor = 0,2736**). Sendo assim, refutamos também a Hipótese 2 e a Previsão I.

2) Frequência de golpes

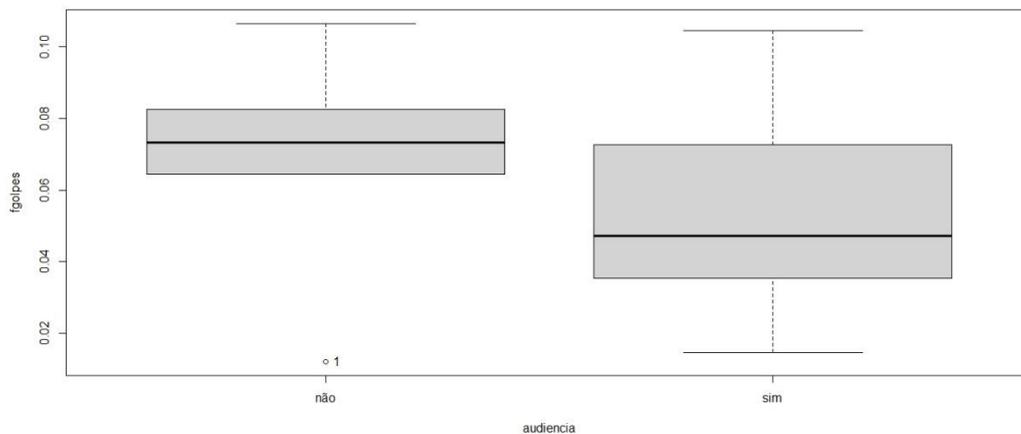


Figura 5. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Davi

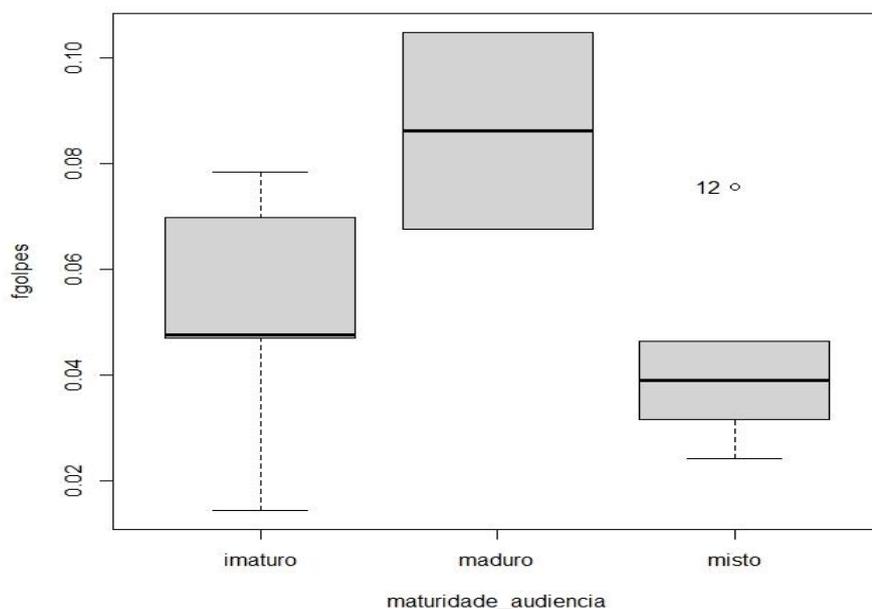


Figura 6. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos de golpear o coco, representado no eixo Y por 'fgolpes', em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e e infantes), maduro (adultos) e misto, quando há no evento indivíduos das duas categorias de maturidade.

A partir da mesma análise que foi feita para o índice ‘fcrqc’, foi observado que não houve diferença estatística significativa na ocorrência do comportamento de golpear entre os eventos com e sem audiência ($W = 49$, $p\text{-valor} = 0,2496$), reforçando os achados anteriores. Já em relação ao efeito da maturidade no índice observado, também não encontramos diferenças estatisticamente significativas ($p\text{-valor} = 0,2197$).

3) Frequência de posicionamento de coco

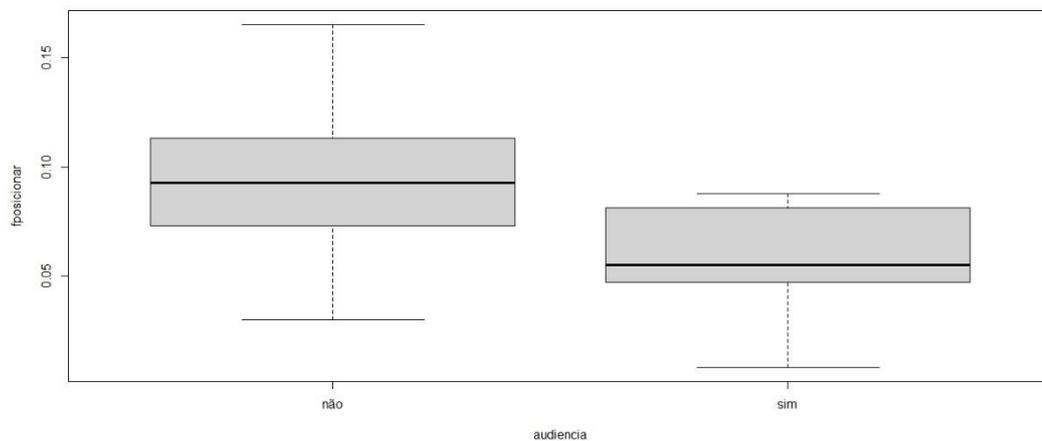


Figura 5. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por ‘fposicionar’ em eventos com (representado no eixo X por ‘sim’ e sem (representado no eixo X por ‘não’) audiência do macaco Davi.

Para o índice referente ao comportamento de posicionar o coco, encontramos resultados semelhantes aos demais índices, em que a variável audiência parece não interferir significativamente no índice de posicionamento de coco. ($W = 53$, $p\text{-valor} = 0,1246$). Quanto à influência da maturidade da audiência no índice observado, também não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas ($p\text{-valor} = 0,3838$).

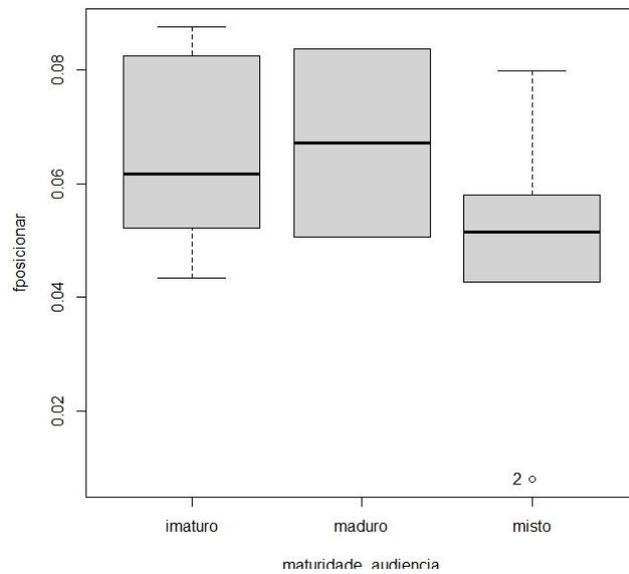


Figura 6. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos de posicionar o coco, representado no eixo Y por 'posicionar', em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo.

- **Cisca**

Foram transcritos 14 episódios de quebra de coco envolvendo a fêmea adulta chamada Cisca, sendo nove deles com audiência e cinco sem audiência, totalizando 1h14min de vídeos transcritos (ver Tabela 2). As mesmas análises realizadas com o macaco Davi foram realizadas para os eventos envolvendo a Cisca.

1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco

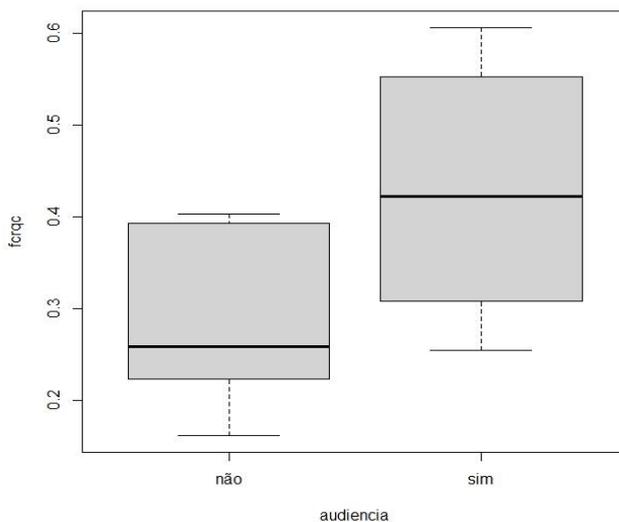


Figura 7. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo e golpear), representado no eixo Y por 'fcrqc' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência da macaca Cisca.

A partir do teste de *Wilcoxon*, não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os eventos com e sem audiência (**W = 9, p-valor = 0,0829**). É interessante observar, entretanto, que os boxplot apresentam uma tendência contrária, evidenciando uma certa discrepância entre os episódios com e sem audiência. Para a análise referente a influência da idade da audiência no índice analisado, a partir do teste de *Kruskal -Wallis*, também não foi verificada diferença estatisticamente relevante, mesmo que os boxplot apresentem uma tendência de diferença entre os episódios (qui-quadrado = 1,7, **p-valor = 0,4298**). Assim, refutamos a Hipótese 1.

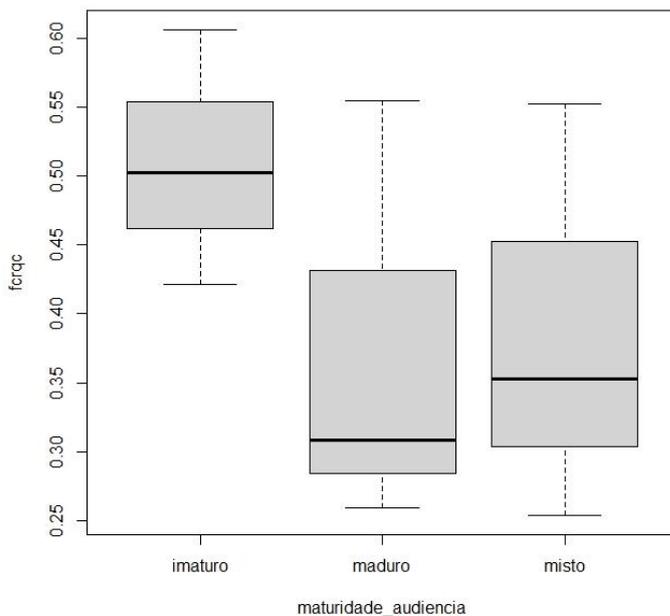


Figura 8. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo e golpear), da macaca Cisca, representado no eixo Y por 'ferqc' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e infantes), maduro (adultos) e misto, quando há no evento indivíduos das duas categorias de maturidade.

2) Frequência de golpes

Para análise do índice referente aos golpes, também não foi verificada diferença significativa entre os eventos com e sem audiência (**W = 9, p-valor = 0,08292**), nem entre as categorias de maturidade da audiência.

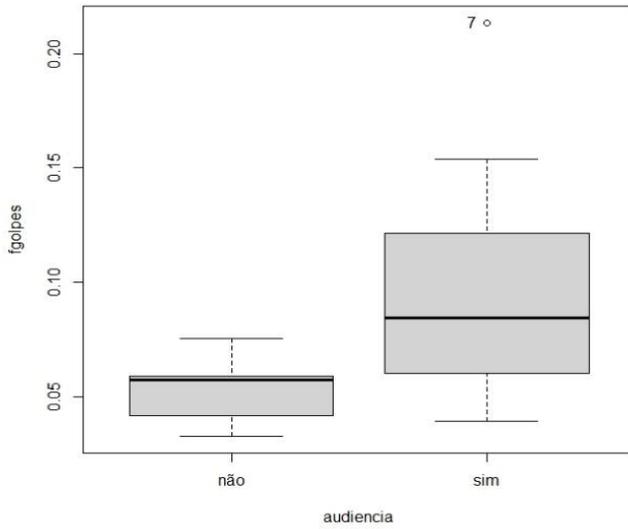


Figura 9. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência da macaca Cisca.

A partir do teste de Kruskal-Wallis foi possível verificar que, assim como para o índice anterior, não há diferença significativa em função das categorias de maturidade da audiência (qui-quadrado = 1,8667, **p-valor = 0,3932**).

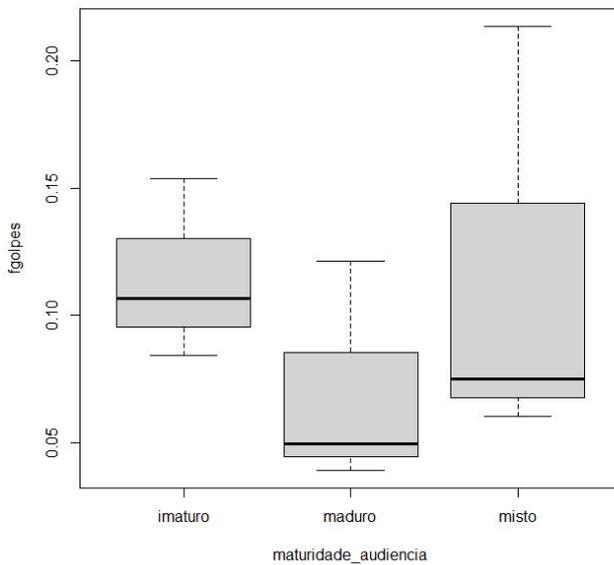


Figura 10. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear coco executados pela macaca Cisca, representado no eixo Y por 'fgolpes' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas

categorias imaturo (incluindo juvenis e e infantes), maduro (adultos) e misto, quando há no evento indivíduos das duas categorias de maturidade.

3) Frequência de posicionamento de coco

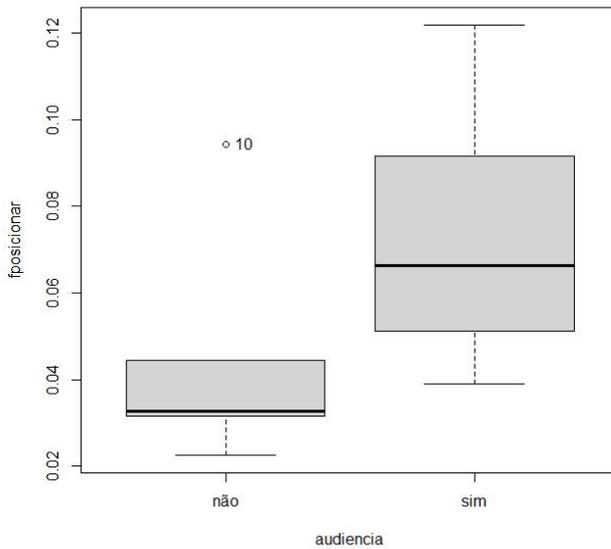


Figura 11. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência da macaca Cisca.

A partir do teste de Wilcoxon, foi visto que não houve diferença significativa entre os eventos com e sem audiência em relação ao comportamento de posicionamento de coco (**W = 9, p-valor = 0,0599**), mas há uma forte tendência evidenciada pelos gráficos boxplot e pelo valor de p.

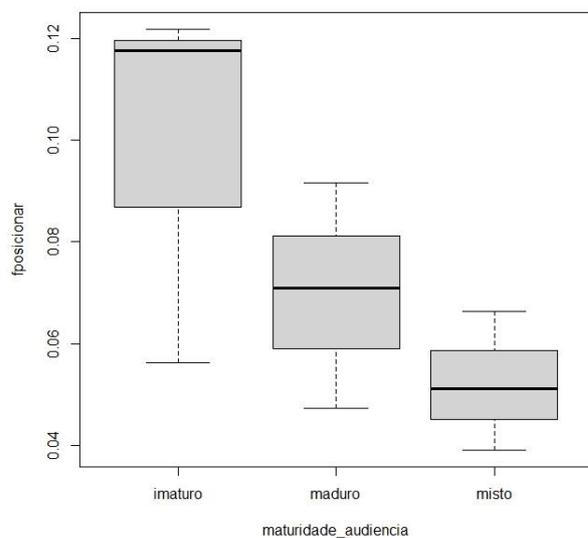


Figura 12. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos de posicionamento do coco, representado no eixo Y por 'fposicionar', em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo, maduro e misto.

A partir do teste de Kruskal-Wallis, foi verificado que a variável maturidade da audiência não interfere de maneira estatisticamente significativa no índice analisado, assim como observado para o caso do macaco Davi (qui-quadrado = 3,2, **p-valor = 0,2019**), nos levando a refutar parte da Hipótese 2 e a Previsão I.

- **Vavá**

Ao todo, foram transcritos 58 minutos de vídeos de quebra executados pela fêmea adulta Vavá, totalizando 16 episódios de quebra, sendo **12 episódios com audiência** e **4 episódios sem audiência**.

1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco

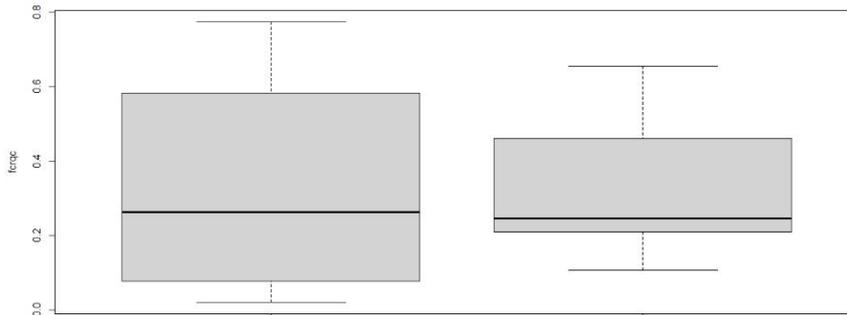


Figura 13. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo e golpear), representado no eixo **Y** por 'fcrcq' em eventos com (representado no eixo **X** por 'sim' e sem (representado no eixo **X** por 'não') audiência da macaca Vavá.

Após o teste de Wilcoxon, foi verificado que não houve diferença significativa entre os eventos com e sem audiência em relação ao índice analisado (**W = 21, p-valor = 0,7703**), fazendo-nos refutar a Hipótese 1.

No caso dos eventos da macaca Vavá, apenas um episódio de quebra com audiência constava com uma audiência mista, de modo que os demais eventos, ou a audiência era toda comporta por animais adultos ou por animais imaturos.

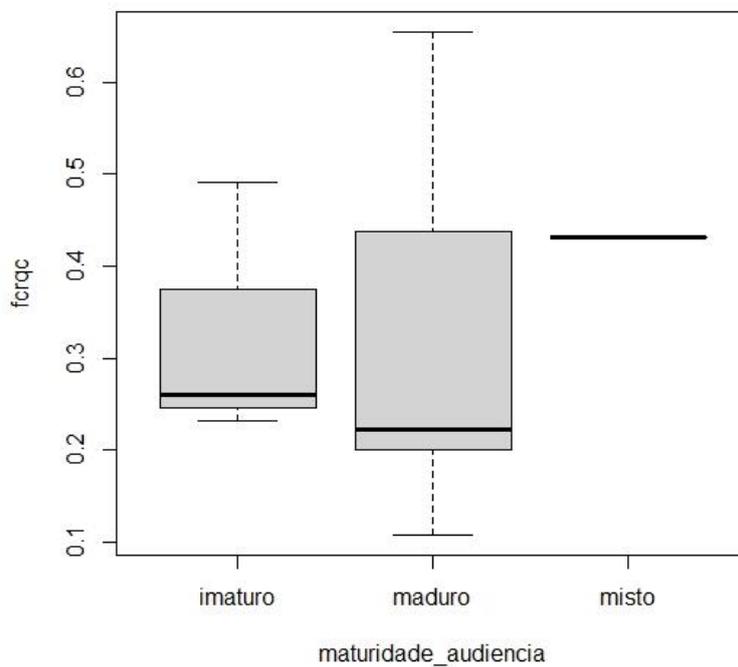


Figura 14. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo, golpear), da macaca Vavá, representado no eixo Y por 'fcrqc' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e e infantes), maduro (adultos) e misto, quando há no evento indivíduos das duas categorias de maturidade

Após o teste de Kruskal-Wallis, não foi verificada diferença significativa entre o índice analisado em relação a maturidade da audiência (qui-quadrado = 1,141, **p-valor = 0,5652**), refutando então a Previsão I.

2) Frequência de Golpes

Os mesmos padrões foram analisados para o comportamento de golpear coco, de modo que, após o teste de *Wilcoxon*, não foi verificada diferença significativa entre os eventos com e sem audiência (**W = 25, p-valor = 0,1628**).

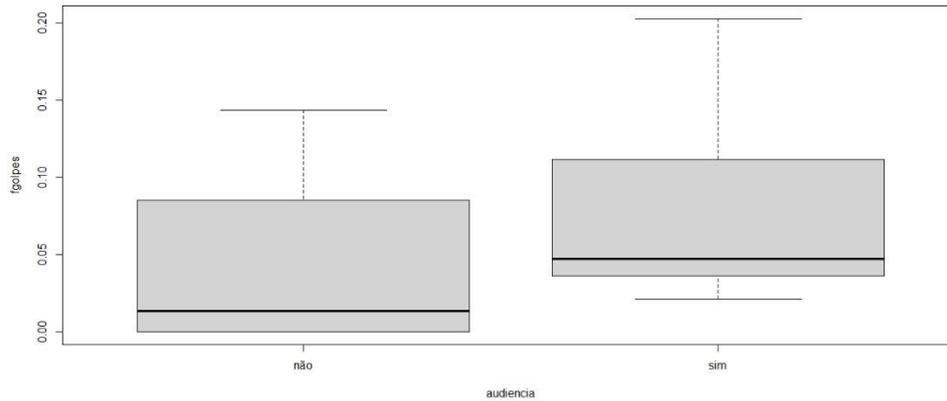


Figura 16. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência da macaca Vavá.

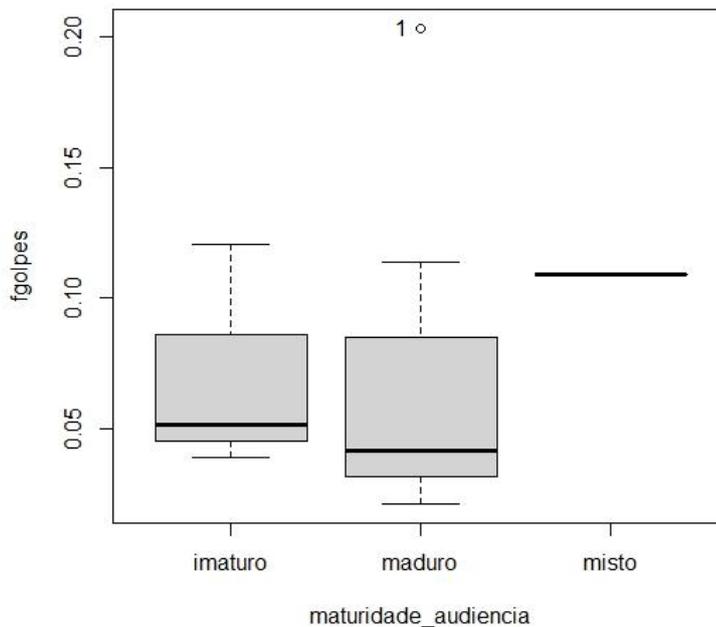


Figura 15. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos de posicionamento do coco, representado no eixo Y por 'fposicionar', em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo, maduro e misto.

Em relação à maturidade da audiência, a partir do teste de *Kruskal-Wallis*, também não foi verificada diferença estatisticamente significativa no índice de golpes entre as categorias de idade da audiência (qui-quadrado = 0.88141, $df = 2$, **p-valor = 0,6436**).

3) Frequência de posicionamento de coco

Assim como para os demais índices, após o teste de Wilcoxon, não houve diferença significativa atestada para o índice de posicionamento de coco ($W = 12$, **p-valor = 0,9515**).

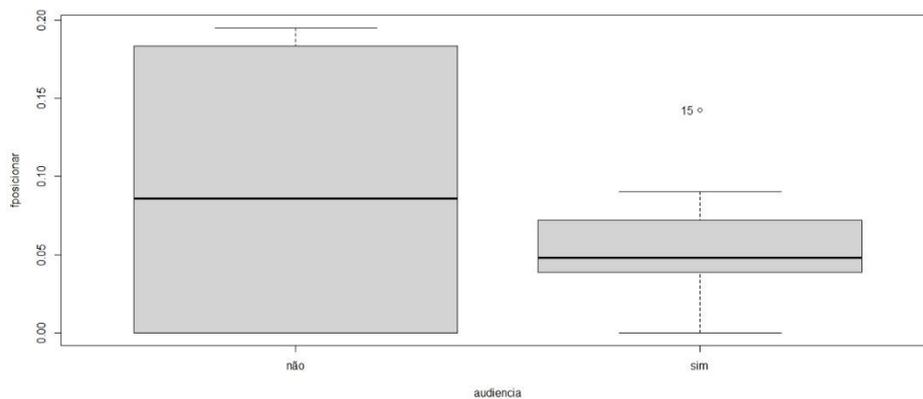


Figura 17. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência da macaca Vavá.

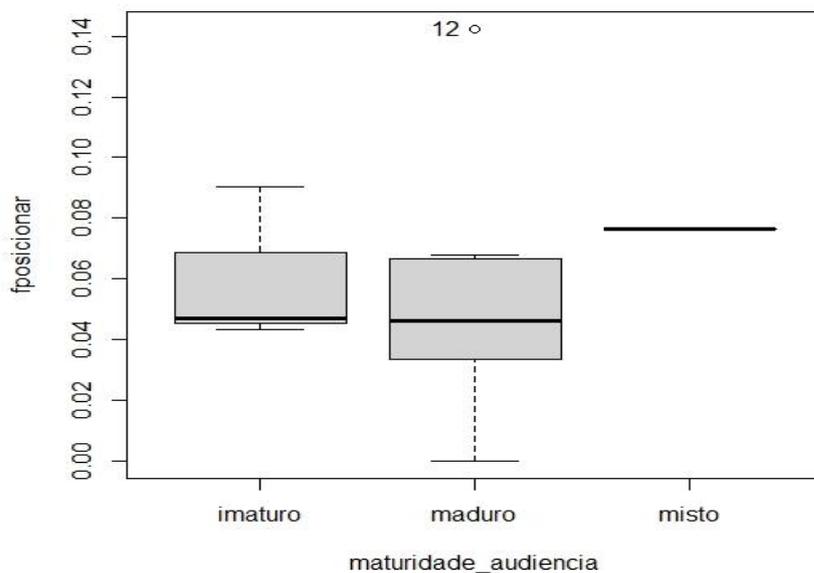


Figura 18. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos de posicionamento do coco, representado no eixo Y por 'fposicionar', em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo, maduro e misto.

Em relação à maturidade da audiência, após o teste *de Kruskal-Wallis*, não foi verificada diferença no índice analisado entre as categorias de idade (qui-quadrado = 1,24, **p-valor = 0,5378**).

- **Medeiros**

Em relação ao macho adulto Medeiros, foram transcritos 58 min de vídeos contendo, ao todo, 19 episódios de quebra de coco, sendo 14 deles sem audiência e cinco com audiência (Tabela 2). É importante pontuar que, dentre os episódios com audiência, apenas um contém audiência mista, ou seja, com indivíduos maduros e imaturos, e apenas um episódio contém na audiência apenas indivíduos imaturos. Os outros três eventos com audiência contêm apenas indivíduos maduros como audiência.

1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco

Para o primeiro índice analisado, assim como para os outros estudos de caso, após o teste de *Wilcoxon*, não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os eventos com e sem audiência (**W = 42, p-valor = 0,5593**), refutando a Hipótese 1.

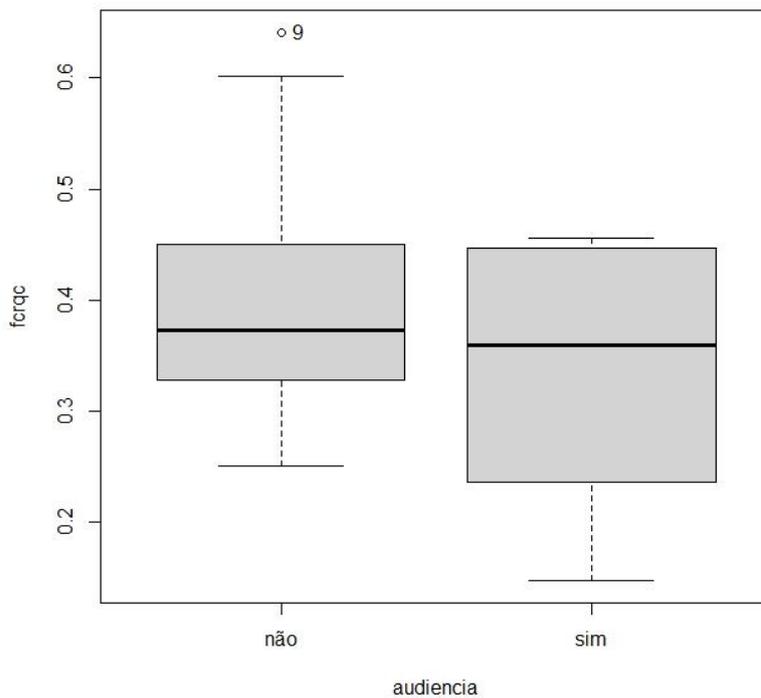


Figura 19. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo, golpear), representado no eixo Y por 'fcrqc' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Medeiros.

Em relação à maturidade da audiência, após o teste de *Kruskal-Wallis*, não foi verificada diferença significativa entre as categorias analisadas (qui-quadrado = 3,2, **p-valor = 0,2019**). Assim, refutamos a Previsão I.

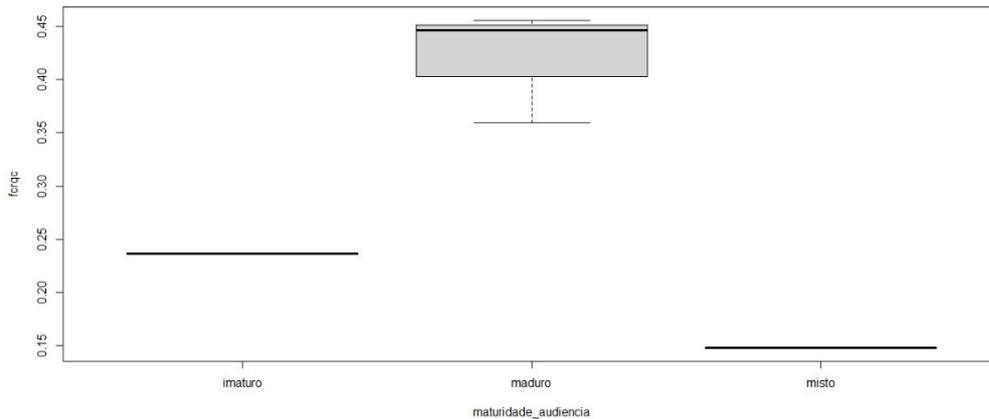


Figura 20. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo e golpear), do macaco Medeiros, representado no eixo Y por 'fcrqc' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e e infantes), maduro (adultos) e misto, quando há no evento indivíduos das duas categorias de maturidade

2) Frequência de golpes

Em relação ao índice de frequência de golpes, após o teste de *Wilcoxon*, também não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre os eventos com e sem audiência (**p-valor = 0,156**).

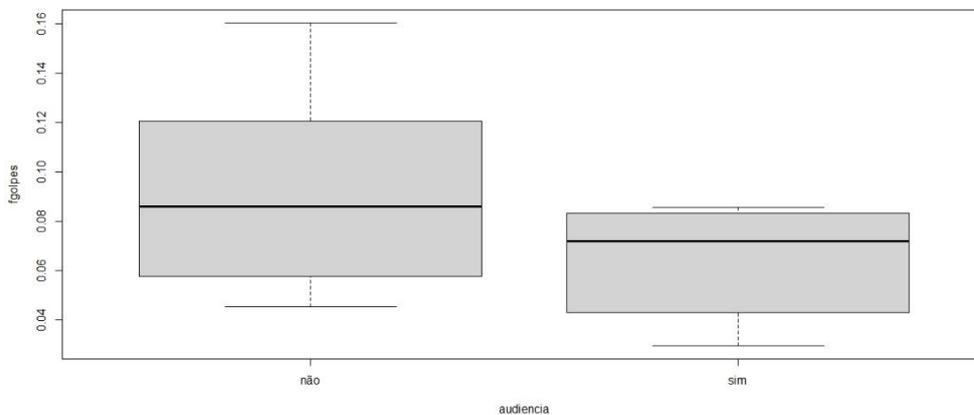


Figura 21. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Medeiros.

Em relação à influência da maturidade da audiência no índice analisado, após o teste de *Kruskal-Wallis*, não foi verificada significância estatística (qui-quadrado = 3,2, **p-valor = 0, 2019**).

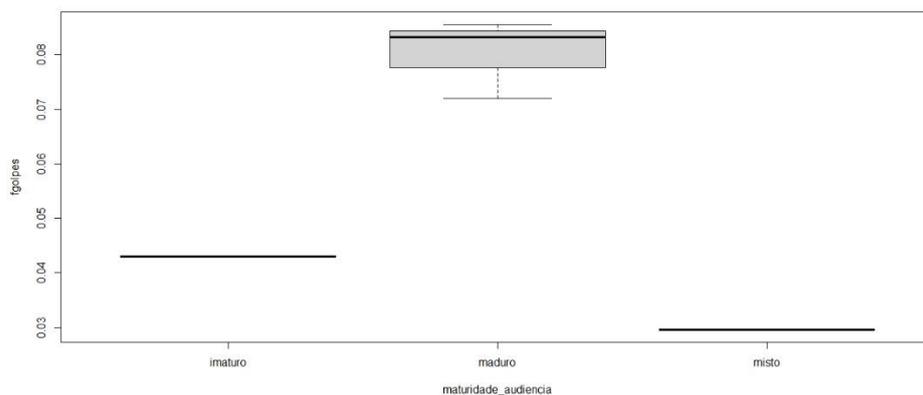


Figura 22. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Medeiros.

3) Frequência de posicionamento de coco

Em relação ao índice de posicionamento de coco, após o teste de *Wilcoxon*, também não foram encontradas diferenças significativas entre os eventos com e sem audiência ($W = 47$, **p-valor = 0,2976**) reforçando os resultados encontrados para os outros índices e nos demais estudos de caso.

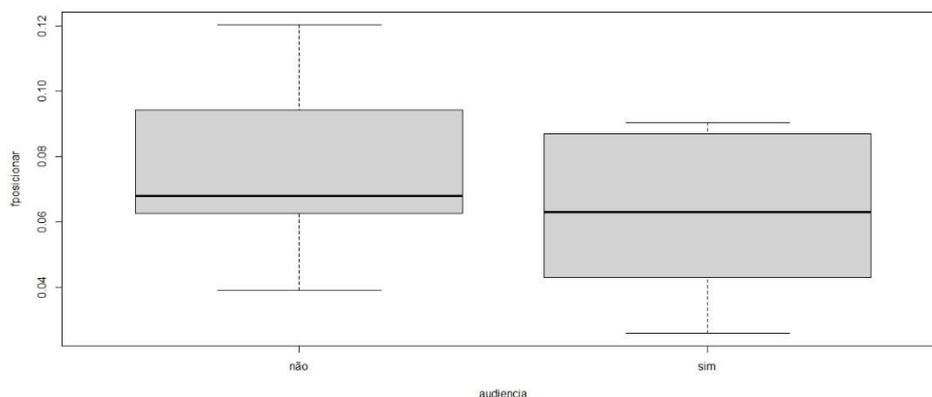


Figura 23. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de posicionamento de coco, representado no eixo Y por 'fposicionar' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Medeiros.

Em relação à influência das categorias de maturidade no índice analisado, resultados semelhantes aos outros índices e estudos de caso foram encontrados após a realização do teste de *Kruskal-Wallis*, de modo a não haver diferença significativas no

índice em função da maturidade da audiência (qui-quadrado = 3,2, df = 2, **p-valor = 0,2019**).

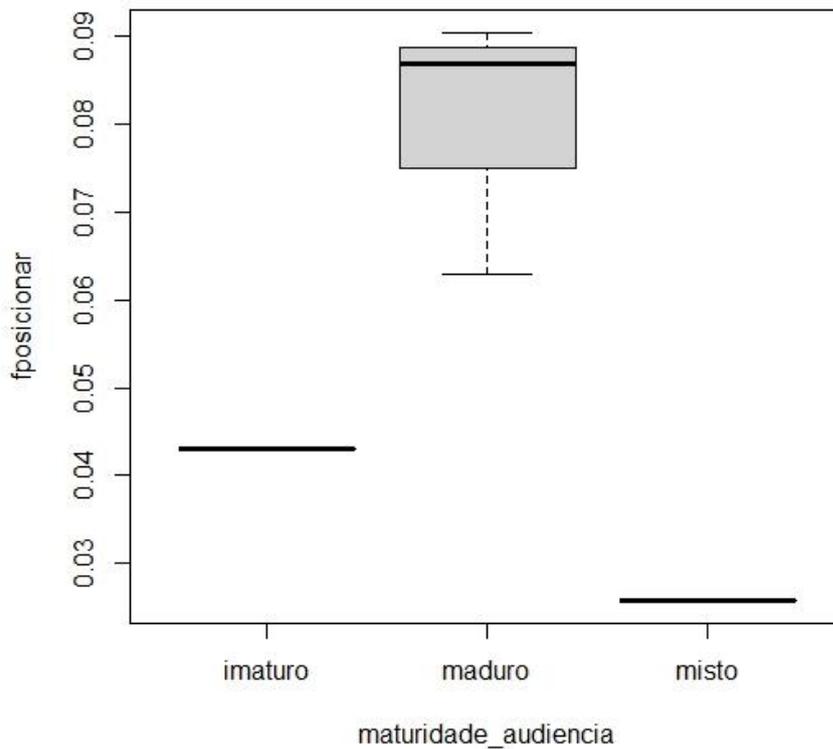


Figura 24. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos de posicionamento do coco, representado no eixo Y por 'fposicionar', em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo, maduro e misto.

- **Suspeito**

Em relação ao macho adulto Suspeito, foram transcritos 1h2min de episódios de quebra, totalizando 14 episódios, seis com audiência e oito sem audiência (ver **Tabela 2**). No caso do macaco Suspeito, não houve casos de eventos com audiência mista. Dos seis episódios com audiência, apenas um deles constava audiência imatura, sendo os demais episódios compostos apenas de audiência madura.

1) Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco

Quanto à diferença entre os eventos com e sem audiência em relação ao índice de frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco, após o teste de *Wilcoxon*, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os episódios, refutando então a Hipótese 1.

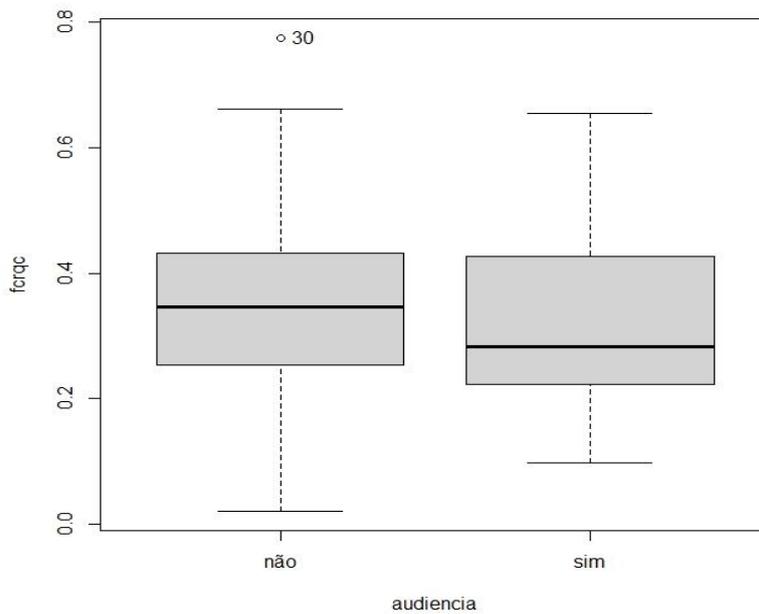


Figura 25. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo, golpear), representado no eixo Y por 'fcrqc' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Suspeito.

Quanto à análise referente à influência das categorias de maturidade da audiência, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas. Com a existência de apenas duas categorias de idade nos eventos com audiência do macaco Suspeito, foi realizado novamente um teste de *Wilcoxon* ($W = 4$, $p\text{-valor} = 0,301$).

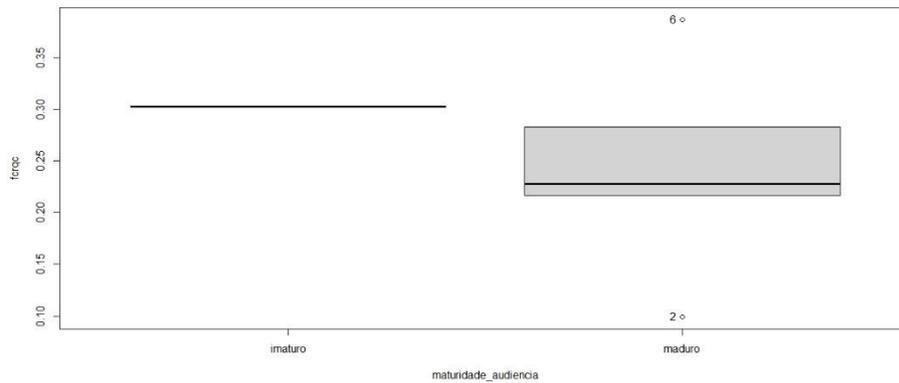


Figura 26. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar martelo, golpear), do macaco Suspeito, representado no eixo Y por 'fcrqc' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e e infantes), maduro (adultos).

2) Frequência de golpes

Quanto ao comportamento de golpear o coco, após o teste de Wilcoxon, não foram encontradas diferenças significativas entre os eventos com e sem audiência ($W = 881$, $p\text{-valor} = 0,5284$).

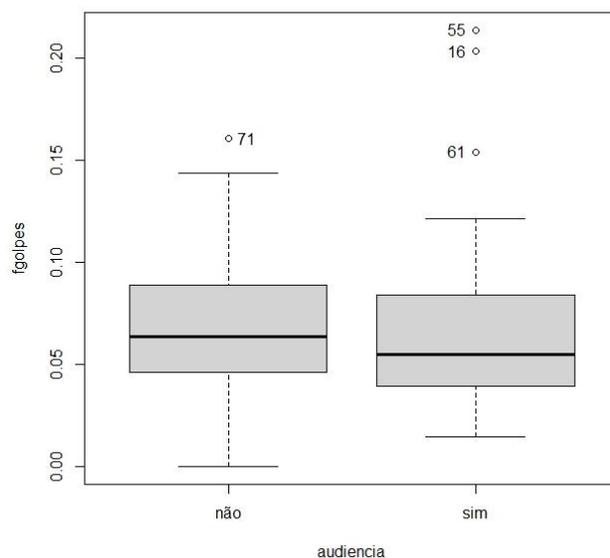


Figura 27. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de golpear, representado no eixo Y por 'fgolpes' em eventos com (representado no eixo X por 'sim' e sem (representado no eixo X por 'não') audiência do macaco Suspeito.

Em relação à influência da maturidade da audiência no índice de golpes, assim como nos demais estudos de caso, não foram encontradas diferenças significativas ($W = 4$, **p-valor = 0,6667**).

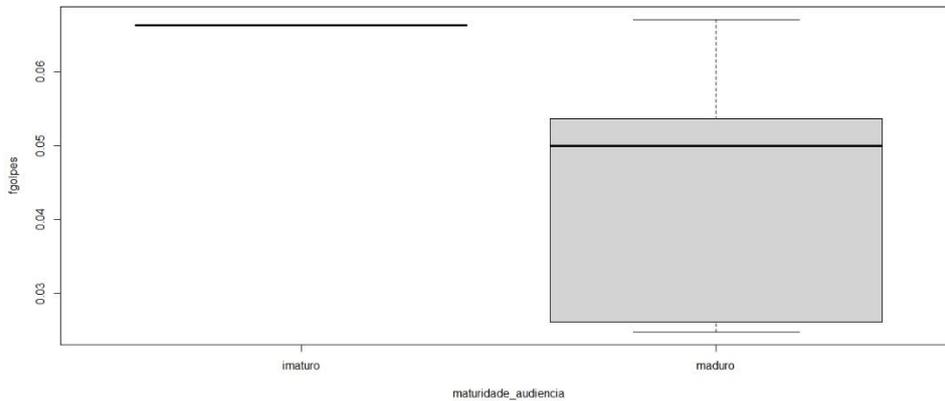
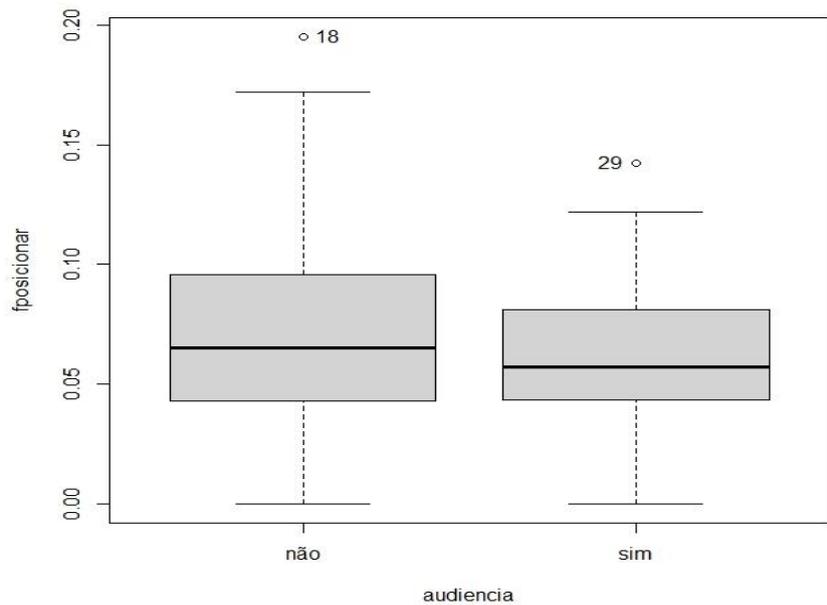


Figura 28. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do de golpearo coco do macaco Suspeito, representado no eixo Y por 'fgolpes' em função da maturidade da audiência, representada no eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e e infantes), maduro (adultos).

3) Frequência de posicionamento de coco

Em relação ao comportamento de posicionamento de coco, assim como para os demais índices e de acordo com o encontrado para os demais estudos de caso, após o teste de Wilcoxon, não foram encontradas diferenças significativas entre os eventos com e sem audiência ($W = 929$, **p-valor = 0,667**).

Figura 29. Gráficos do tipo boxplot representando a ocorrência do comportamento de posicionamento de do macaco Suspeito, representado no eixo Y por 'fposicionar' em função da maturidade da audiência, representada no



eixo X pelas categorias imaturo (incluindo juvenis e infantes), maduro (adultos).

2) Modelos Lineares Mistos

Por fim, com o objetivo de verificar se a **Previsão II** e a **Hipótese 2** se se confirmam, construímos modelos lineares mistos. Com a construção dos modelos, foi possível dimensionar a influência do número de indivíduos na audiência para cada um dos índices ('ferqc', 'fgolpes' e 'fposicionar'). Para auxiliar na visualização dos resultados, apresentamos também a Figura 30, que contém, para cada um dos macacos quebradores analisados, gráficos ilustrando a contagem de indivíduos presentes nos episódios com audiência.

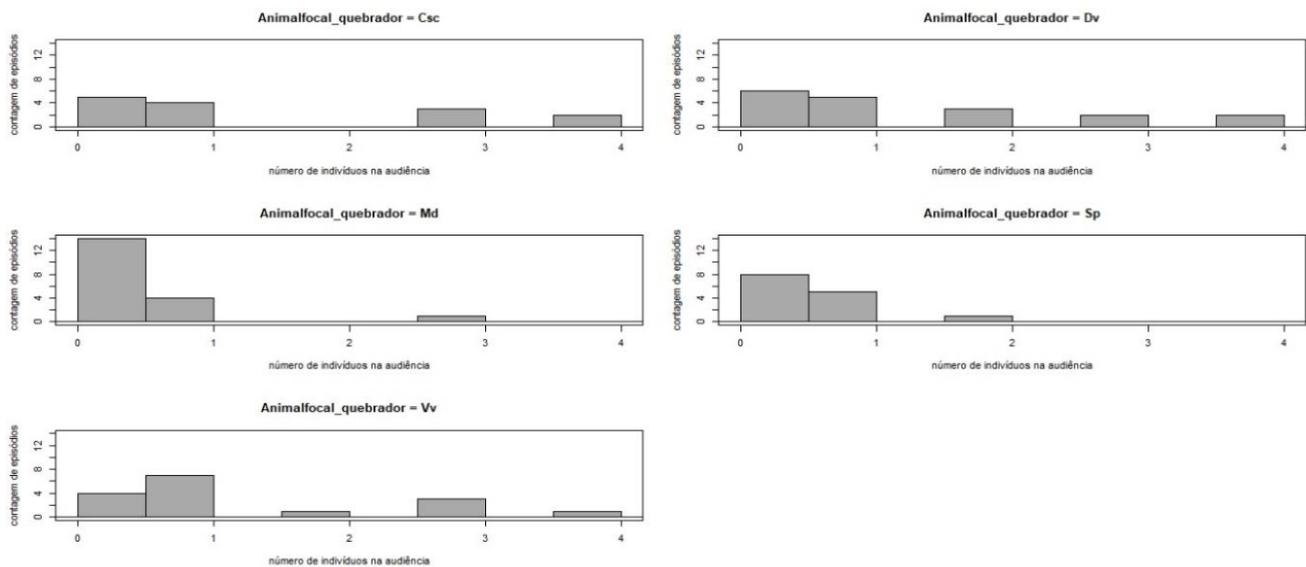


Figura 30. Histogramas contendo a contagem de episódios com o número de indivíduos na audiência correspondente. Csc corresponde aos eventos da macaca Cisca, Dv ao macaco Davi, Md ao Medeiros, Vv à macaca Vavá e Sp ao Suspeito.

É possível observar, a partir da Figura 30, que o número de indivíduos na audiência variou de acordo com a identidade do animal quebrador. Suspeito foi o indivíduo que apresentou o menor número de indivíduos ao mesmo tempo como audiência em seus eventos de quebra. Para cada um dos índices analisados., iremos apresentar o resumo do modelo linear misto e, em seguida, a interpretação estatística do modelo. A construção dos modelos lineares mistos foi possível depois de averiguar que a distribuição dos resíduos, ou seja, a porção da variabilidade destes índices que não pode ser explicada pelo

nosso modelo, segue uma distribuição normal. Para cada um dos resumos apresentados, temos o desvio padrão (*Std.Dev.*), que é uma medida do quanto a variabilidade da variável resposta, no caso cada um dos índices avaliados, é relacionada aos efeitos aleatórios (*Random effects*) que, no caso, é a identidade dos animais quebradores. Podemos ver em *Animalfocal_quebrador* o desvio padrão associado às diferenças de intercepto entre os cinco animais quebradores analisados. A última linha apresenta o resíduo, que indica o quanto da variabilidade não é prevista pela variável aleatória *Animal focal_quebrador* nem pela variável fixa *audiencia*, ou seja, o que não é explicado por nenhum termo do modelo construído. Na seção *Fixed effects* são apresentados os coeficientes estimados para cada um dos índices analisados, que serão explicados a seguir.

- **Frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco**

Fórmula do modelo: $fcrqc \sim \text{audiencia} + (1 \mid \text{Animalfocal_quebrador})$

```

Random effects:
  Groups             Name              Variance Std.Dev.
Animalfocal_quebrador (Intercept)  0.000815  0.02855
Residual                                0.022686  0.15062
Number of obs: 81, groups: Animalfocal_quebrador, 5

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept)  0.34721    0.02546  13.639
audiencia    -0.01136    0.01400  -0.811

Correlation of Fixed Effects:
      (Intr)|
audiencia -0.560

```

Figura 31. Resumo do modelo construído para analisar o índice 'fcrqc' em função do número de indivíduos na audiência.

No resumo deste modelo, temos o valor do intercepto médio (*intercept*) associado à frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco (*fcrqc*) quando a audiência é zero (0,34) e o coeficiente angular de audiência (-0,011), que indica que há uma diminuição de 0,01 no índice de frequência de comportamentos relacionados à quebra de coco a cada unidade de indivíduos na audiência. Assim, podemos ver que a influência do número de indivíduos na audiência no índice analisado é baixa.

- **Frequência de golpes**

Fórmula do modelo: $fgolpes \sim audiencia + (1 | Animalfocal_quebrador)$

```
Random effects:
Groups              Name          Variance  Std.Dev.
Animalfocal_quebrador (Intercept) 0.00009254 0.00962
Residual              0.00164610 0.04057
Number of obs: 81, groups: Animalfocal_quebrador, 5

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept) 0.0679043 0.0073526 9.235|
audiencia   0.0003558 0.0038074 0.093

Correlation of Fixed Effects:
              (Intr)
audiencia -0.528
```

Figura 32. Resumo do modelo

construído para analisar o índice 'fgolpes' em função do número de indivíduos na audiência.

O valor do intercepto (*intercept*) se refere ao valor de 'fgolpes' quando a audiência é zero. Neste caso, igual a 0,067. Já o coeficiente de audiência indica que, a cada unidade de audiência que é acrescida, há um aumento de 0,003 na 'fgolpes'. Assim como para o índice anterior, a influência do número de indivíduos na audiência no índice analisado é baixa,

- **Frequência de posicionamento de coco**

Fórmula do modelo: $fposicionar \sim audiencia + (1 | Animalfocal_quebrador)$

```
Random effects:
Groups              Name          Variance  Std.Dev.
Animalfocal_quebrador (Intercept) 0.000000 0.00000
Residual              0.001365 0.03695
Number of obs: 81, groups: Animalfocal_quebrador, 5

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept) 0.071529 0.005313 13.462
audiencia   -0.004515 0.003332 -1.355

Correlation of Fixed Effects:
              (Intr)
audiencia -0.635
```

Figura 33. Resumo do modelo construído para analisar o índice 'fposicionar' em função do número de indivíduos na audiência.

O valor do intercepto (*intercept*) se refere ao valor de 'fposicionar' quando a audiência é zero. Neste caso, igual a 0,07. Já o coeficiente de audiência indica que, a cada

unidade de audiência que é acrescida, há uma diminuição de 0,004 no índice referente ao posicionamento de coco. Assim como para o índice anterior, a influência do número de indivíduos na audiência no índice analisado é baixa.

c. Resumo dos resultados encontrados

- **Comparação entre os eventos com e sem audiência**

Quebrador	Com audiência	Sem audiência	fcrqc	fgolpes	fposicionar
Suspeito	6	8	W = 924, p-valor = 0,301	W = 881, p-valor = 0,5284	W = 929, p-valor = 0,2777
Vava	12	4	W = 21, p-valor = 0,7703	W = 12, p-valor = 0,1628	W = 25, p-valor = 0,9515
Davi*	12	6	W = 55, p-valor = 0,083	W = 49, p-valor = 0,2496	W = 53, p-valor = 0,1246
Cisca*	9	5	W = 9, p-valor = 0,08292	W = 9, p-valor = 0,08292	W = 8, p-valor = 0,0599
Medeiros	5	14	W = 42, p-valor = 0,5593	W = 51, p-valor = 0,156	W = 47, p-valor = 0,2976

Figura 34. Resumo dos testes de Wilcoxon que foram realizados para averiguar a diferença de cada um dos índices comportamentais entre os eventos com e sem audiência.

- **Efeito da maturidade**

Quebrador	maturidade audiência	fcrqc	fgolpes	fposicionar
Suspeito	madura/imatura	p-valor = 0,667	p-valor = 0,667	p-valor = 0,667
Vava	madura/imatura/mista	p-valor = 0,5652	p-valor = 0,6436	p-valor = 0,5378
Davi*	madura/imatura/mista	p-valor = 0,2736	p-valor = 0,2197	p-valor = 0,3838
Cisca*	madura/imatura/mista	p-valor = 0,4298	p-valor = 0,3932	p-valor = 0,2019
Medeiros	madura/imatura/mista	p-valor = 0,2019	p-valor = 0,2019	p-valor = 0,2019

Figura 35. Resumo dos resultados referentes às análises da influência da maturidade da audiência no comportamento dos macacos quebradores.

- **Modelo Linear Misto**

índice ~ audiência + (1 Animalfocal_quebrador)	intercepto	audiência
fcrqc	0,34	-0,01
fgolpes	0,067	0,003
fposicionar	0,07	-0,004

Figura 36. Resumo do modelo construído, contendo o intercepto e o efeito do número de indivíduos presentes na audiência (audiência), para verificar a influência do número de indivíduos presentes na audiência nos índices comportamentais analisados.

Com os resultados obtidos a partir dos modelos construídos e dos testes dos estudos de caso, não foram encontradas diferenças significativas para afirmar, com confiança estatística, que há diferença entre os eventos com e sem audiência. Também não encontramos evidências de que o número de indivíduos na audiência e a maturidade deles impacta significativamente na ocorrência dos comportamentos de pegar o coco,

posicionar o coco, pegar o martelo e golpear o coco. Assim, refutamos as Hipóteses 1 e 2.

7. DISCUSSÃO

a. E então, podemos falar ensino?

Os resultados apresentados demonstram que não há diferença significativa nos comportamentos envolvidos na sequência ótima de quebra entre os eventos com e sem audiência. Também não foram encontradas evidências da influência significativa do número de indivíduos na audiência, nem da maturidade deles, no comportamento do macaco quebrador, refutando assim as Hipóteses apresentadas neste trabalho. Seguindo a definição de Caro e Hauser (1992), refutamos a hipótese de que há comportamento de ensino entre os macacos-prego do Parque Ecológico do Tietê.

Entretanto, nos eventos da macaca Cisca, a partir da Figura 9 e Figura 10, foi possível observar uma tendência de diferença em relação aos eventos com e sem audiência, bem como em relação à maturidade da audiência. A mesma tendência pode ser observada no macho dominante Davi (Figuras 3 e 4). Além disso, foi possível observar um menor número de indivíduos imaturos nos eventos dos machos adultos Suspeito e Medeiros, que ocupam posições inferiores em relação à hierarquia se comparados à Davi. No caso da fêmea Vavá, por mais que seus eventos contem com audiência de imaturos, não foi observada a mesma tendência dos episódios de Cisca. Apesar de Cisca e Vavá terem idades semelhantes, Cisca possui uma posição mais central na hierarquia (ver Tabela 1), o que pode ter impactado na presença de observadores nos eventos de quebra entre as duas.

Podemos pensar que, para ampliar a investigação do ensino nos macacos do PET, talvez seja necessário um número maior de episódios de quebra de coco, bem como um

maior número de indivíduos analisados. Considerando que os quebradores analisados no presente trabalho possuíram diferentes composições de audiência, seria interessante uma análise de eventos padronizados, tanto em relação ao tempo dos episódios quanto em relação à composição da audiência. Assim, poderíamos obter análises mais robustas, sem a necessidade da criação dos índices comportamentais que foram apresentados neste trabalho. Sem o intermédio dos índices, poderíamos visualizar diretamente a relação entre as variáveis do estudo e o comportamento do quebrador. Se houvesse efeito de ensino, esperaríamos um aumento na frequência dos comportamentos observados principalmente na presença de observadores imaturos. Além disso, seria interessante incluir a medição referente à duração dos golpes realizados durante os eventos com audiência, uma vez que golpear o coco mais devagar na presença de animais imaturos poderia indicar ensino.

Por outro lado, do ponto de vista evolutivo, o ensino tem potencial de facilitar a aprendizagem social, principalmente em situações em que o aprendiz não consegue solucionar problemas com suas próprias informações e seu repertório comportamental (Kline, 2015). Nesse sentido, podemos pensar que, havendo outras formas de aprender os comportamentos envolvidos na quebra de coco, como a partir da aprendizagem indireta (Fragaszy et al., 2013), o ensino pode realmente não ser uma estratégia necessária para os macacos do PET.

Os macacos da Fazenda Boa Vista, por exemplo, apresentam maiores desafios no que se refere à aprendizagem dos comportamentos relacionados à quebra de coco (Fragaszy et al., 2023). O maior tempo até a proficiência enfrentado pelos macacos da FBV se relaciona, em partes, com o fato dos frutos quebrados pelos macacos da Boa Vista serem maiores e mais duros do que os encontrados pelos macacos do PET (Ottoni & Mannu, 2001; Resende et al., 2011). Assim, é necessária a utilização de pedras maiores e

mais pesadas além de uma composição corporal robusta (Fragaszy et al., 2023) para que haja sucesso na quebra. Além disso, macacos-prego habitantes da Caatinga do nordeste brasileiro são conhecidos por quebrar frutos de diferentes tamanhos, utilizando também ferramentas de tamanhos e pesos distintos para quebrá-los (Ferreira et al., 2010). A escolha das ferramentas pelos macacos parece não ser aleatória, mas está relacionada ao tamanho dos frutos (Ferreira et al., 2010). A escolha de ferramentas mais adequadas de acordo com os frutos, juntamente o registro de que há transporte dessas ferramentas até os sítios de quebra, indicam que há um planejamento envolvido no uso de ferramentas por macacos-prego (Ferreira et al., 2010; Visalberghi et al., 2009), evidenciando a complexidade da tarefa.

Nesse sentido, considerando que a aprendizagem de comportamentos mais complexos se relaciona a uma maior qualidade de oportunidades de aprendizagem social, como a observação direta (van Boekholt et al., 2021), o ensino pode ter maior probabilidade de acontecer em um contexto mais desafiador, como na FBV. Dessa forma, defendemos que é interessante ampliar o estudo que foi feito no PET para populações de macacos-prego que vivem em condição de liberdade em outras regiões, como na FBV, uma vez que o ensino pode variar de acordo com a complexidade da tarefa, assim como observado em chimpanzés (Musgrave et al., 2020).

b. A tolerância social e a criação de ambientes propícios para a aprendizagem.

Por mais que as análises quantitativas não tenham evidenciado diferenças entre os eventos com e sem audiência, durante as transcrições dos vídeos foi possível verificar interações que podem ser interessantes de serem estudadas a partir de outras abordagens em trabalhos futuros. Por exemplo, foram observados eventos em que o observador permanece no centro da bigorna, limitando o espaço que pode ser utilizado pelo quebrador. Em um desses casos (ver **Figura 36**), o macho dominante Davi posicionou o coco na lateral da bigorna, e não no centro como em alguns eventos sem audiência. Conforme a audiência alterava sua posição na bigorna, o quebrador também posicionava o coco em locais diferentes, aproveitando os espaços livres da bigorna.

Em outro episódio envolvendo o macho adulto Davi, o observador, que estava se alimentando de alguns dos restos dos cocos deixados pelo quebrador, tem sua mão atingida pelo martelo quando o quebrador vai realizar o golpe. Ao ter sua mão atingida, o observador apenas recolhe a mão e se afasta um pouco, mas permanece no sítio observando enquanto Davi quebra mais cocos. Esse tipo de interação chama atenção por evidenciar a tolerância do animal quebrador com a proximidade da audiência. Entretanto, pode evidenciar também a tolerância da própria audiência em relação às ações do



Figura 37. Trecho de um dos episódios de quebra com audiência do macho adulto Davi.

quebrador. Neste episódio em que Davi golpeia a mão da audiência, o juvenil atingido pode ter percebido o golpe como um estímulo aversivo e, ainda sim, permaneceu no sítio enquanto Davi continua com a quebra de cocos.

Outros questionamentos em relação à maior proximidade entre quebrador e audiência foram levantados ao longo das transcrições. Por exemplo, até que ponto a presença de audiência pode impactar na eficiência da quebra de coco? Considerando que a presença de outro animal no sítio pode limitar o espaço na bigorna para a realização dos golpes, principalmente se a audiência permanece em cima da bigorna junto com o quebrador, o quebrador tem que ajustar seu comportamento para continuar sua atividade em um espaço reduzido. Podemos questionar também o quanto a audiência pode ser uma fonte de distração para o animal quebrador, fazendo com que o quebrador tenha que dispender um maior foco atencional em sua atividade de quebra. Por exemplo, em alguns dos eventos de quebra da fêmea adulta Vavá, a audiência é composta totalmente por indivíduos imaturos. Em um dos episódios em que há quatro indivíduos imaturos na audiência, Vavá realiza a quebra com um infante nas costas e, em um dado momento, um dos juvenis presente no sítio tenta subir nas costas dela e, mesmo assim, Vavá continua com o evento de quebra. Depois de tentar subir nas costas da Vavá, o juvenil permanece em cima da bigorna. Em outros eventos, tanto da fêmea Vavá quanto da Cisca, foi possível observar juvenis brincando no sítio enquanto a quebra era realizada. É difícil de quantificar se a atividade da audiência impacta na atenção dos quebradores. Mesmo se há custos envolvidos nos eventos com audiência, tanto por parte dos quebradores quanto da audiência, os indivíduos ativamente permanecem no sítio, concomitantemente criando contextos propícios para a aprendizagem, uma vez que continuam com suas atividades mesmo na presença de seus coespecíficos. A criação de contextos propícios para

aprendizagem aumenta a ocorrência de aprendizagem socialmente enviesada (van Boekholt et al., 2021). É difícil de quantificar tanto os benefícios quanto os custos que podem estar envolvidos na interação entre quebrador e observador. Sendo assim, seria interessante incluir um olhar para os custos que podem estar envolvidos nos eventos de quebra com audiência. Seguindo a descrição de ensino proposta por Caro e Hauser, isso significaria um foco para o segundo item de sua definição (vide Capítulo 2). Além disso, considerando a dificuldade de quantificar tais questões, um olhar qualitativo para essas interações poderia enriquecer os estudos sobre os eventos com e sem audiência.

8. CONCLUSÕES

Com objetivo de verificar se há alteração comportamental do macaco quebrador em função da presença de audiência, comparamos a ocorrência de comportamentos relacionados à quebra de coco (pegar o coco, posicionar o coco, pegar o martelo, golpear o coco) em eventos com e sem audiência de cinco macacos adultos do Parque Ecológico do Tietê, em São Paulo. A partir da realização de testes de Wilcoxon, Kruskal-Wallis e da construção de modelos lineares mistos, investigamos a influência da maturidade e do número de indivíduos na audiência na ocorrência dos comportamentos relacionados à quebra de coco. Com base nos resultados apresentados, refutamos a hipótese de que há ensino no contexto da quebra de cocos dos macacos do Parque Ecológico do Tietê, já que não foram observadas diferenças significativas entre os eventos com e sem audiência. Propomos, entretanto, que análises semelhantes às realizadas com os macacos do PET se estendam a outras localidades em que a quebra de coco é mais complexa, como na Fazenda Boa Vista. Defendemos também que é interessante incluir o olhar para os potenciais custos envolvidos nos eventos com audiência. Por fim, com base nos questionamentos levantados, propomos que a utilização de uma análise qualitativa dos

eventos com audiência pode revelar nuances de uma regulação comportamental entre quebrador e audiência que escapam aos métodos quantitativos. Concluímos que o presente trabalho revelou novas possibilidades de pesquisa na área de ensino e aprendizagem em animais não-humanos. Os resultados, principalmente advindos da descrição de alguns dos episódios, parece reforçar a ideia de que, tanto o quebrador quanto o observador, estão ativamente envolvidos na criação de um contexto propício para a aprendizagem, tornando necessário mais estudos focados na interação que ocorre nos eventos com audiência. Sendo assim, o olhar para a interação, e não apenas para o comportamento isolado dos participantes, pode enriquecer o entendimento sobre as diferentes formas de influência social na aprendizagem.

9. REFERÊNCIAS

1. Ballesteros, A., & Resende, B. D. (2015). *Mente e Cognição: Um convite ao Ceticismo e à Admiração*. 42.
2. Bard, K. A., & Leavens, D. A. (2014). The Importance of Development for Comparative Primatology. *Annual Review of Anthropology*, 43(1), 183–200. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102313-030223>
3. Boesch, C. (1991). Teaching among wild chimpanzees. *Animal Behaviour*, 41(3), 530–532. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80857-7](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80857-7)
4. Boesch, C., Bombjaková, D., Meier, A., & Mundry, R. (2019). Learning curves and teaching when acquiring nut-cracking in humans and chimpanzees. *Scientific Reports*, 9(1), 1515. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38392-8>
5. Byrne, R. W., & Rapaport, L. G. (2011). What are we learning from teaching? *Animal Behaviour*, 82(5), 1207–1211. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.08.018>

6. Caro, T. M., & Hauser, M. D. (1992). Is There Teaching in Nonhuman Animals? *The Quarterly Review of Biology*, *67*(2), 151–174. <https://doi.org/10.1086/417553>
7. Carvalho, A., & Pedrosa, M. I. (2020). *Física e Psicologia: Um ensaio de interdisciplinaridade* (1º ed). Edicon.
8. Coelho, C. G. (2009). *Observação por co-específicos e influências sociais na aprendizagem do uso de ferramentas para quebrar cocos por macacos-prego (Cebus.sp.) em semi-liberdade* [Mestrado em Psicologia Experimental, Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.47.2009.tde-16122009-111132>
9. Coelho, C. G., Falótico, T., Izar, P., Mannu, M., Resende, B. D., Siqueira, J. O., & Ottoni, E. B. (2015). Social learning strategies for nut-cracking by tufted capuchin monkeys (*Sapajus spp.*). *Animal Cognition*, *18*(4), 911–919. <https://doi.org/10.1007/s10071-015-0861-5>
10. de Waal, F. B. M., & Ferrari, P. F. (2010). Towards a bottom-up perspective on animal and human cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(5), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.03.003>
11. Di Bitetti, M. S. (2005). Food-associated calls and audience effects in tufted capuchin monkeys, *Cebus apella nigrinus*. *Animal Behaviour*, *69*(4), 911–919. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.05.021>
12. Eshchar, Y., Izar, P., Visalberghi, E., Resende, B., & Fragaszy, D. (2016). When and where to practice: Social influences on the development of nut-cracking in bearded capuchins (*Sapajus libidinosus*). *Animal Cognition*, *19*(3), 605–618. <https://doi.org/10.1007/s10071-016-0965-6>

13. Ewer, R. F. (1969). The “Instinct to Teach”. *Nature*, 222(5194), 698–698.
<https://doi.org/10.1038/222698a0>
14. Falótico, T., Luncz, L. V., Svensson, M. S., & Haslam, M. (2016). Cashew Nut Positioning during Stone Tool Use by Wild Bearded Capuchin Monkeys (*Sapajus libidinosus*). *Folia Primatologica*, 87(6), 392–397.
<https://doi.org/10.1159/000459621>
15. Falótico, T., Spagnoletti, N., Haslam, M., Luncz, L. V., Malaivijitnond, S., & Gumert, M. (2017). Analysis of sea almond (*Terminalia catappa*) cracking sites used by wild Burmese long-tailed macaques (*Macaca fascicularis aurea*). *American Journal of Primatology*, 79(5), e22629.
<https://doi.org/10.1002/ajp.22629>
16. Ferreira, R. G., Emidio, R. A., & Jerusalinsky, L. (2010). Three stones for three seeds: Natural occurrence of selective tool use by capuchins (*Cebus libidinosus*) based on an analysis of the weight of stones found at nutting sites. *American Journal of Primatology*, 72(3), 270–275. <https://doi.org/10.1002/ajp.20771>
17. Flynn, E. G., Laland, K. N., Kendal, R. L., & Kendal, J. R. (2013). Target Article with Commentaries: Developmental niche construction. *Developmental Science*, 16(2), 296–313. <https://doi.org/10.1111/desc.12030>
18. Fogarty, L., Strimling, P., & Laland, K. N. (2011). THE EVOLUTION OF TEACHING: THE EVOLUTION OF TEACHING. *Evolution*, 65(10), 2760–2770. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2011.01370.x>
19. Fragaszy, D. M., Aiempichitkijkarn, N., Eshchar, Y., Mangalam, M., Izar, P., Resende, B., & Visalberghi, E. (2023). The development of expertise at cracking

- palm nuts by wild bearded capuchin monkeys, *Sapajus libidinosus*. *Animal Behaviour*, 197, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2022.12.008>
20. Fragaszy, D. M., Biro, D., Eshchar, Y., Humle, T., Izar, P., Resende, B., & Visalberghi, E. (2013). The fourth dimension of tool use: Temporally enduring artefacts aid primates learning to use tools. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1630), 20120410. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0410>
21. Fragaszy, D. M., Eshchar, Y., Visalberghi, E., Resende, B., Laity, K., & Izar, P. (2017). Synchronized practice helps bearded capuchin monkeys learn to extend attention while learning a tradition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), 7798–7805. <https://doi.org/10.1073/pnas.1621071114>
22. Fragaszy, D. M., Feuerstein, J. M., & Mitra, D. (1997). *Transfers of Food From Adults to Infants in Tufted Capuchins*.
23. Fragaszy, D. M., & Perry, S. (2003). Towards a biology of traditions. In D. M. Fragaszy & S. Perry (Eds.), *The Biology of Traditions* (1st ed, p. 1–32). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511584022.002>
24. Fragaszy, D. M., & Visalberghi, E. (2001). *Recognizing a swan: Socially-biased learning*. 17.
25. Franks, N. R., & Richardson, T. (2006). Teaching in tandem-running ants. *Nature*, 439(7073), 153–153. <https://doi.org/10.1038/439153a>
26. Freire, P. (2006). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa* (33. ed). Paz e Terra.
27. Heyes, C. M., & Galef, B. G. (Eds.). (1996). *Social learning in animals: The roots of culture*. Academic Press.

28. Hinde, R. A. (1976). Interactions, Relationships and Social Structure. *Man*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.2307/2800384>
29. Hoppitt, W., Brown, G., Kendal, R., Rendell, L., Thornton, A., Webster, M., & Laland, K. (2008). Lessons from animal teaching. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(9), 486–493. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.05.008>
30. Hoppitt, W., & Laland, K. N. (2008). Chapter 3 Social Processes Influencing Learning in Animals: A Review of the Evidence. Em *Advances in the Study of Behavior* (Vol. 38, p. 105–165). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-3454\(08\)00003-X](https://doi.org/10.1016/S0065-3454(08)00003-X)
31. Ingold, T. (2010). *Da transmissão de representações à educação da atenção*. 33(1).
32. Izar, P., Resende, B. D., & Ferreira, R. G. (2018). *Proximate causes of tool use in feeding in the genus Sapajus*.
33. Kline, M. A. (2015). How to learn about teaching: An evolutionary framework for the study of teaching behavior in humans and other animals. *Behavioral and Brain Sciences*, 38, e31. <https://doi.org/10.1017/S0140525X14000090>
34. Kubo, O. M., & Botomé, S. P. (2001). Ensino-aprendizagem: Uma interação entre dois processos comportamentais. *Interação em Psicologia*, 5(1). <https://doi.org/10.5380/psi.v5i1.3321>
35. Laland, K. N., Richerson, P. J., & Boyd, R. (1996). Developing a Theory of Animal Social Learning. Em *Social Learning in Animals* (p. 129–154). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012273965-1/50008-X>

36. Lockman, J. J. (2000). A Perception-Action Perspective on Tool Use Development. *Child Development*, 71(1), 137–144. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00127>
37. Malaivijitnond, S., Lekprayoon, C., Tandavanittj, N., Panha, S., Cheewatham, C., & Hamada, Y. (2007). Stone-tool usage by Thai long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). *American Journal of Primatology*, 69(2), 227–233. <https://doi.org/10.1002/ajp.20342>
38. Marques-Santos, I., & Resende, B. (2022). *Superando o cérebro: Andy Clark e a cognição corporeada Outgrowing the brain: Andy Clark and the embodied cognition Superando el cerebro: Andy Clark y la cognición corpórea*. 21.
39. Marshall-Pescini, S., Colombo, E., Passalacqua, C., Merola, I., & Prato-Previde, E. (2013). Gaze alternation in dogs and toddlers in an unsolvable task: Evidence of an audience effect. *Animal Cognition*, 16(6), 933–943. <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0627-x>
40. Masataka, N., Koda, H., Urasopon, N., & Watanabe, K. (2009). Free-Ranging Macaque Mothers Exaggerate Tool-Using Behavior when Observed by Offspring. *PLoS ONE*, 4(3), e4768. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004768>
41. Matos, R. J., & Schlupp, I. (2005). Performing in front of an audience: Signallers and the social environment. Em P. K. McGregor (Org.), *Animal Communication Networks* (1^o ed, p. 63–83). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610363.006>
42. Musgrave, S., Lonsdorf, E., Morgan, D., Prestipino, M., Bernstein-Kurtycz, L., Mundry, R., & Sanz, C. (2020). Teaching varies with task complexity in wild

- chimpanzees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(2), 969–976.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1907476116>
43. Musgrave, S., Morgan, D., Lonsdorf, E., Mundry, R., & Sanz, C. (2016). Tool transfers are a form of teaching among chimpanzees. *Scientific Reports*, 6(1), 34783. <https://doi.org/10.1038/srep34783>
44. Odling-Smee, F. J., Laland, K. N., & Feldman, M. W. (2003). *Niche construction: The neglected process in evolution*. Princeton University Press.
45. Orellano, C. M., & González, S. G. (2015). *Acerca de la opción decolonial en el ámbito de la psicología*. 12.
46. Ottoni, E. B. (2021). The Lasting and the Passing: Behavioural Traditions and Opportunities for Social Learning in Wild Tufted Capuchin Monkeys. Em J. R. Anderson & H. Kuroshima (Orgs.), *Comparative Cognition* (p. 153–169). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2028-7_10
47. Ottoni, E. B., de Resende, B. D., & Izar, P. (2005). Watching the best nutcrackers: What capuchin monkeys (*Cebus apella*) know about others' tool-using skills. *Animal Cognition*, 8(4), 215–219. <https://doi.org/10.1007/s10071-004-0245-8>
48. Ottoni, E. B., & Izar, P. (2008). Capuchin monkey tool use: Overview and implications. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 17(4), 171–178. <https://doi.org/10.1002/evan.20185>
49. Ottoni, E. B., & Mannu, M. (2001). Semifree-ranging Tufted Capuchins (*Cebus apella*) Spontaneously Use Tools to Crack Open Nuts. *International Journal of Primatology*.
50. Pagnotta, M. (2012). *A atribuição de cultura a primatas não humanos: A controvérsia e a busca por uma abordagem sintética* [Mestrado em Psicologia]

Experimental, Universidade de São Paulo].
<https://doi.org/10.11606/D.47.2012.tde-25072012-092135>

51. Pagnotta, M., & Resende, B. D. (2013). A controvérsia em torno da atribuição de cultura a animais não humanos: Uma revisão crítica. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 18(4), 569–577. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000400004>
52. Perry, S. E., Carter, A., Foster, J. G., Nöbel, S., & Smolla, M. (2022). What Makes Inventions Become Traditions? *Annual Review of Anthropology*, 51(1), 419–436. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-012121-012127>
53. Raihani, N. J., & Ridley, A. R. (2008). Experimental evidence for teaching in wild pied babblers. *Animal Behaviour*, 75(1), 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.07.024>
54. Resende, B. (2019a). Infants' Characteristics and Skills: Dissolving the Nature/Nurture Dichotomy. *Temas Em Psicologia*, 27(1), 99–111. <https://doi.org/10.9788/TP2019.1-08>
55. Resende, B., Ballesteros-Ardilla, A., Fragaszy, D., Visalberghi, E., & Izar, P. (2021). Revisiting the fourth dimension of tool use: How objects become tools for capuchin monkeys. *Evolutionary Human Sciences*, 3, e18. <https://doi.org/10.1017/ehs.2021.16>
56. Resende, B. D., Hirata, R. P., Nagy, M. B., & Ottoni, E. B. (2011). RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM PRIMATAS: ASPECTOS LIGADOS À ONTOGENIA DA QUEBRA DE COCOS. 11. https://www.researchgate.net/publication/261251583_Resolucao_de_problemas_em_primatas_aspectos_ligados_a_ontogenia_da_quebra_de_cocos

57. Resende, B. D., Nagy-Reis, M. B., Lacerda, F. N., Pagnotta, M., & Savalli, C. (2014). Tufted capuchin monkeys (*Sapajus* sp) learning how to crack nuts: Does variability decline throughout development? *Behavioural Processes*, *109*, 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.09.002>
58. Resende, B. D., Ottoni, E. B., & Fragaszy, D. M. (2008b). Ontogeny of manipulative behavior and nut-cracking in young tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): A Perception-action perspective. *Developmental Science*, *11*(6), 828–840. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00731.x>
59. Resende, B. D. de. (2004). *Ontogenia de comportamentos manipulativos em um grupo de macacos-prego (Cebus Apella) em situação de semiliberdade* [Doutorado em Psicologia Experimental, Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/T.47.2004.tde-03062008-140907>
60. Resende, B. D. de. (2019a). *Etologia, cognição e sistemas em desenvolvimento* [Livre Docência em Etologia, Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/T.47.2019.tde-12062020-225803>
61. Roush, R. S., & Snowdon, C. T. (2001). Food Transfer and Development of Feeding Behavior and Food-Associated Vocalizations in Cotton-Top Tamarins. *Ethology*, *107*(5), 415–429. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0310.2001.00670.x>
62. Savalli, C., Ades, C., & Gaunet, F. (2014). Are Dogs Able to Communicate with Their Owners about a Desirable Food in a Referential and Intentional Way? *PLoS ONE*, *9*(9), e108003. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108003>
63. Savalli, C., Resende, B., & Gaunet, F. (2016). Eye Contact Is Crucial for Referential Communication in Pet Dogs. *PLOS ONE*, *11*(9), e0162161. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162161>

64. Slocombe, K. E., & Zuberbühler, K. (2007). Chimpanzees modify recruitment screams as a function of audience composition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(43), 17228–17233. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706741104>
65. Strauss, S., & Ziv, M. (2012). Teaching Is a Natural Cognitive Ability for Humans: Teaching Is a Natural Cognitive Ability for Humans. *Mind, Brain, and Education*, *6*(4), 186–196. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2012.01156.x>
66. Tan, A. W. Y. (2017). From play to proficiency: The ontogeny of stone-tool use in coastal-foraging long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) from a comparative perception-action perspective. *Journal of Comparative Psychology*, *131*(2), 89–114. <https://doi.org/10.1037/com0000068>
67. Tan, A. W. Y., Hemelrijk, C. K., Malaivijitnond, S., & Gumert, M. D. (2018). Young macaques (*Macaca fascicularis*) preferentially bias attention towards closer, older, and better tool users. *Animal Cognition*, *21*(4), 551–563. <https://doi.org/10.1007/s10071-018-1188-9>
68. Thornton, A., & McAuliffe, K. (2006). Teaching in Wild Meerkats. *Science*, *313*(5784), 227–229. <https://doi.org/10.1126/science.1128727>
69. Thornton, A., & Raihani, N. J. (2008). The evolution of teaching. *Animal Behaviour*, *75*(6), 1823–1836. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.12.014>
70. Thornton, A., & Raihani, N. J. (2010). Identifying teaching in wild animals. *Learning & Behavior*, *38*(3), 297–309. <https://doi.org/10.3758/LB.38.3.297>
71. Troisi, C. A., Hoppitt, W. J. E., Ruiz-Miranda, C. R., & Laland, K. N. (2021). The role of food transfers in wild golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*):

- Support for the informational and nutritional hypothesis. *Primates*, 62(1), 207–221. <https://doi.org/10.1007/s10329-020-00835-0>
72. Valença, T. Propagação do uso de ferramentas em macacos-prego (*Sapajus sp.*) semicativos: A emergência da quebra e a Fase de Transmissão. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2014.
73. van Boekholt, B., van de Waal, E., & Sterck, E. H. M. (2021). Organized to learn: The influence of social structure on social learning opportunities in a group. *IScience*, 24(2), 102117. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102117>
74. Visalberghi, E., & Addessi, E. (2003). Food for thought: Social learning about food in feeding capuchin monkeys. Em D. M. Fragaszy & S. Perry (Orgs.), *The Biology of Traditions* (1^o ed, p. 187–212). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511584022.008>
75. Visalberghi, E., Addessi, E., Truppa, V., Spagnoletti, N., Ottoni, E., Izar, P., & Fragaszy, D. (2009). Selection of Effective Stone Tools by Wild Bearded Capuchin Monkeys. *Current Biology*, 19(3), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.11.064>
76. Watanabe, K., Urasopon, N., & Malaivijitnond, S. (2007). Long-tailed macaques use human hair as dental floss. *American Journal of Primatology*, 69(8), 940–944. <https://doi.org/10.1002/ajp.20403>
77. Whiten, A., Horner, V., Litchfield, C. A., & Marshall-Pescini, S. (2004). How do apes ape? *Animal Learning & Behavior*, 32(1), 36–52. <https://doi.org/10.3758/BF03196005>