



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós Graduação em Neurociências e Comportamento

O efeito das vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* (Aves, Thamnophilidae) na detectabilidade de outras aves seguidoras de correição no Parque Ecológico de Gunma.

Hilário Póvoas de Lima

Belém-Pará

2016

Hilário Póvoas de Lima

O efeito das vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* (Aves, Thamnophilidae) na detectabilidade de outras aves seguidoras de correição no Parque Ecológico de Gunma.

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Neurociências e Comportamento da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos para a obtenção do grau de mestre.

Orientadora: Maria Luisa da Silva

Co-orientadora: Alda Loureiro Henriques

Belém-Pará

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFPA- Belém- PA

Lima, Hilário Póvoas de

O efeito das vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* (Aves, *Thamnophilidae*) na detectabilidade de outras aves seguidoras de correição no Parque Ecológico de Gunma.

72 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, 2016.

1. Comunicação interespecífica. 2. Seguidores de correição. – comportamento. I. Silva, Maria Luísa da. II. Henriques, Alda Loureiro. III. Título.

CDD 22. ed.:

DADOS DA DEFESA E BANCA

O papel das vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* (Aves, Thamnophilidae) na detectabilidade de outras aves seguidoras de correição.

Candidato: Hilário Póvoas de Lima

Data da defesa: 15/09/2016

Resultado:

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Maria Luisa da Silva (UFPA), Orientadora

Prof. Dra. Alda Loureiro Henriques (UFPA), Co-orientadora

Prof. Dr. Felipe Andrés León Contrera, Membro

Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão, Membro

Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart, Suplente

DEDICATÓRIA

À minha esposa e filho,

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus professores pelos valiosos conhecimentos. Às minhas orientadoras, Maria Luisa da Silva e Alda Loureiro, agradeço além dos conhecimentos, a amizade e a confiança depositada em mim. Agradeço também à minha banca de qualificação pelas valiosas contribuições, professora Regina Brito e professor Ronald Ranvaud.

Agradeço aos amigos Luiz Ramirez Bezerra Sena, Danielson Aleixo, Amanda de Almeida Monte, Agnes da Trindade Araujo, Igor Oliveira de Amorim, Carlos Alberto Lira dos Santos Neto, César Favacho e Gabriel Melo Alves dos Santos por suas contribuições à minha dissertação.

Gostaria poder deixar registrado a participação de cada familiar em minha vida acadêmica, mas há um limite de linhas para escrever. Agradeço então aos meus sogros, Célia Luzia Leite Castro e Diógenes de Oliveira Castro e também a Emílio Jorge Leite pelo apoio. Neste período de dedicação, o carinho e cuidado deles como meu filho tornou a nossa vida mais fácil.

Agradeço à minha mãe, Índia Uyara Póvoas Ferreira, que desde sempre foi minha maior apoiadora e fez muitos sacrifícios para que esta pesquisa fosse realizada. Agradeço à minha madrinha e tia, Brisamar Lima de Castro Alves pelo carinho e apoio, que mesmo distante, foi um fator determinante para que eu pudesse concluir esta pesquisa. Para estas duas pessoas não há uma forma suficientemente honesta de agradecer.

À minha esposa Raquel Leite Castro de Lima, agradeço a fé depositada em minhas capacidades, o amor, as muitas contribuições, e o apoio psicológico. Ao meu filho, meu pequeno pesquisador, Pedro Castro de Lima, agradeço por sua curiosidade em todas as nossas observações sobre o comportamento de formigas, aves, vermes, aranhas, tenébrios, ambliptígijs e tantos outros animais que encontramos em nossas andanças.

Sumário

LISTA DE FIGURAS E TABELAS	vii
1 INTRODUÇÃO	4
1.1. Aves e Correições	4
1.2. Vocalizações em Correição.....	7
1.3. Bioacústica e Estudos de <i>Playback</i>	10
2 JUSTIFICATIVA.....	1
2.1. Hipótese	12
2.2. Objetivos	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Espécies Relevantes para o Estudo	13
3.2. Área de Estudo.....	18
3.3. O estímulo <i>Playback</i>	19
3.4. Equipamento	23
3.5. Testes Piloto	23
3.6. Procedimentos.....	24
3.7. Análise de Dados	26
3.7.1. Análise por Sessão	26
3.7.2. Pontuação Final.....	27
4 RESULTADOS	29
4.1. Resultado por Sessão	30
4.2. Resultado por Espécie	33

4.3. Pontuação Final.....	36
5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	39
5.1. Diferença significativa na detectabilidade	39
5.2. Espécies com pontuação final acima da média.....	43
5.3. Explicações evolutivas para maior detectabilidade pós PB.....	45
5.3.1. Vida em Grupo.....	46
5.4. Detectabilidade e pontuação final de <i>Campylopterus largipennis</i>	47
5.5. Possível relação de <i>P. nigromaculata</i> com a sobrevivência de outras espécies	48
5.6. Perspectivas Futuras.....	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
7 ANEXOS.....	55
Anexo 1 Mapa do Parque Ecológico de GUNMA mostrando as trilhas A, B, C, D.	55
Anexo 2 Dados Brutos Tabulados	56
Anexo 3 Lista de todas as espécies detectadas nesta pesquisa	62
Anexo 4 Mostra os dados base para a pontuação final sem tratamento.....	63

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<i>Figura 1.</i> A distribuição geográfica de <i>Phlegopsis nigromaculata</i>	13
<i>Figura 2.</i> <i>Phlegopsis nigromaculata</i>	15
<i>Figura 3.</i> Distribuição geográfica de <i>Eciton burchelli</i>	16
<i>Figura 4.</i> Soldado de <i>Eciton burchelli</i>	17
<i>Figura 5.</i> Bivaque de formigas <i>Eciton burchelli</i>	18
<i>Figura 6.</i> Espectrogramas das frase 1 e 2 do estímulo S1	20
<i>Figura 7.</i> Espectrogramas das frases 3, 4 e 5 do estímulo S1	21
<i>Figura 8.</i> Espectrograma do estímulo S2.....	21
<i>Figura 9.</i> Espectrogramas do estímulo S3.	22
<i>Figura 10.</i> Espectrogramas das frases do estímulo S4.....	23
<i>Figura 11.</i> Esquema da montagem do set experimental	25
<i>Figura 12.</i> Médias de detecções pós PB.	30
<i>Figura 13.</i> Boxplot da diferença da média de detecções pré e pós PB.	32
<i>Figura 14.</i> Pontuação final.....	38
<i>Figura 15.</i> <i>Rupornis magnirostris</i>	42
<i>Figura 16.</i> Esquema explicativo do condicionamento na Teoria Unificada do Reforço.	43
Tabela 1- Detecções pré e pós PB por sessão	31
Tabela 2 - Detecções por espécie nos momento pré e pós PB	33
Tabela 3 - Correlaciona por espécie dados obtidos na coleta desta pesquisa e dados obtidos na literatura	35
Tabela 4 - Pontuação Final.....	37

RESUMO

Formigas de correição são espécies nômades que quando forrageiam afugentam insetos que vivem no solo da floresta, tornando-os presas fáceis para outros animais. Há espécies de aves que seguem e se alimentam ao redor de correições e são consideradas seguidoras obrigatórias ou podem ser menos especializadas, se alimentando em correições apenas quando estas passam em seus territórios. Realizamos então experimentos para verificar se os sons emitidos por uma espécie seguidora de correição especializada, *Phlegopsis nigromaculata*, influencia o comportamento de outras espécies de aves seguidoras especializadas ou menos especializadas em seguir correições. O presente estudo foi realizado no Parque Ecológico de GUNMA (PEG) e investigamos se o *playback* (PB) de vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* pode aumentar a detectabilidade de outras espécies no local e se estas espécies afetadas tem alguma ligação com o forrageio em correições. Em locais diferentes no PEG, foram gravados 5 minutos do som ambiente sem emissão de PB e 5 minutos no mesmo ambiente com a emissão de PB. Os resultados mostraram que o PB aumentou significativamente a detectabilidade, onde 94% das espécies com maior detectabilidade no pós PB frequentam bandos mistos e que 28% são seguidoras de correição. Na pontuação que correlacionava as espécies que foram mais detectadas no momento pós PB de *P. nigromaculata* com comportamentos de seguir bandos mistos e correição, as espécies *Glyphorynchus spirurus*, *Iseria hauxwelli*, *Pyriglena leuconota*, *Lanio surinamus*, *Lepidothrix iris*, *Veniliornis affinis*, e *Willisornis vidua* obtiveram as maiores pontuações, sendo que todas elas frequentam bando misto e 71 % frequentam correição, sugerindo que a maior detectabilidade delas no pós PB está ligada ao forrageio em correições. Os resultados indicam que 18 podem ser influenciadas por vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* já que esta pode ter um papel significativo no forrageio de outras aves insetívoras, que seguem correição ou que frequentam bandos mistos.

Palavras-chave: correição, seguidores de correição, *playback*, bando misto, comunicação interespecífica.

ABSTRACT

Army ants are nomadic species when foraging they chase insects that live on the forest floor, making them easy prey for other animals. There are bird species that follow and feed around army ants swarms they can be obligatory, or are less specialized feeding around swarms only when the latter pass by the former territories. We then conducted experiments to check if the sounds emitted by a specialized follower of army ants, *Phlegopsis nigromaculata*, influences the behavior of other specialized or less specialized army ants followers. This study was conducted in Gunma Ecological Park (GEP) and investigated whether the playback (PB) of *Phlegopsis nigromaculata* vocalizations could increase the detectability of other bird species at the site, and if the affected species have some relation with foraging around army ants swarms. We recorded sounds in different locations in GEP, first we recorded 5 minutes of environment sounds without emission of PB and then recorded 5 minutes from the same environment with emission of PB. The results indicated that PB significantly increased detectability, where 94% of the species with the highest detectability post-PB attend to a mixed flock and 28% are followers army ants. In scores that correlated the most detected species during the post-PB period with behaviors of following mixed flocks and army ants, the species *Glyphorynchus spirurus*, *Isleria hauxwelli*, *Pyriglena leuconota*, *Lanio surinamus*, *Lepidothrix iris*, *Veniliornis affinis*, and *Willisornis vidua* obtained the higher scores, all of which attend mixed flock and 71% attend army ants swarm. These results suggest that the increased detectability of those species in the post-PB is related to the foraging around swarms. The results indicate that 18 species can be influenced by the vocalizations *Phlegopsis nigromaculata* because this can have a significant role in foraging behavior of other insectivorous birds, which follow army ants or attending mixed flocks.

Keywords: Army ants swarms, army ants followers, playback, mixed flock, interspecific communication.

1 INTRODUÇÃO

1.1. Aves e Correições

Aves seguidoras de correições são aquelas cuja fonte alimentar é parcialmente ou totalmente proveniente de correições de formigas (Swartz, 2001). O termo correição se refere a um padrão de forrageio em grupo realizado por algumas espécies de formigas que saem aos milhares procurando alimento, desentocando do substrato da floresta pequenos animais (na maioria artrópodes). As presas capturadas são desmembradas e levadas para o bivaque, também chamado de envelope, que é o termo utilizado para designar um estilo de nidificação onde as formigas constroem a colônia com seus corpos formando um cilindro que pode chegar a ter 700 mil indivíduos, mantendo a rainha e as pupas no centro (Hölldobler & Wilson, 1990).

Na América Latina dois gêneros de formigas de correição são comuns, *Eciton* e *Labidos*, e a espécie que apresenta maior frequência de aves seguidoras de correição é a *Eciton burchelli* (Faria & Rodrigues, 2009). *Labidos praedator* nidifica abaixo do substrato florestal e seu aparecimento na superfície é imprevisível, desta forma sendo menos detectável (Swartz, 2001).

Aves seguidoras de correição não se alimentam das formigas, mas dos animais que são afugentados por elas. Na Mata Atlântica, segundo Faria e Rodrigues (2009), observações sugerem que artrópodes e outros organismos afugentados por formigas de correição são um importante recurso alimentar para muitas espécies de pássaros. Além de aves, uma grande variedade de espécies de outros *taxa* também seguem correições explorando este recurso alimentar, dentre estas estão moscas parasitas (Família Tachinidae), lagartos insetívoros (Teiidae e Iguanidae na região neotropical e Scincidae em ambos os hemisférios), ocasionalmente primatas das famílias Cebidae e Callicebidae no novo Mundo, os Chimpanzés (Hominidae) na África e o também primata noturno Galago (Galagidae de Madagascar),

mangustos (Viverridae) durante o dia e morcegos (Chiroptera) à noite na África (Willis & Oniki, 2008).

Aves que seguem correições de formigas são mais abundantes em florestas tropicais como a Amazônica (Austin, 1961), sendo estas aves comumente divididas em três grupos de acordo com o grau de dependência das correições: as *seguidoras oportunistas ou ocasionais*, que são aquelas que forrageiam em correições buscando alimento somente quando estas passam por seus territórios, as *seguidoras regulares*, que regularmente forrageiam em correições, mas também se alimentam fora dela e as *seguidoras obrigatórias*, que forrageiam exclusivamente os recursos alimentares provenientes das correições (Brumfield *et al.*, 2007).

Pássaros forrageando em correições são facilmente ouvidos na floresta, uma vez que ao explorar este tipo de recurso alimentar frequentemente emitem vocalizações, muitas vezes sendo vocalizações de alarme, ligadas à competição entre as espécies pelas áreas mais centrais da correição porque estas são mais produtivas (Willis & Oniki, 1978). Tanto na África quanto na Mata Atlântica se observou que os pássaros utilizam essas vocalizações identificando por onde exatamente está passando uma correição e assim se alimentarem dos insetos afugentados juntamente com as outras espécies de aves seguidoras de correição (Faria & Rodrigues, 2009; Willis & Oniki, 2008).

Na Mata Atlântica, o Tiê-de-topete, *Trichothraupis melanops*, é frequente em correições, no entanto é considerado um seguidor oportunista por não apresentar o comportamento de checar o bivaque, descrito da seguinte forma: o pássaro que é um seguidor obrigatório monitora o deslocamento das formigas empoleirando-se ao lado do bivaque e mantendo o olhar fixo em sua direção, avaliando a situação do mesmo (Swartz, 2001). Outra evidência de que esta espécie não é seguidora obrigatória é que, além de sua associação com formigas de correição, também está relacionada a duas espécies de macacos na obtenção de

recursos alimentares: o macaco-prego (*Cebus apella*) e o guariba (*Alouatta fusca*) (Fávaro & Anjos, 2005). Faria & Rodrigues (2009) observaram em campo por duas vezes que *T. melanops* usou o canto de *Pyriglena leucoptera*, um seguidor obrigatório, como indicador do local de uma correição.

Segundo a teoria do forrageio ótimo, a quantidade de calorias usada para encontrar, dominar e ingerir o alimento não pode ser maior que o valor calórico a ser obtido (Pecor, Lake & Wund, 2015). Se hipoteticamente *T. melanops* encontrar seu alimento usando o canto de *P. leucoptera*, não precisa gastar energia se deslocando pela floresta em busca dele, melhorando a eficiência de seu forrageio. Quando ocorre a presença das duas espécies de aves em correições, *T. melanops* domina *P. leucoptera*, ocupando assim a parte central do enxame de formigas de correição, onde o alimento é mais abundante (Pizo & Melo, 2010).

Há alguns exemplos de aves que usam o canto de outras espécies de aves assim obtendo benefícios quando forrageando em correição, como por exemplo, *Tauraco macrorhynchus* (Aves, Musophagidae), espécie africana que usa essas vocalizações como uma estratégia de proteção. Esta ave desce ao solo próximo a locais onde se encontram correições procurando frutos caídos. Se houver o perigo iminente de aproximação de um predador aéreo como um gavião ou um perigo terrestre como um mangusto, indivíduos de outras espécies que participam do seguimento da correição podem emitir gritos de alarme correspondentes ao perigo que elicitam diferentes respostas de fuga – voo, para o caso de um perigo terrestre e busca de um abrigo, no caso de perigo aéreo, pois dificilmente haverá chance de fuga por voo no caso de perseguição por um gavião ou falcão. Desta forma os indivíduos se beneficiam com a interpretação de gritos de alarme de outras espécies (Willis & Oniki, 2008).

1.2. Vocalizações em Correição

Muitas vocalizações de aves podem ouvidas próximas a correição. Isso pode ocorrer porque a competição entre aves que frequentam correições é constantemente observada, sendo as partes centrais e mais produtivas da correição ocupadas pelas aves dominantes que geralmente são maiores e mais pesadas e as aves subordinadas ficam nas regiões mais periféricas, onde a quantidade de presas é menor. Desta forma, muitos dos chamados emitidos por aves seguidoras de correições ocorrem durante comportamentos agonísticos, que é um comportamento social relacionado à luta sendo mais amplo que a agressão, pois envolve fugas e conciliação. Em correições, as espécies dominantes emitem vocalizações que atraem indivíduos de seu grupo familiar para o forrageio em uma mesma correição. Espécies subordinadas frequentemente emitem chamados agressivos e não se aproximam umas das outras (Willis & Oniki, 1978). Na região amazônica, mais especificamente em Belém-PA, *Phlegopsis nigromaculata* e *Pyriglena leuconota* já foram avistadas na mesma correição de formigas e nesta situação foi registrado que *P. nigromaculata* exerce dominância, permanecendo na posição central da correição e *P. leuconota* fica como subordinada, permanecendo nas áreas periféricas (Willis & Oniki, 1978).

Além das espécies mais especializadas, próximo a uma correição é comum ouvir outras espécies de aves vocalizando enquanto capturam insetos, formando um bando misto (Oniki, 1971), que é uma associação entre espécies diferentes de aves que buscam alimentos juntas, melhorando a eficiência no forrageio (Sullivan, 1984). Os bandos mistos são compostos basicamente por pares de indivíduos cada espécie. Esta associação interespecífica em um bando misto pode assegurar uma proteção extra em caso da presença de um predador: um indivíduo sentinela emite uma vocalização de alarme. (Powell, 1985).

As aves seguidoras obrigatórias são minoria entre as seguidoras de correição. Na Mata Atlântica, de 66 espécies identificadas junto à correição, 43 estavam capturando presas

afugentadas pelas formigas, e dessas somente a *P. leucoptera* era uma seguidora obrigatória (Faria & Rodrigues, 2009). Desta forma, pode-se dizer que *P. leucoptera* sofreu pressões evolutivas que especializaram seu forrageio em seguir correições. Um exemplo dessa especialização é um dos comportamentos usados por Farias & Rodrigues (2009) para identificar um seguidor obrigatório, o comportamento de checar o bivaque.

Esta especialização, checar o bivaque, torna possível alimentar-se exclusivamente de correições, pois a ave monitora a localização das formigas. Elas encontram os bivaques que podem estar ativos e nômades, mudando o bivaque de local constantemente, ou podem estar ativos e estáticos, onde as formigas saem para forragear e voltam para o mesmo local por um período de 20 dias, por conta do ciclo reprodutivo. *Eciton burchelli* é uma espécie que forrageia somente durante o dia, mas quando muda o bivaque de local, o faz somente durante a noite (Swartz, 2001).

É possível que dentre espécies seguidoras obrigatórias, regulares e oportunistas, algumas sejam capazes de identificar vocalizações de uma espécie mais adaptada em monitorar e seguir formigas para saber onde encontrar alimento, como faz *T. melanops* com relação a *P. leucoptera* na Mata Atlântica.

Além de aves que frequentam correições, outras espécies vocalizam durante o forrageio, facilitando para outros indivíduos a localização de alimentos. *Ectopistes migratorius* (espécie de pombo extinta nos EUA no fim do século XIX) emitia uma vocalização específica ao encontrar alimento e atraía o bando para o local. Seus bandos eram formados por milhões de indivíduos e cobriam grandes extensões de floresta em busca de alimento. Quando sua população foi severamente reduzida em consequência da ação humana (caça e destruição do habitat), os bandos ficaram menores, diminuindo muito a extensão do forrageio e aumentando a distância entre uma ave e outra, e assim sinais sonoros ou visuais

emitidos que indicavam um local de forrageio não eram mais percebidos, levando a ave à completa extinção por não conseguir mais encontrar comida (Bucher & Power, 1992).

1.3. Bioacústica e Estudos de *Playback* (PB)

Animais são capazes de produzir e perceber sons, que representam sinais de comunicação e, portanto, têm um papel fundamental na sobrevivência deles. O repertório vocal de uma espécie inclui sons que têm significados diferentes em diversos contextos comportamentais. Segundo Vielliard e Silva (2010), bioacústica é o estudo dos sons produzidos por animais, sendo uma poderosa ferramenta para a compreensão desses sinais acústicos.

A bioacústica tem destaque em diversas áreas do conhecimento, a exemplo do auxílio no esclarecimento de relações filogenéticas até então obscuras, resolvendo controvérsias taxonômicas e ajudando a caracterizar espécies, não somente de aves (Vielliard & Silva, 2004). Estudos de *playback* são utilizados para investigar o significado de sinais sonoros dentro dos sistemas de comunicação animal. Ele basicamente envolve reproduzir gravações que ocorrem em ambiente natural ou sintetizar sinais sonoros, reproduzi-los para um determinado indivíduo e registrar a resposta (McGregor, Catchpole, & Dabelsteen, 1992). Por exemplo, se o sinal sonoro que for reproduzido no estudo for um grito de alarme, este pode eliciar no animal observado o comportamento de afastar-se do local.

No presente estudo realizamos experimentos de *playback* com a vocalização de uma seguidora obrigatória de correição, *Phlegopsis nigromaculata*, que foi reproduzida via PB para registrar as respostas de outras espécies e desta forma verificar a presença delas na área sob influência do PB.

2 JUSTIFICATIVA

Investigamos variáveis distais e proximais do comportamento verificando se o canto de uma espécie que evolutivamente estreitou muito sua dependência de formigas de correição pode influenciar o comportamento de outras espécies que podem ter sofrido pressões evolutivas para reconhecer essas vocalizações ou como um indicador de uma área de forrageio ou simplesmente durante sua vida ter associado esse som à disponibilidade de alimento.

O uso interespecífico do canto de uma ave seguidora obrigatória de correições na Amazônia é um comportamento ainda pouco conhecido. Em uma floresta densa e fechada, a visualização de correições pode ser difícil e, assim, usar vocalizações de espécies muito especializadas, que sempre estão próximas a correições, pode estabelecer uma importante característica adaptativa. Nossa proposta é colaborar na compreensão das relações entre aves que seguem correições.

Outra questão envolve a destruição dos biomas amazônicos que tem ocorrido atualmente em ritmo alarmante e vem diminuindo as regiões de sub-bosque que são frequentadas pelas formigas de correição, diminuindo também a capacidade delas de encontrar alimentos para si e para outros animais, colocando em risco a sobrevivência deles. Por este fato, *P. nigromaculata* foi incluída entre as espécies ameaçadas de extinção na portaria de 27 de março de 2014, expedido pelo Ministério do Meio ambiente (Portaria N° 35 do Ministério do Meio Ambiente, ICMbio, 2014) que a incluiu no Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves da Amazônia ameaçadas de extinção.

2.1. Hipótese

A hipótese de trabalho deste estudo é que vocalizações de *P. nigromaculata* podem influenciar a detectabilidade de outras espécies de aves que de alguma forma podem se beneficiar com as correições.

2.2. Objetivos

Geral

Verificar se vocalizações de um seguidor obrigatório de correições, *Phlegopsis nigromaculata*, aumenta a detectabilidade de outras aves que possam estar ligadas ao forrageio em correições.

Específicos:

I. Verificar se o PB foi capaz de influenciar a detectabilidade de aves no PEG comparando as detecções de presença de espécies antes e depois de gerado o PB;

II. Verificar quais espécies de aves sofreram mais influência do estímulo PB;

III. Correlacionar os dados de detectabilidade desse estudo com o comportamento de seguir correições e frequentar bandos mistos de cada ave detectada para estabelecer uma relação entre detectabilidade pós PB e o forrageio para cada espécie.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Espécies Relevantes para o Estudo

Phlegopsis nigromaculata: Espécie da família Thamnophilidae, com tamanho aproximado de 17 cm de comprimento e 6,7 cm de largura, sem dimorfismo sexual. Apresenta hábito terrestre e é encontrada em terras baixas de floresta úmida (Van Perlo, 2009), ocorrendo na Bolívia e no território brasileiro, nos estados do Acre, Pará (alto rio Cururú, rio Tocantins, Belém) e Maranhão (Sick, 1997), como mostra a figura 1.



Figura 1. A distribuição geográfica de *Phlegopsis nigromaculata* é destacada em amarelo.
Fonte: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=22701945>

Ao seguir a correição, esta espécie pula no solo próximo às formigas, com a cauda para cima, podendo também pousar em brotos verticais. A espécie não apresenta predileção em seguir uma espécie específica de formiga de correição, e sendo uma seguidora obrigatória, sua população flutua de acordo com a disponibilidade de correições (Willson, 2004).

Ninhos desta espécie de ave foram encontrados próximos ao solo, em cavidades no topo aberto de palmeiras mortas. A espécie vive em grupos de 2 a 5 indivíduos, que podem forragear na mesma correição de formigas, e, em outros momentos, indivíduos do mesmo grupo forrageiam em correições diferentes. Estes indivíduos do grupo também cooperam no cuidado de filhotes: um ninho foi observado durante 18 horas em 8 dias, e foram vistos dois machos e uma fêmea alimentando um filhote. Havia uma fêmea com dois anos, um macho com a mesma idade e outro macho com 4 anos. Nesse período ocorreram 77 alimentações, a fêmea alimentou 20% das vezes, o macho mais velho 42% e o mais jovem 36%. Em 2% dos casos houve ainda a alimentação provida por um adulto desconhecido (Willson, 2004).



Figura 2. Phlegopsis nigromaculata. Tamanho aproximado de 17 cm de comprimento e 6,7 cm de largura. Fonte:

https://www.google.com.br/search?q=phlegopsis+nigromaculata&esv=2&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHrPbS49_QAhWJEpAKHRzWDaUQ_AUICCGD#imgc=YuFHOBBD06NDc_M%3A

***Eciton burchelli*:** Esta espécie de formiga ocorre no sul do México, Norte do Peru e no Brasil, sendo a formiga de correição mais comum do Brasil (Hölldobler & Wilson, 1990). Conhecida popularmente como Taoca, a espécie é comum no Parque Ecológico de Gunma (PEG), onde as aves *P. nigromaculata* e *P. leuconota* foram vistas forrageando e emitindo vocalizações em sua correição.



Figura 3. Distribuição geográfica de *Eciton burchelli*. As zonas destacadas em verde claro são aquelas onde a espécie de formiga comumente ocorre, em azul, provavelmente presente, em amarelo claro sua presença é incerta e em preto a espécie não ocorre. Fonte: <http://www.antwiki.org/wiki/Eciton>

A espécie apresenta comportamento nômade, nidificando em bivaque (figura 5). Elas mudam o local do bivaque com frequência, fazendo-o sempre à noite. O bivaque geralmente é construído em locais pouco expostos como troncos de árvores caídos, entre um tronco e outro, ou mesmo em árvores a 20 metros de altura. Durante o ciclo reprodutivo fica fixo por 20 dias, e as formigas saem para forragear e voltam ao mesmo local (Swartz, 2001).

Uma única correição pode ter entre 150 mil e 750 mil indivíduos, forrageando enquanto há luz do dia (acima de 0,5 lumens). Ao amanhecer, o bivaque começa a ser desfeito e as operárias começam a sair para o forrageio deixando um rastro químico. Assim que encontram uma presa, liberam outro rastro químico atraindo outras operárias que cooperam para dominar, desmembrar e levar o alimento ao bivaque. As operárias retornam ao bivaque quando não há mais luz do dia (Hölldobler & Wilson, 1990). Suas correições podem

apresentar 15 metros de largura, criando um vasto campo de forrageio que é utilizado por espécies seguidoras de correição (Willis & Oniki, 2008). Os soldados apresentam mandíbulas proeminentes e poderosas (Figua 4).



Figura 4. Soldado de *Eciton burchelli*. Fonte:

<http://www.antwiki.org/wiki/images/a/af/Eciton-burchelliiSF1.jpg>



Figura 5. Bivaca de formigas *Eciton burchelli*. Fonte: <http://lab.rockefeller.edu/kronauer/assets/image/EcitonBurchellii1S.jpg>

3.2. Área de Estudo

A pesquisa ocorreu no Parque Ecológico de Gunma (PEG), uma área de floresta de 540 hectares (01°13'00,86"S-48°17'41,18"W) situada no município de Santa Bárbara, a 50 km da capital do Pará, Belém, tendo acesso no quilômetro 18 da rodovia PA-391, no sentido Belém-Ilha de Mosqueiro. O PEG é gerenciado pela Associação Gunma Kenjin-Kai do norte do Brasil.

No PEG a vegetação predominante é floresta ombrófila densa de terra firme, apresentando também regiões de floresta secundária, igapós e várzea. Apresenta ao sul o igarapé Tracuateua e ao nordeste o igarapé Tauriê que formam os ambientes de várzea e igapó citados (Costa & Pietrobon, 2010).

3.3. O estímulo *Playback*

Quatro estímulos de *playback* (PB) da espécie *P. nigromaculata* foram montados a partir de três arquivos de áudio wave de qualidade profissional (24 bits, 48000 Hz) enviados pela FNJV (Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard). Os PB foram retirados de gravações do canto de *P. nigromaculata* e nomeados S1, S2, S3 e S4.

Durante a revisão bibliográfica desta pesquisa não foram encontradas publicações sobre o estudo do canto de *P. nigromaculata*, impossibilitando que os estímulos PB pudessem ser montados considerando a função de cada vocalização. Deste modo, as frases, que são compostas pelas notas emitidas pela ave dentro de um intervalo de tempo, foram preservadas sem quaisquer alterações na montagem dos estímulos. A montagem consistiu na limpeza de ruído de fundo entre as frases, para cada estímulo. Os estímulos S1 e S3 apresentam frases semelhantes, mas foram retirados de gravações realizadas em locais diferentes assim como os estímulos S2 e S4, que também apresentam frases semelhantes. A montagem dos estímulos foi feita usando o aplicativo Sound Forge pro 11, selecionando as partes que estavam com menos ruído de fundo.

Foram montados quatro estímulos por duas razões, a primeira foi para evitar que um único estímulo fosse usado em pontos de coleta próximos para que as aves não dessensibilizassem o estímulo, e a segunda para saber se o controle exercido está relacionado com a vocalização emitida por *P. nigromaculata* e não com outro aspecto do estímulo que possa ter influenciado a detectabilidade. Se uma espécie for detectada sempre após um único estímulo, o controle pode estar ligado somente a este estímulo, estabelecendo uma relação fraca com a variável de interesse (vocalizações de *P. nigromaculata*), no entanto, se as detecções de uma espécie ocorrem após a emissão de 3 ou 4 estímulos diferentes, a relação estabelecida com a vocalização é mais provável.

Estímulo S1: Este estímulo apresenta 43 segundos de duração. É composto por cinco frases retiradas de uma vocalização de *P. nigromaculata*. Na figura 5 e figura 6 são apresentados os espectrogramas das frases na sequência em que ocorrem.

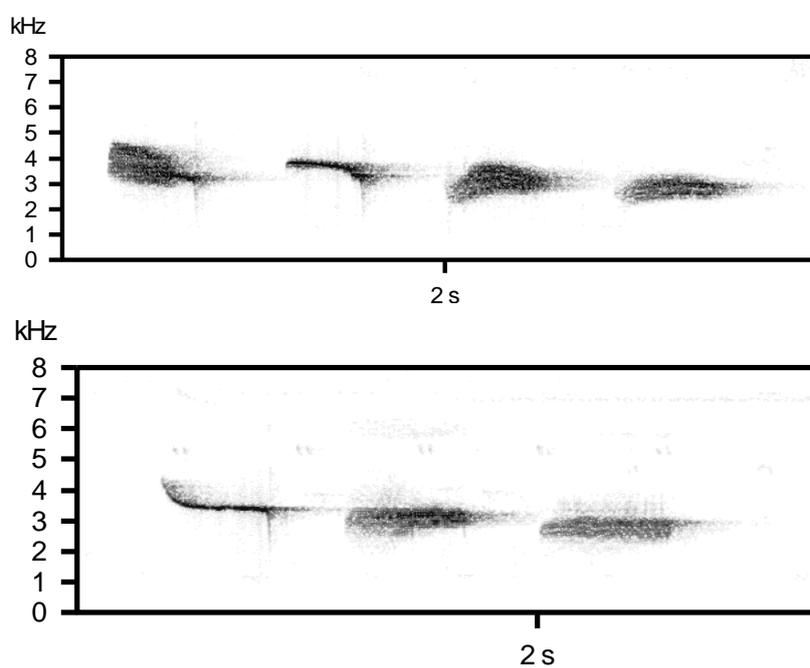


Figura 6. Espectrogramas das frase 1 e 2 do estímulo S1, onde a frase um é composta por 4 notas e a frase 2 é composta por 3 notas.

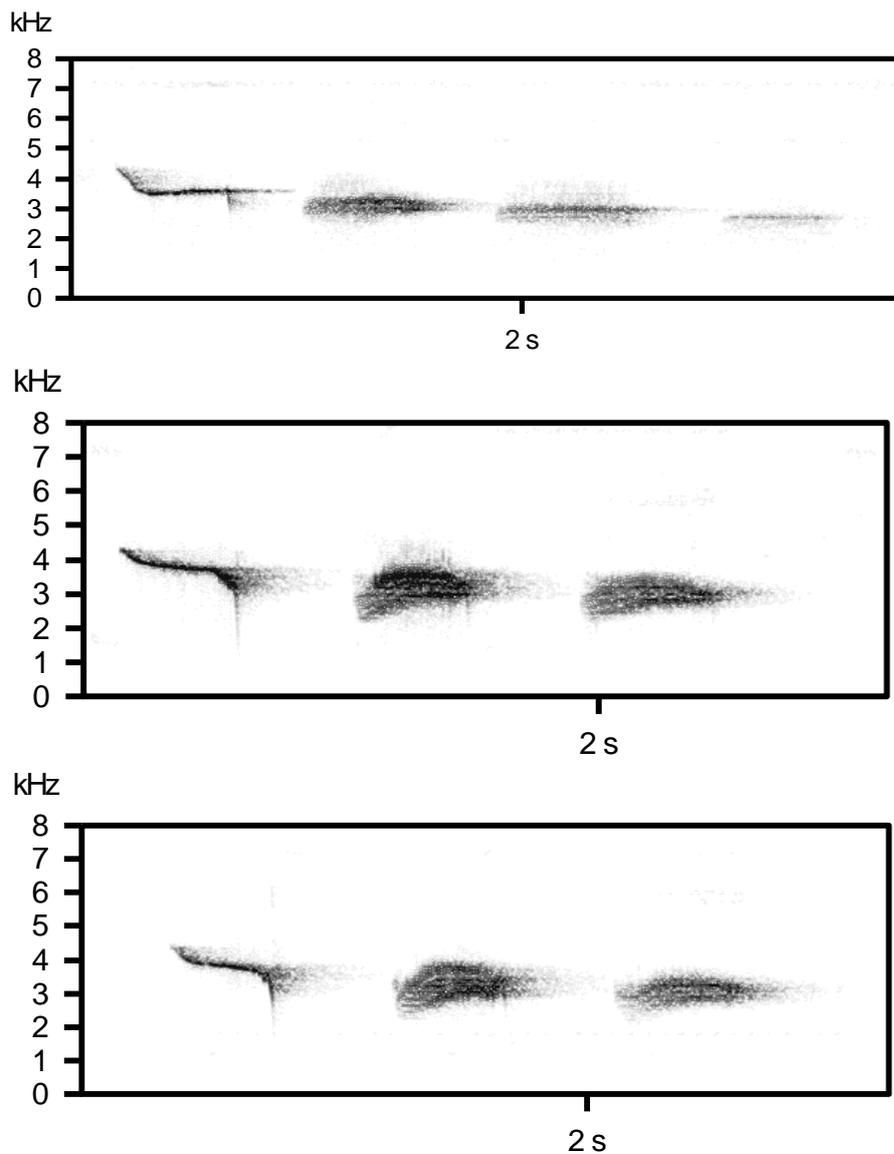


Figura 7. Espectrogramas das frases 3, 4 e 5 do estímulo S1, onde a frase 3 é composta por 4 notas, a frase 4 por 3 notas e a frase 5 por 3 notas.

Estímulo S2: O estímulo apresenta 16 segundos de duração e é composto por uma frase retirada de uma vocalização de *P. nigromaculata*, como pode ver observado na figura 8.

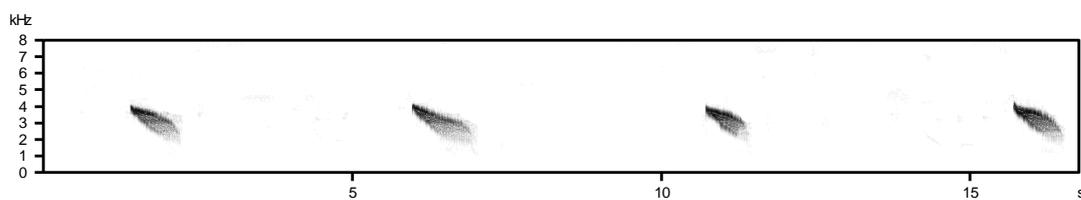


Figura 8. Espectrograma do estímulo S2, composto por 4 notas.

Estímulo S3: O estímulo apresenta 10 segundos de duração e é composto por 3 frases do canto de *P. nigromaculata* que são apresentadas na figura 9.

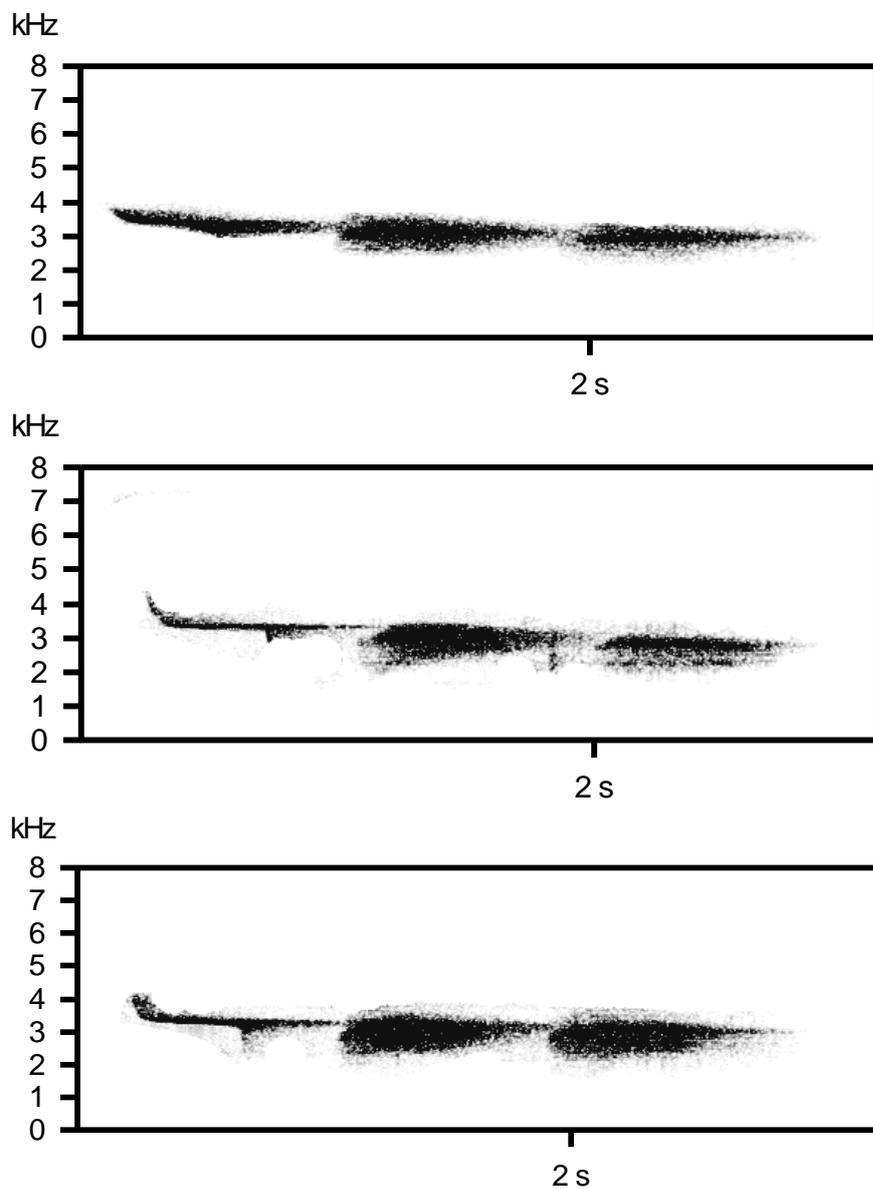


Figura 9. Espectrogramas do estímulo S3, onde todas as frases são compostas por 3 notas.

Estímulo S4: O estímulo é composto por duas frases que podem ser vistas na sequência em que ocorrem na figura 10. Apresenta 39 segundos de duração. Apesar das vocalizações de *P. nigromaculata* serem bem audíveis, este estímulo apresenta mais ruído de fundo e sons emitidos por invertebrados que os anteriores.

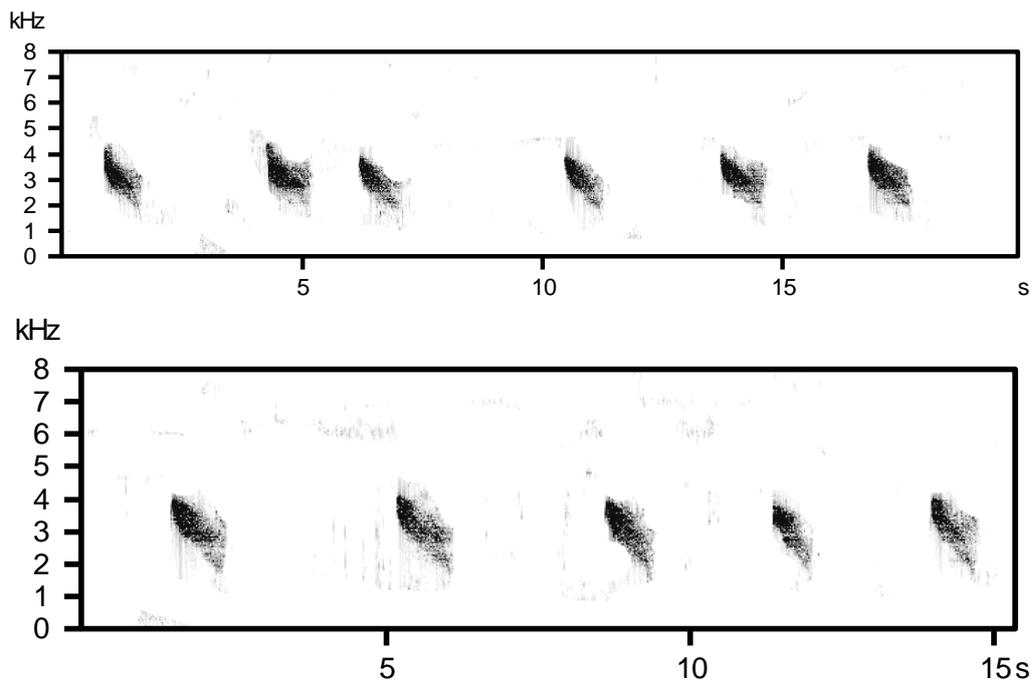


Figura 10. Espectrogramas das frases do estímulo S4, onde o primeiro mostra a primeira frase que é composta por 6 notas e o segundo mostra a segunda frase que é composta por 5 notas.

3.4. Equipamento

Foram utilizados gravadores de áudio PMD-660 MARANTZ, microfone direcional Sennheiser ME67, caixa de som JBL GO portátil na cor verde com 3 watts de potência e com controle bluetooth, aparelho celular com executor de som no formato wave, e computador. Para a manipulação de áudio foi utilizado o programa de computador Sound Forge Pro 10.

3.5. Testes Piloto

Entre outubro e dezembro de 2015, fizemos testes no PEG com os estímulos de *P. nigromaculata* previamente montados visando à aprendizagem do uso do equipamento e testes do método. Para testar a eficiência da caixa de som JBL GO fizemos gravações com o equipamento executando o estímulo S1 à distância de 30 metros da fonte e comparamos o espectrograma com o do estímulo original, não detectando perdas significativas quanto à frequência e volume. O estudo piloto também mostrou que 10 minutos para cada

sessão de coleta era funcional para detecção de espécies presentes na área antes e após o PB. Quanto a posição em relação ao solo, aproximadamente um metro e meio foi funcional, considerando o estrato de forrageio de *P. nigromaculata*. O controle da caixa JBL feito via *bluetooth* foi efetivo à uma distância de até 10 metros, após essa distância o sinal começava a falhar. Os estímulos PB mostraram-se capazes de gerar respostas *P. nigromaculata*, ocorrendo duas vezes durante o piloto. A identificação visual das aves foi considerada uma variável imprecisa por que durante os testes-piloto observamos que aves passavam voando próximas ao set experimental, contudo não conseguimos fazer com segurança a identificação da espécie. Essa dificuldade foi superada fazendo a identificação das espécies presentes no local através das vocalizações que cada uma emitia.

3.6. Procedimentos

Dias, Horários e Locais de Coleta: As atividades de campo ocorreram entre Dezembro de 2014 e janeiro de 2016, totalizando 198 horas. As atividades iniciais foram a busca e registro das espécies de interesse no PEG visando o fechamento do problema de pesquisa. Em seguida ocorreram os testes piloto e por último foram executados os experimentos de PB que ocorreram nos dias 04, 05 e 06 de janeiro de 2016, entre 6h e 9h30, por ser um horário durante o qual as aves desta região são bastante ativas. As trilhas percorridas foram escolhidas por serem distantes umas das outras, sendo respectivamente trilha A, trilha D e trilha B (ver anexo 2). Na trilha A foram realizadas cinco coletas no dia 04/01/2016, percorrendo aproximadamente 1000 metros. Na trilha D foram realizadas sete coletas no dia 05/01/2016, percorrendo aproximadamente 1400 metros. Na trilha B foram feitas sete coletas realizadas no dia 06/01/2016, percorrendo aproximadamente 1400 metros.

Condições Ambientais: Durante os três dias de coleta o clima foi estável, com sol, sem vento e sem nebulosidade. Além dos sons comuns de floresta foram ouvidos duas vezes o som de disparo de arma de fogo, possivelmente praticado por moradores locais caçando.

Set Experimental: Uma caixa de som foi fixada em árvores ou arbustos à uma altura de aproximadamente 1,5 metro do solo. O gravador e o microfone foram encaixados em um tripé, com o microfone posicionado de maneira a captar principalmente a região onde o PB foi tocado, como mostra a figura 10.



Figura 11. Esquema da montagem do set experimental, indicando o tripé com o microfone e o gravador (à esquerda) e a fonte de som (PB).

Coleta: Em trilhas no PEG, procurávamos um local sem correição detectável e longe de arenas de aves como capitão da Mata (*Lipaugus vociferans*) e beija-flores (Aves: Trochilidae), pois são locais onde ocorrem muitas vocalizações contínuas que podem afetar a

detectabilidade. Encontrado o local, acionávamos o gravador e nos distanciávamos em média 10 metros do local. Após 5 minutos de gravação do ambiente, o estímulo PB era executado via *bluetooth* e a gravação continuava por mais 5 minutos. O mesmo estímulo poderia ser tocado mais duas vezes até o final do tempo estipulado. Silenciosamente os aparatos eram desmontados e levados para outro local na mesma trilha a 200 metros do anterior onde o mesmo procedimento ocorria novamente, mas com estímulo de PB diferente, obedecendo a seguinte ordem: S1, S2, S3 e S4. No total foram feitas 19 sessões de coleta.

3.7. Análise de Dados

Considerando que em um ambiente florestal até 90% das detecções de aves ocorrem por meio das vocalizações emitidas (Vielliard, Almeida, Anjos, & Silva, 2010), a detecção de presença e identificação das espécies foram feitas por meio da vocalização das aves gravadas durante o experimento. Todas as gravações foram ouvidas e os dados foram tabulados considerando a data, local, condições meteorológicas, horário, tipo de estímulo (S1, S2, S3 ou S4), e registramos se a detecção ocorreu antes e/ou depois do PB. Os dados estão apresentados na tabela do anexo 2.

Após a identificação das emissões das aves presentes durante a coleta, foram eliminadas da amostra as espécies que frequentam exclusivamente o estrato florestal de dossel, pois sua participação em correições não é provável já que não frequentam o estrato onde vivem as formigas e as espécies seguidoras de correição. Permaneceram na amostra aves que frequentam o estrato médio, baixo e serrapilheira. Os dados que indicam o estrato que cada ave frequenta foram obtidos em Sigrist (2008).

3.7.1. Análise por Sessão

A variável dependente (VD) deste estudo foi a detectabilidade de aves e a variável independente (VI) foi o estímulo sonoro de *P. nigromaculata*. Para avaliar se a VI teve efeito

sobre VD, verificamos se mais aves foram detectadas durante o pós PB que durante o pré PB, verificando se houve diferença estatística significativa entre os grupos, para testar a hipótese de trabalho desta pesquisa. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade para pequenas amostras e teste t para comparar as médias de detecções dos grupos pré e pós.

3.7.2. Pontuação Final

Esta pontuação teve o objetivo de apresentar em um único número as espécies que além de terem sido detectadas no pós PB, tem seu comportamento ligado a bandos mistos e ao comportamento de seguir correição, destacando quais são as espécies onde essa relação é mais importante. Para identificar essas espécies, criamos um sistema de pontuação que é o resultado de uma fórmula que soma todos os pontos e transforma as pontuações necessárias para que tenham o mesmo peso.

Inicialmente foi necessário forma uma base de dados para a construção da pontuação final. Esta base de dados foi construída usando uma tabela que considera os seguintes fatores:

- 1- Se frequentam bandos mistos;
- 2- Se seguem correição
- 3 - Após quantos dos estímulos PB (S1, S2, S3 e S4) elas foram detectadas
- 4 - A pontuação Pós PB dos estímulos de *P. nigromaculata*;

O critério 4 foi obtido subtraindo-se da quantidade de detecções no momento Pós PB a quantidade de detecções no momento Pré PB, chamada de “pontuação pós PB”. Os critérios 3 e 4 foram obtidos em Sigrist (2008). O dado sobre aves que seguem bandos mistos foi incluído porque durante as coletas em campo foi observado que ocorre a formação de bandos mistos junto à correição e também porque frequentar bandos mistos é um comportamento

ligado diretamente a obtenção de alimento. Oniki (1971) também observou a formação de bandos mistos de aves em correição em Belém-PA.

A partir da base de dados, foi utilizada uma fórmula matemática para correlacionar os resultados obtidos neste estudo com variáveis ligadas ao forrageio. A fórmula para a pontuação final é representada da seguinte forma:

$$P_f = B + C + \frac{e}{e_{m\acute{a}x}} + \frac{P}{P_{m\acute{a}x}}$$

Na fórmula, P_f = pontuação Final; B = Ocorrência em bando misto; C = Ocorrência em correição; e = Quantos dos diferentes tipos de estímulos a ave foi detectada; $e_{m\acute{a}x}$ = Maior valor e obtido para todas as espécies da amostra; P = Pontuação Pós PB; $P_{m\acute{a}x}$ = Maior valor P obtido para todas as espécies da amostra.

A pontuação para ocorrência em bando misto foi fixada em 1 se a ave em questão é citada na literatura como frequentadora de bando misto e zero se não é citada. A pontuação para seguidor de correição foi fixada em 1 se a ave em questão é citada na literatura como seguidora de correição e zero se não é citada. Por exemplo, caso uma espécie frequente bando misto ($B = 1$ ponto), siga correição ($C = 1$ ponto), esteve presente após a emissão de 2 estímulos dos 4 utilizados no experimento ($e = 2/e_{m\acute{a}x} = 0.50$) e obteve a pontuação pós PB de 3 sendo que a pontuação máxima obtida no experimento foi 4 ($p = 3/p_{m\acute{a}x} = 0.75$), sua fórmula será a seguinte:

$$E_f = 1 + 1 + \frac{2}{4} + \frac{3}{4}$$

$$E_f = 2 + 0.50 + 0.75$$

$$E_f = 3.25$$

4 RESULTADOS

Na análise das gravações um total de 46 espécies foram detectadas. Os dados incluindo todas as detecções podem ser consultados no anexo 2 e a lista com todas as espécies de aves detectadas no experimento pode ser consultada no anexo 3. Na amostra analisada nesta pesquisa foram excluídas 19 espécies de aves que frequentam exclusivamente o estrato de dossel (Sigrist, 2008), destacadas no anexo 3. Antes da exclusão das aves que frequentam exclusivamente dossel, ocorreram 146 detecções, sendo que 70 ocorreram no momento pré PB e 75 no Pós PB. Após a exclusão da amostra das aves que frequentam exclusivamente dossel, a diferença entre as detecções pré e pós PB se acentuaram. Das 90 detecções, 37 ocorreram durante o pré PB e 53 durante o pós PB.

Os estímulos utilizados foram analisados considerando a média de detecções pós PB da amostra. O estímulo S1 obteve 13 detecções pós PB em 6 sessões de coleta, alcançando a média 2,16. O estímulo S2 obteve 17 detecções pós PB em 5 sessões de coleta, alcançando a média de 3,4. O estímulo S3 obteve 12 detecções pós PB em 4 sessões, alcançando a média de 3. O estímulo S4 obteve 11 detecções pós PB em 4 sessões alcançando a média de 2,75 como pode ser visto na figura 12. A diferença entre a maior média e a menor foi de 1,24. A amostra para cada estímulo não foi suficiente para afirmar se houve ou não diferença significativa entre às médias.

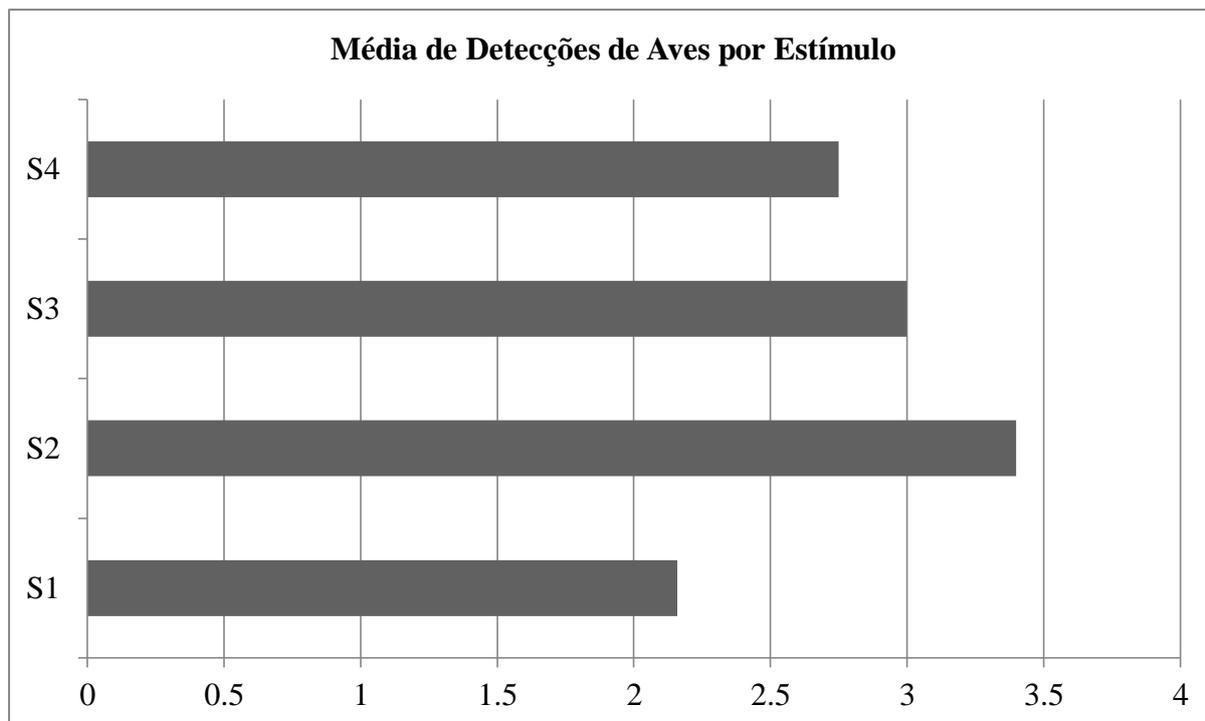


Figura 12. Apresenta às médias de detecções pós PB para cada estímulo utilizado, onde o eixo Y destaca o tipo de estímulo e o X a média de detecções de aves por estímulo.

4.1. Resultado por Sessão

Os dados presentes na tabela 1 listam as 19 sessões de coleta mostrando a quantidade de espécies detectadas durante os momentos pré e pós PB. Os dados para as detecções pré PB e detecções pós PB apresentam uma distribuição normal. O teste t mostrou diferença estatística significativa ($p=0.031$; $\alpha=0.05$) entre as médias de detecções durante pré e o pós PB ($n=19$), mostrando que após o PB de *P. nigromaculata* a detectabilidade aumentou significativamente, confirmando a hipótese de trabalho desta pesquisa, como mostra a figura 13, que compara as médias de detecções entre pós PB e pré PB destacando erro padrão e desvio padrão.

Tabela 1

Detecções pré e pós PB por sessão

Data/Local	Sessão	Total de Detecções Pré <i>playback</i>	Total de Detecções Pós <i>playback</i>
04/05 - Trilha A	1	1	4
	2	3	2
	3	1	2
	4	1	1
	5	1	2
05/05 - Trilha D	6	0	1
	7	3	4
	8	4	4
	9	2	2
	10	2	1
	11	0	2
	12	0	5
06/06 - Trilha B	13	4	5
	14	2	5
	15	1	1
	16	8	7
	17	1	0
	18	1	2
	19	2	3
Total:	19	37	53

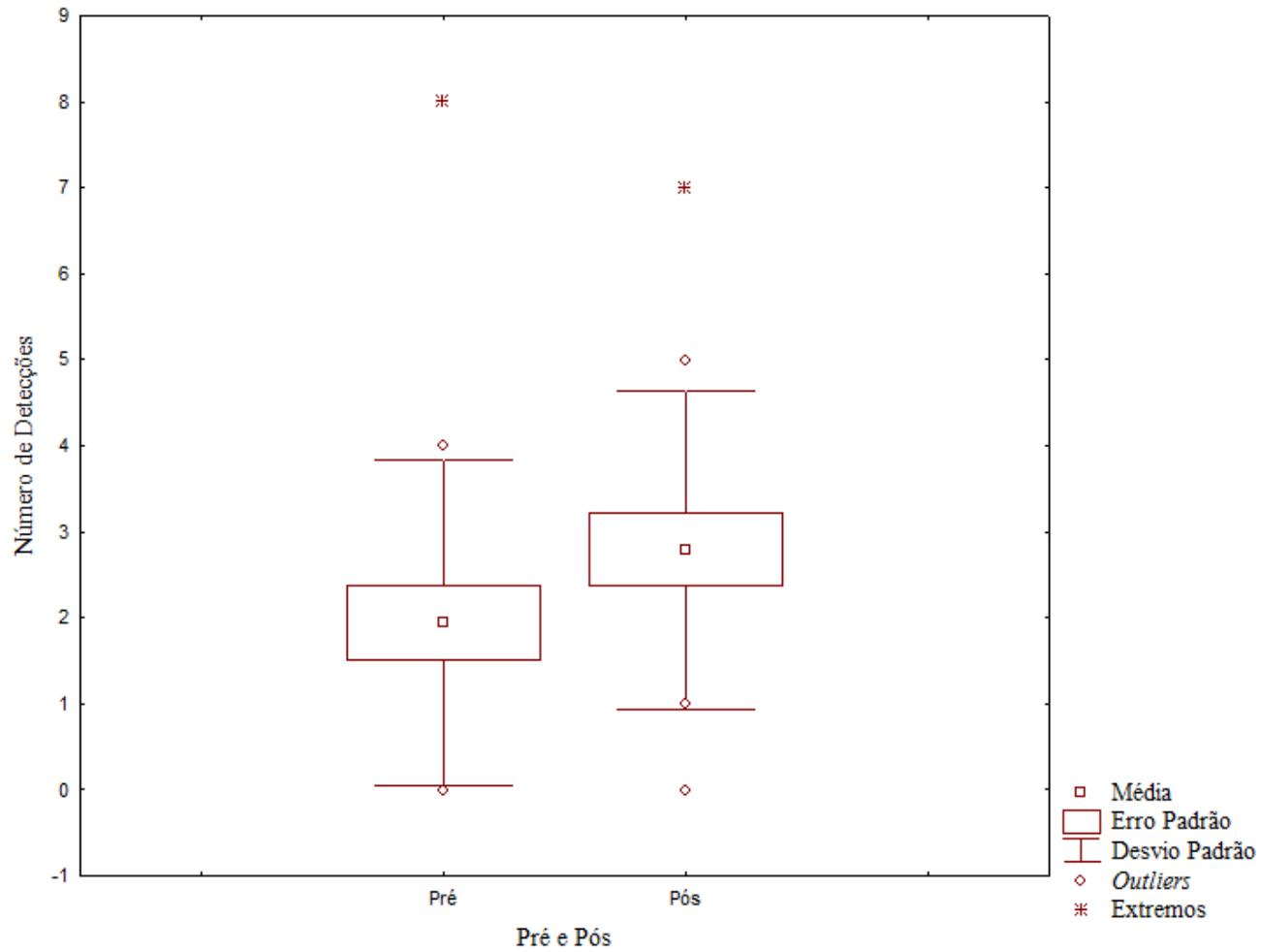


Figura 13. Boxplot que mostra a diferença estatisticamente significativa entre médias ($p=0.031$; $\alpha=0.05$) de detecções pré e pós PB destacando erro padrão e desvio padrão. Foi utilizado um teste t para amostras dependentes para calcular o valor p .

4.2. Resultado por Espécie

Um total de 27 espécies foram analisadas nesta fase como mostra a tabela 2 quanto a detectabilidade em todas as sessões de coleta ($n=19$). A pontuação obtida na última coluna se refere a subtração do total de detecções no momento pós PB do total de detecções no pré PB para cada espécie presente na tabela, chamado de pontuação Pós PB.

Tabela 2

Lista das detecções por espécie nos momento pré e pós PB e a pontuação pós PB em ordem decrescente

Espécie e Família	Pré	Pós	Pontuação Pós PB
<i>Glyphorynchus spirurus</i> (Dendrocolaptidae)	2	6	4
<i>Campylopterus largipennis</i> (trochilidae)	1	4	3
<i>Lepidothrix iris</i> (Pipridae)	1	4	3
<i>Iseria hauxwelli</i> (Thamnophilidae)	3	5	2
<i>Cyanerpes caeruleus</i> (Thraupidae)	0	2	2
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Rhynchocyclidae)	0	2	2
<i>Automolus paraensis</i> (Furnariidae)	0	1	1
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Icteridae)	0	1	1
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Pipridae)	6	7	1
<i>Lanio surinamus</i> (Thamnophilidae)	0	1	1
<i>Piaya cayana</i> (Cuculidae)	0	1	1
<i>Ramphocaenus melanurus</i> (Poliopitidae)	0	1	1
<i>Tyrannetes stolzmanni</i> (Pipridae)	2	3	1
<i>Veniliornis affinis</i> (Picidae)	0	1	1
<i>Willisornis vidua</i> (Thamnophilidae)	0	1	1
<i>Pyriglena leuconota</i> (Thamnophilidae)	1	2	1
<i>Celeus undatus</i> (Picidae)	1	1	0
<i>Cercomacra cinerascens</i> (Thamnophilidae)	3	3	0
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Thamnophilidae)	1	1	0
<i>Mionectes macconnelli</i> (Rhynchocyclidae)	2	1	-1
<i>Myrmotherula brachyura</i> (Thamnophilidae)	1	0	-1
<i>Myrmotherula longipennis</i> (Thamnophilidae)	1	0	-1
<i>Phaethornis superciliosus</i> (Trochilidae)	3	2	-1
<i>Phlegopsis nigromaculata</i> (Thamnophilidae)	1	0	-1
<i>Thalurania furcata</i> (Trochilidae)	1	0	-1
<i>Trogon viridis</i> (Trogonidae)	2	1	-1
<i>Coereba flaveola</i> (Thraupidae)	5	2	-3
Total	37	53	

As espécies cuja pontuação foi negativa não foram contabilizadas como aves que podem ter uma ligação mais estreita ao estímulo PB utilizado nesta pesquisa. Isto não significa que estas espécies não estão ligadas à correição ou mesmo que não podem ser influenciadas pelas vocalizações de *P. nigromaculata*, significa que da forma como os dados foram coletados nesta pesquisa não foi possível estabelecer uma relação entre a detecção desta espécie e o estímulo sonoro utilizado.

A tabela 3 lista as 18 espécies para as quais a pontuação de detecções foi positiva, informando se a espécie segue bandos mistos, se segue correição, após quantos estímulos PB foi detectada e a pontuação pós PB, respectivamente. Das espécies citadas, 94.4% são espécies identificadas como aves que frequentam bando misto e 27.7% são identificadas como espécies que são seguidoras da correição.

Tabela 3

Correlaciona por espécie dados obtidos na coleta desta pesquisa e dados obtidos na literatura

Espécies e Família	Segue Bandos Mistos*	Segue Correição*	Quantidade de Estímulos	Pontuação Pós
<i>Glyphorynchus spirurus</i> (Dendrocolaptidae)	Sim	Sim	4	4
<i>Isleria hauxwelli</i> (Thamnophilidae)	Sim	Não	4	3
<i>Lanio surinamus</i> (Thamnophilidae)	Sim	Sim	1	1
<i>Lepidothrix iris</i> (Pipridae)	Sim	Não	3	3
<i>Veniliornis affinis</i> (Picidae)	Sim	Sim	1	1
<i>Willisornis vidua</i> (Thamnophilidae)	Sim	Sim	1	1
<i>Pyriglena leuconota</i> (Thamnophilidae)	Sim	Sim	2	1
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Pipridae)	Sim	Não	3	1
<i>Cyanerpes caeruleus</i> (Thraupidae)	Sim	Não	2	2
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Rhynchocyclidae)	Sim	Não	2	2
<i>Cercomacra cinerascens</i> (Thamnophilidae)	Sim	Não	3	0
<i>Automolus paraensis</i> (Furnariidae)	Sim	Não	1	1
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Icteridae)	Sim	Não	1	1
<i>Piaya cayana</i> (Cuculidae)	Sim	Não	1	1
<i>Ramphocaenus melanurus</i> (Poliophtilidae)	Sim	Não	1	1
<i>Campylopterus largipennis</i> (Trochilidae)	Não	Não	2	3
<i>Celeus undatus</i> (Picidae)	Sim	Não	1	0
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Thamnophilidae)	Sim	Não	1	0

Nota: * Informação obtida em Sigrist (2008).

4.3. Pontuação Final

A tabela 4 apresenta todos os valores que foram somados para a obtenção da pontuação final para cada espécie detectada nesta pesquisa ($n=19$). Nas colunas 4 e 5 são apresentadas as pontuações calculadas a partir de uma transformação onde o índice da espécie foi dividido pelo índice máximo da tabela para cada critério.

Este resultado mostra que *Glyphorynchus spirurus*, *Iseria hauxwelli*, *Pyriglena leuconota*, *Lanio surinamus*, *Lepidothrix iris*, *Veniliornis affinis* e *Willisornis vidua* obtiveram pontuação final igual ou acima da média de pontuações finais ($\mu=2.05$). Essas espécies foram destacadas em preto na figura 14. Todas essas espécies frequentam bandos mistos e 71.4 % delas frequentam correições.

Tabela 4

Apresenta a pontuação final a partir da fórmula da pontuação final

Espécies e Família	Segue Bando Misto*	Segue Correição*	Quantidade de Estímulos**	Pontuação Pós**	Pontuação Final
<i>Glyphorynchus spirurus</i> (Dendrocolaptidae)	1	1	1	1	4
<i>Iseria hauxwelli</i> (Thamnophilidae)	1	0	1	0.75	2.75
<i>Pyriglena leuconota</i> (Thamnophilidae)	1	1	0.5	0.25	2.75
<i>Lanio surinamus</i> (Thamnophilidae)	1	1	0.25	0.25	2.5
<i>Lepidothrix iris</i> (Pipridae)	1	0	0.75	0.75	2.5
<i>Veniliornis affinis</i> (Picidae)	1	1	0.25	0.25	2.5
<i>Willisornis vidua</i> (Thamnophilidae)	1	1	0.25	0.25	2.5
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Pipridae)	1	0	0.75	0.25	2
<i>Cyanerpes caeruleus</i> (Thraupidae)	1	0	0.5	0.5	2
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Rhynchocyclidae)	1	0	0.5	0.5	2
<i>Cercomacra cinerascens</i> (Thamnophilidae)	1	0	0.75	0	1.75
<i>Automolus paraensis</i> (Furnariidae)	1	0	0.25	0.25	1.5
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Icteridae)	1	0	0.25	0.25	1.5
<i>Piaya cayana</i> (Cuculidae)	1	0	0.25	0.25	1.5
<i>Ramphocaenus melanurus</i> (Poliophtidae)	1	0	0.25	0.25	1.5
<i>Campylopterus largipennis</i> (trochilidae)	0	0	0.5	0.75	1.25
<i>Celeus undatus</i> (Picidae)	1	0	0.25	0	1.25
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Thamnophilidae)	1	0	0.25	0	1.25

Nota: * Informação obtida em Sigrist (2008).

Nota: ** Índice obtido após a transformação em que o índice da espécie foi dividido pelo índice máximo da tabela para cada critério.

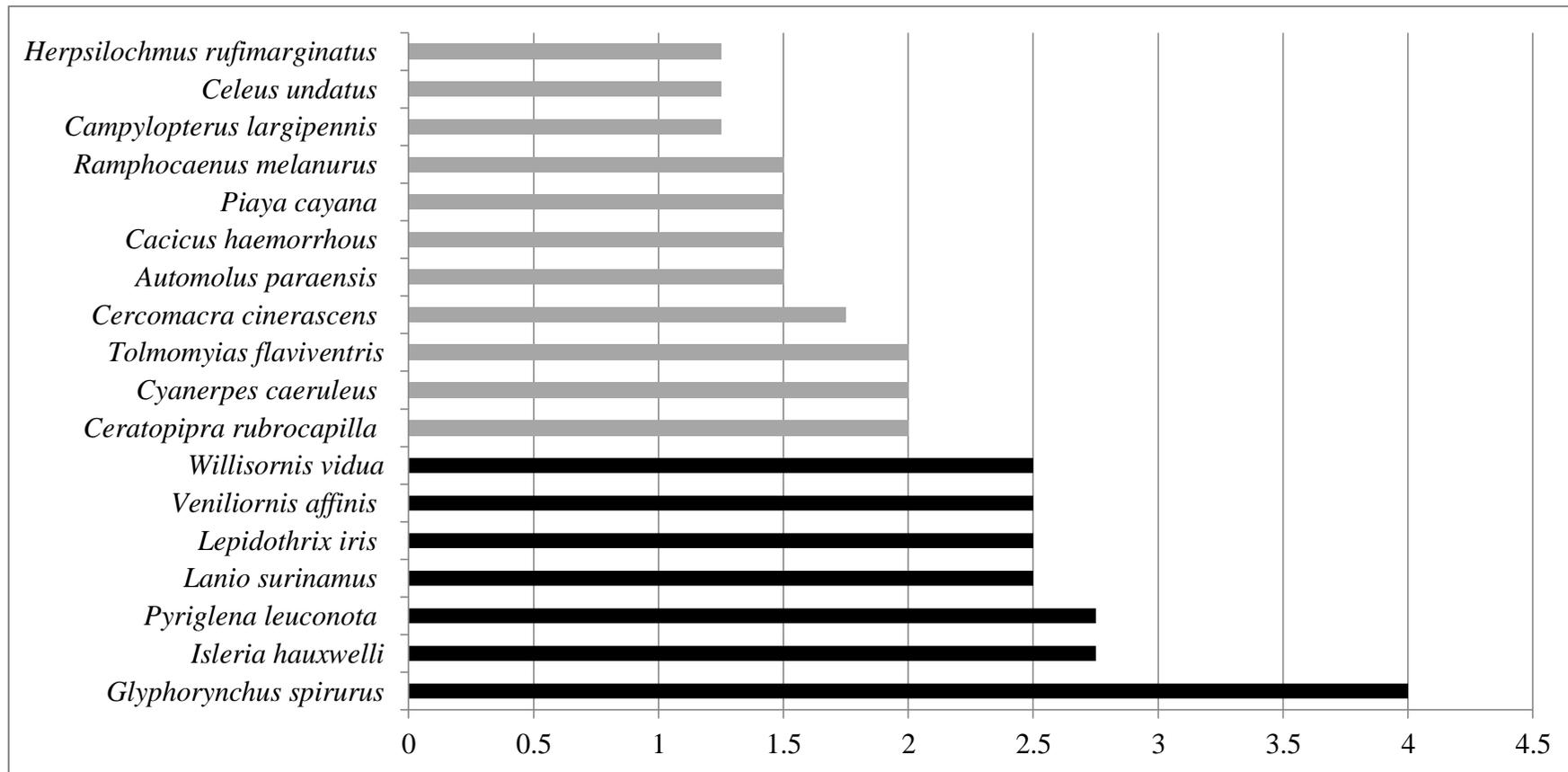


Figura 14. Mostra as espécies que obtiveram pontuação final igual ou acima da média ($\mu=2.05$) destacadas em preto.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

5.1. Diferença significativa na detectabilidade

Com os resultados concluímos que após o uso do PB de *P. nigromaculata* no PEG houve aumento significativo na detectabilidade de espécies, principalmente daquelas que possuem ligação com o forrageio em correições, pois 94,4% são aves que frequentam bando misto e 27,7% são identificadas como aves que seguem correição. Ambos os comportamentos estão ligados ao forrageio de uma espécie.

As espécies *Glyphorynchus spirurus*, *Isteria hauxwelli*, *Pyriglena leuconota*, *Lanio surinamus*, *Lepidothrix iris*, *Veniliornis affinis* e *Willisornis vidua* obtiveram pontuações finais acima da média desta amostra ($\mu=2.05$), onde 71,4% são espécies que seguem correição e todas elas seguem bando misto, indicando que essas espécies podem utilizar vocalizações de *P. nigromaculata* como indicativo de um local de forrageio. Isso pode ocorrer porque *P. nigromaculata* está sempre em correições durante o dia e aves que usam correições para se alimentar podem poupar energia na procura por alimento usando as vocalizações de *P. nigromaculata*.

A habilidade de localizar uma fonte sonora é essencial para a sobrevivência de pássaros, tanto sons produzidos por sua própria espécie quanto por outras, ar exemplo de uma presa (Dooling, 1982). Esta informação torna plausível supor que as aves identificadas neste estudo que frequentam bandos mistos e seguem correição tenham sistemas auditivos que possibilitem a discriminação e a localização de um som que esteja ligado a uma fonte de alimento.

A habilidade de algumas aves em discriminar sons foi demonstrada em uma pesquisa realizada por Watanabe e Sato (1999), que mostrou que sete sujeitos de uma espécie de pardal (*Padda oryzivora*) quando submetidos a um treino discriminativo foram capazes de aprender a diferenciar a música de Bach da música de Schoenberg, generalizando esse resultado para outras músicas dos mesmos artistas e também generalizando de Bach para Vivaldi na

categoria de música clássica, e de Schoenberg para Carter na categoria de música moderna (Watanabe & Sato, 1999). Nossos resultados também mostram que uma espécie pode discriminar um som que não é o emitido por sua própria espécie e ou o som emitido diretamente por uma presa, mas por uma outra espécie que pode lhe indicar um local com alimento abundante, ou seja, indica que no caso de aves com algum grau de ligação com correição pode ocorrer a comunicação interespecífica.

As espécies mais representativas na pontuação final pertencem à família *Thamnophilidae*, família que apresenta o comportamento de seguir correições filogeneticamente conservado desde o período mioceno (24 milhões de anos atrás). Através de análises filogenéticas em espécies desta família, se observou que as espécies menos dependentes de correições apresentam uma ligação filogenética menos significativa e espécies mais dependentes tem uma ligação filogenética mais significativa (Brumfield et al., 2007). Esta afirmação está de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, pois observamos que na pontuação final, 6 espécies de um total de 18 pertencem à família *Thamnophilidae*, a qual apresenta espécies muito especializadas em seguir correição, como *P. leuconota* e *Lanio surinamus* e espécies pouco especializadas, como *Cercomacra cinerascens* e *Herpsilochmus rufimarginatus*.

Nem todas as espécies presentes nos resultados estão ligadas diretamente a correição ou à insetivoria. Esta característica também foi observada por Oniki (1971), aves que não estão ligadas diretamente a correição formam um bando errante e usufruem deste recurso alimentar na região de Belém. Enquanto ela estudava aves seguidoras de correição, observou que bandos de aves formados por diversas espécies não ligadas ou menos especializadas em seguir correições também a frequentavam por algum tempo junto com seguidores mais especializados. Ela observou que estas espécies que compõem o bando se movimentam rapidamente e emitem sons altos. O maior grupo observado tinha 13 indivíduos, frequentando

do sub-bosque até o estrato médio, em torno de 20 metros do chão. Nem todas as espécies que frequentavam o bando predavam insetos espantados pela correição, algumas permaneceram no bando misto mas procuravam seu alimento fora da correição (Oniki, 1971).

A formação de bandos mistos em correição também pode explicar o aumento significativo na detecção de aves no pós PB, já que a maioria das espécies detectadas nesta pesquisa segue bandos mistos. Este dado pode indicar que vocalizações de *P. nigromaculata* podem colaborar com a formação de um bando misto em correição.

Aves que frequentam bando misto obtêm benefícios no forrageio e diminuem o risco de sofrer predação (Morse, 1977). Em um bando misto existem espécies chamadas nucleares, cujas vocalizações mantêm a coerência do bando, atraindo e mantendo unidas as espécies em uma mesma zona de forrageio. (Powell, 1985).

Dezenas de espécies forrageando em um bando misto chamam a atenção de predadores. Enquanto seguia uma correição no PEG em julho de 2016, observei um gavião carijó (*Rupornis magnirostris*) no solo junto a um bando misto que seguia uma correição. *Pyriglena leuconota* estava no mesmo local e ficou emitindo vocalizações de alarme até que o gavião saísse e pousasse em um galho no estrato médio (figura 16).

A presença de aves de rapina como gaviões junto a bandos mistos de aves aumenta a frequência dos alarmes emitidos pelas espécies nucleares (Ragusa-Netto, 2002) que avisa as outras espécies do bando sobre a presença de um predador, tornando o local de forrageio mais seguro para as espécies que frequentam o bando misto. Nos EUA, quando *Picoides pubescens* forrageia junto a um bando misto passa menos tempo vigilante, o que aumenta sua eficiência na busca por alimento (Sullivan, 1984). Nos nossos resultados, aves frugívoras como *Lepidothrix iris* são influenciadas pelo PB de *P. nigromaculata*. Considerando a literatura sobre bandos mistos, formulamos a hipótese de que esse resultado pode estar ligado

a segurança que um bando misto em correição pode oferecer à uma espécie que não se alimenta principalmente de insetos.



Figura 15. Rupornis magnirostris pousado em um galho pouco acima do local onde um bando misto forrageava em uma correição. A foto foi tirada quando a ave que estava no solo voou para este galho.

Além da segurança que o bando misto pode oferecer, uma explicação no nível proximal para espécies que não são seguidoras de correições especializadas terem sido é a teoria unificada do reforço, na qual sempre que um estímulo e uma resposta ocorrem contiguamente a um estímulo eliciador (reforçador), esta relação é fortalecida, aumentando a probabilidade futura de voltar a ocorrer em espécies capazes de aprender (Donahoe & Palmer, 1994)

Supondo que o estímulo visual de presas se movimentando próximo ao solo seja capaz de provocar em uma ave insetívora a resposta comportamental de se aproximar da fonte sonora, se uma ave seguidora obrigatória está vocalizando em correição e esta espécie insetívora presente no local observa maior movimentação de presas, a repetição deste evento provocará a associação entre o som emitido por uma seguidora obrigatória e o estímulo visual de presas se movimentando, até o momento em que quando esta espécie insetívora perceber o estímulo sonoro da vocalização da seguidora obrigatória irá se aproximar de imediato do local onde o som foi emitido. Considerando que, *P. nigromaculata* é uma espécie seguidora

obrigatória que vive sempre próxima a correições emitindo suas vocalizações, este condicionamento natural é plausível.

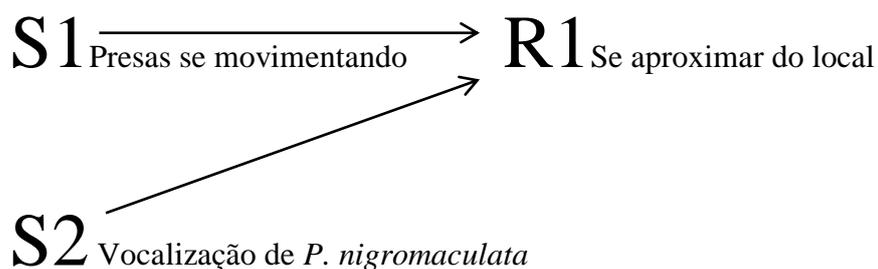


Figura 16. Esquema explicativo do condicionamento na Teoria Unificada do Reforço pelo qual S1 é o estímulo eliciador visual de presas se movimentando, S2 é o estímulo neutro, a vocalização de *P. nigromaculata*, R1 é a resposta de se aproximar do local onde as presas estão.

5.2. Espécies com pontuação final acima da média.

As espécies *Glyphorynchus spirurus*, *Isleria hauxwelli*, *Pyriglena leuconota*, *Lanio surinamus*, *Lepidothrix iris*, *Veniliornis affinis* e *Willisornis vidua* foram aquelas cuja detectabilidade quando relacionada com o forrageio em correição e a frequência em bandos mistos obtiveram as maiores pontuações, indicando que estas espécies podem utilizar vocalizações de *P. nigromaculata* na localização de alimento e assim obter vantagens no forrageio. Oniki em 1971 detectou a presença de todas as espécies citadas acima em bandos mistos de correição na região de Belém, com exceção de *L. iris* e *P. leuconota*, contudo, esta última pode não estar presente porque Oniki listou apenas aquelas espécies que considerava como seguidoras não especializadas.

Glyphorynchus spirurus obteve a pontuação final máxima talvez por apresentar características que estreitam muito sua relação com correições. *G. spirurus* além de ser um dos dendrocolaptídeos mais comuns na densa mata Amazônica (Sick, 1997), ocorrendo com frequência no PEG é também conhecido frequentador de correições e bandos mistos

(Sigrist, 2008) e também forrageia em pequenos grupos familiares capturando presas que sobem pelos troncos das árvores (Blake & Loiselle, 2012), situação comum quando os insetos são afugentados por uma correição.

Isleria hauxwelli, conhecida popularmente como choquinha-de-garganta-clara, mesmo não sendo identificada como uma seguidora obrigatória de correição, pertence a família Thamnophilidae e é insetívora (Sigrist, 2008). Forrageia junto ao solo em bandos mistos de choquinhas (Munn & Terborgh, 1979). Entre as espécies que pertencem a família Thamnophilidae com pontuação final acima da média, *Willisornis vidua* segue correição (Isler, Bravo, & Brumfield, 2014) e frequenta bando misto, assim como *Lanio surinamus* e *Pyriglena leuconota* (Sigrist, 2008).

P. leuconota é uma seguidora regular de correições que obteve a terceira maior pontuação final. Isso pode ter ocorrido porque esta espécie é muito comum no PEG e também porque forrageia bastante em correições, incluindo as frequentadas por *P. nigromaculata* (Willis & Oniki, 1978). Vale destacar que o comportamento de se aproximar de *P. leuconota* após a emissão o PB de *P. nigromaculata* foi observado em visitas iniciais buscando encontrar seguidores de correições no PEG. Durante coletas realizadas em 2014, fiz o PB de *P. nigromaculata* para tentar provocar sua aproximação, e por duas vezes em locais diferentes ocorreu a aproximação de *P. leuconota*.

Em *Lepidothrix iris*, ave que é principalmente frugívora, a segurança dos bandos mistos em correição pode melhorar a eficiência de seu forrageio, já que poderia dispensar menos tempo rastreando predadores e mais tempo procurando seu alimento.

Veniliornis affinis apresenta também uma pontuação final acima da média. Esta é uma espécie da família Picidae que frequenta bandos mistos de correição buscando alimentos (Oniki, 1971).

5.3. Explicações evolutivas para maior detectabilidade pós PB.

Muitas espécies de famílias diferentes de aves estão em nossos resultados como sendo influenciadas pelo PB de *P. nigromaculata*, podendo este ser um reflexo da grande diversidade de espécies de aves na Amazônia. A diversidade de espécies na floresta amazônica pode ser explicada pela teoria dos refúgios, na qual ocorreu o isolamento de populações de espécies de aves durante um momento de clima árido, o período pleistoceno e pós pleistoceno (entre 2.588 milhões e 115 mil anos atrás), quando a Amazônia foi dividida em florestas menores e isoladas umas das outras por extensões de terreno sem floresta, favorecendo a especiação (Haffer, 1969). A especiação ocorre quando, por pressões evolutivas, uma espécie se desdobra em espécies diferentes (Wilson, 1992). Após o período de isolamento já descrito, novas mudanças climáticas ocorreram deixando o clima mais úmido no fim da era cenozoica, fazendo com que os espaços sem floresta fossem preenchidos novamente, aproximando espécies de aves antes isoladas (Haffer, 1969).

Essa grande diversidade de espécies se adaptou em forragear em estratos florestais diferentes. Aves que vivem no dossel florestal têm mais luz e conseqüentemente mais visibilidade que aquelas que vivem no sub-bosque. No caso das espécies que vivem no sub-bosque, encontrar presas e verificar a presença de predadores exige adaptações específicas à baixa luminosidade. Entre as espécies que habitam o sub-bosque, encontramos a subordem Suboscine, que são aves que possuem adaptações para a vida neste estrato florestal, com um canto mais estereotipado e com volume alto, observado comumente em machos e fêmeas, e sendo basicamente insetívoras. O representante mais primitivo dessa subordem na floresta tropical amazônica é a família Rhinocryptidae. Espécies desta família vivem junto ao solo capturando insetos, sendo em sua maioria terrícolas (Sick, 1997).

As espécies presentes em nossos resultados com as maiores pontuações finais são na maioria da subordem Suboscine, podendo ter herdado características comportamentais comuns da esta subordem e também a primitiva família Rhinocryptidae, como o canto mais alto em machos e fêmeas, a insetivoria e habitar o sub-bosque, e podem, através dessas características herdadas, ter estreitado sua relação com o forrageio em bandos mistos junto a correição. A forte intensidade das vocalizações de espécies que frequentam bandos mistos em correição (Oniki, 1971) talvez esteja ligada a uma melhor eficiência na comunicação dentro do sub-bosque, já que a visão neste caso é menos eficiente que o som, e esta vocalização é praticada tanto por machos quanto por fêmeas, pode ser uma ferramenta de comunicação eficiente para espécies que vivem em grupos familiares que usam a comunicação também na obtenção alimento.

5.3.1. Vida em Grupo

A vida em grupo diminui a possibilidade de predação e também melhora a eficiência do forrageio, porque indivíduos que são muito hábeis em encontrar alimento, ao compartilhar com outros este local, podem se beneficiar com proteção extra por diminuir a chance de predação. Isto ocorre tanto pela diluição, onde dentro de um grupo de indivíduos que sofre alguma predação, existe uma maior probabilidade de outro indivíduo ser predado (Krebs & Davies, 1993), quanto pela ocorrência de alarmes que avisam a proximidade de predadores (Sullivan, 1984). Por esta razão, o comportamento aparentemente paradoxal de *P. nigromaculata* no qual ao vocalizar informa a outros indivíduos não aparentados sobre um local com alimento, possivelmente foi selecionado tanto porque ocorre a redução do tempo gasto no rastreamento de predadores, quanto o risco de predação por diluição durante a situação de forrageio.

Esse raciocínio também ajuda a justificar porque outras espécies ao ouvir o canto de *P. nigromaculata* emitiram vocalizações aumentando significativamente a detectabilidade delas

no momento pós PB, pois podem obter o mesmo benefício. Podemos então formular a hipótese que dentro de bandos mistos de correições ocorrem relações mutualísticas, nas quais indivíduos cooperam uns com os outros porque assim melhoram seu forrageio, e consequentemente a sobrevivência e a reprodução de cada um (Krebs & Davies, 1993).

Podemos formular a hipótese de que a maior detectabilidade pós PB de *P. nigromaculata* pode ter ocorrido também porque espécies insetívoras que frequentam o sub-bosque podem estar ligadas evolutivamente umas as outras, compartilhando características que permitem o uso do som na localização de uma fonte de alimento, neste caso, insetos afugentados por uma correição.

5.4. Detectabilidade e pontuação final de *Campylopterus largipennis*

Uma espécie que obteve uma alta detectabilidade no pós PB mas uma baixa pontuação final foi *Campylopterus largipennis*, espécie de beija-flor muito comum no PEG. A pontuação final desta espécie foi baixa porque ela não é documentada como seguidora de correição e nem de bando misto, e foi detectada repetidamente após os mesmos estímulos, S2 e S4, dois dos quatro estímulos utilizados, somando apenas metade desta pontuação nesta categoria na pontuação final.

Algumas espécies de beija flores escolhem uma arena onde se exibem e atraem fêmeas, defendendo este território contra outros machos (Sick, 1997). Os locais das arenas são escolhidos considerando a disponibilidade de alimento. Quando esta fonte de alimento está escassa, a ave se torna mais agressiva com invasores (Payne, 1984). Assim, a maior detectabilidade dessa espécie pode estar ligada a resposta de defesa de sua arena contra uma ameaça e não a um recurso alimentar ou a segurança do forrageio em bando misto.

5.5. Possível relação de *P. nigromaculata* com a sobrevivência de outras espécies

Procurando por *P. nigromaculata* e correições entre dezembro de 2014 e outubro de 2015, fiz oito visitas ao Parque Estadual do Utinga (IPEUt), uma área de proteção ambiental de 1353 hectares localizada dentro da região metropolitana de Belém-PA. No IPEUt encontrei correições de *E. burchelli*, pude detectar a presença de *P. leuconota* uma vez, mas não detectei bandos mistos em correição e nem a presença de *P. nigromaculata*.

Uma explicação para essas ausências, é que considerar o IPEUt é uma área de floresta isolada de contato direto com outros corredores de floresta primária. Apesar de haver uma relação diretamente proporcional entre o tamanho da área de floresta preservada e a composição da avifauna insetívora de uma região (Stratford & Stouffer, 1999), o IPEUt, que tem mais que o dobro da área do PEG, sofre constante ação antrópica e está isolado de florestas primárias há décadas. Quanto maior for o tempo de isolamento, maior é a perda de avifauna em floresta tropical (Brooks, Pimm, & Oyugi, 1999).

Sem excluir a explicação já colocada, outra forma de analisar a razão de não observarmos a formação de bando misto em correição no IPEUt é considerarmos os dados deste estudo, onde vocalizações de *P. nigromaculata* podem ajudar outras espécies de aves a encontrar alimento, e uma vez que ela não foi observada no IPEUt, podemos formular a hipótese de que a diminuição da população desta ave já ameaçada de extinção pode causar impactos sobre a sobrevivência de outras espécies.

5.6. Perspectivas Futuras

Durante as coletas em campo no PEG, observamos que quando *P. nigromaculata* estava forrageando em uma correição, *P. leuconota* estava próxima e ambas ficavam vocalizando. Logo após elas passarem seguindo correição, surgia o bando misto com outras espécies de aves. Considerando a formação de bandos mistos em correição, talvez estas duas espécies

possam ser espécies nucleares, tendo como espécies satélites aquelas menos especializadas mas que frequentam bandos mistos em correição, como destacou Oniki (1971). Indicamos para futuras pesquisas a identificação de quais são as espécies nucleares de bandos mistos em correição.

Pretendemos realizar um levantamento das espécies que frequentam bando misto de correição no IPEUt e das espécies que frequentam bandos mistos de correição em áreas de floresta mais preservadas como o PEG. Este estudo pode fornecer informações importantes acerca do impacto da fragmentação de floresta sobre a formação de bando misto em correição, o comportamento e sobrevivência das espécies que de alguma forma dependem deste recurso alimentar para sobreviver.

5.7. Principais Conclusões

- 1- Vocalizações de *P. nigromaculata* aumentam significativamente a detectabilidade de espécies que frequentam estrato médio e sub-bosque no PEG;
- 2- A maioria das espécies com pontuação positiva na pontuação pós PB seguem bando misto, o que indica que as vocalizações de *P. nigromaculata* podem estar ligadas à formação de bandos mistos em correição;
- 3- Entre as espécies com pontuação final acima da média, 94.4 % seguem correição e todas frequentam bando misto, relacionando o canto de *P. nigromaculata* com o forrageio dessas espécies, indicando que vocalizações de *P. nigromaculata* podem estar sendo utilizadas por elas como indicativo de um local de correição;
- 4- A diminuição da população ou desaparecimento da espécie *P. nigromaculata*, que se encontra atualmente sob ameaça de extinção, pode provocar impactos na sobrevivência de outras espécies.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Austin, O. L. (1961). *Birds of the world: A survey of the twenty-seven orders and one hundred and fifty-five families*. Verona, Italy: Optimum Books.

Blake, J. G., & Loiselle, B. a. (2012). Temporal and Spatial Patterns in Abundance of the Wedge-Billed Woodcreeper (*Glyphorynchus spirurus*) in Lowland Ecuador. *The Wilson Journal of Ornithology*, *124*(3), 436–445. <http://doi.org/10.1676/12-022.1>

Brooks, T. M., Pimm, S. L., & Oyugi, J. O. (1999). Time Lag between Deforestation and Bird Extinction in Tropical Forest Fragments. *Conservation Biology*, *13*(5), 1140–1150. <http://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98341.x>

Brumfield, R. T., Tello, J. G., Cheviron, Z. a., Carling, M. D., Crochet, N., & Rosenberg, K. V. (2007). Phylogenetic conservatism and antiquity of a tropical specialization: Army-ant-following in the typical antbirds (Thamnophilidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *45*(1), 1–13. <http://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.07.019>

Bucher, E. H., & Power, D. M. (1992). The causes of extinction of the Passenger Pigeon. *Current Ornithology*, *9*(JANUARY 1992), 1–36.

Costa, J. M., & Pietrobon, M. R. (2010). Samambaias e licófitas do Parque Ecológico do Gunma, município de Santa Bárbara do Pará, estado do Pará, Brasil. *Biologia*, *61*(2), 223–232.

Donahoe, J. W., & Palmer, D. C. (1994). *Learning and complex behavior*. Allyn & Bacon.

- Dooling, R. J. (1982). Auditory Perception in Birds. In *Acoustic Communication in Birds* (pp. 95–130). Retrieved from https://scholar.google.com.br/scholar?q=Robert+J+Dooling+1982+acoustic+communication+in+birds&btnG=&hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&as_ylo=1982
- Faria, C. M. a, & Rodrigues, M. (2009). Birds and army ants in a fragment of the Atlantic Forest of Brazil. *Journal of Field Ornithology*, 80(4), 328–335. <http://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2009.00238.x>
- Fávaro, F. de L., & Anjos, L. dos. (2005). Microhabitat de *Habia rubica* (Vieillot) e *Trichothraupis melanops* (Vieillot) (Aves, Emberizidae, Thraupinae), em uma floresta atlântica do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(1), 213–217. <http://doi.org/10.1590/S0101-81752005000100026>
- Haffer, J. (1969). Speciation in Amazonian forest birds. *Science*. Retrieved from http://www2.hawaii.edu/~khayes/Journal_Club/fall2006/Haffer_1969_Sci.pdf
- Hölldobler, B., & Wilson, E. (1990). *The ants*. Harvard University Press.
- Isler, M. L., Bravo, G. A., & Brumfield, R. T. (2014). Systematics of the obligate ant-following clade of antbirds (Aves : Passeriformes : Thamnophilidae). *The Wilson Journal of Ornithology*, 126(4), 635–648. <http://doi.org/10.1676/13-199.1>
- Krebs, J. R., & Davies, N. B. (1993). *Introdução à ecologia comportamental*. São Paulo: Atheneu.
- McGregor, P., Catchpole, C., & Dabelsteen, T. (1992). Design of playback experiments: the Thornbridge Hall NATO ARW consensus. *Animal Communication*. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-6203-7_1

- Morse, D. H. (1977). Feeding Behavior and Predator Avoidance in Heterospecific Groups. *BioScience*, 27(5), 332–339. <http://doi.org/10.2307/1297632>
- Munn, C. A., & Terborgh, J. W. (1979). Multi-Species Territoriality in Neotropical Foraging Flocks. *The Condor*, 81(4), 338. <http://doi.org/10.2307/1366956>
- Oniki, I. (1971). WANDERING INTERSPECIFIC FLOCKS IN RELATION TO ANTFOLLOWING BIRDS AT BELEM, BRAZIL. *The Condor*, 73(3), 372–374.
- Payne, R. B. (1984). Sexual Selection, Lek and Arena Behavior, and Sexual Size Dimorphism in Birds. *Ornithological Monographs*, (33), iii-52. <http://doi.org/10.2307/40166729>
- Pecor, K. W., Lake, E. C., & Wund, M. A. (2015). Optimal Foraging by Birds. *The American Biology Teacher*, 77(3), 192–197. <http://doi.org/10.1525/abt.2015.77.3.7>
- Pizo, M. A., & Melo, A. S. (2010). Attendance and Co-Occurrence of Birds Following Army Ants in the Atlantic Rain Forest. *The Condor*, 112(3), 571–578. <http://doi.org/10.1525/cond.2010.090057>
- Powell, G. V. N. (1985). Sociobiology and Adaptive Significance of Interspecific Foraging Flocks in the Neotropics. *Ornithological Monographs*, (36), 713–732. <http://doi.org/10.2307/40168313>
- Ragusa-Netto, J. (2002). Vigilance towards raptors by nuclear species in bird mixed flocks in a Brazilian savannah. *Studies on Neotropical Fauna & Environment*, 37(3), 219.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia Brasileira* (8th ed.). Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Sigrist, T. (2008). *Guia de Campo: Aves da Amazônia Brasileira*. Avis Brasilis.

- Stratford, J. A., & Stouffer, P. C. (1999). Local Extinctions of Terrestrial Insectivorous Birds in a Fragmented Landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology*, 13(6), 1416–1423. <http://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98494.x>
- Sullivan, K. A. (1984). The advantages of social foraging in downy woodpeckers. *Animal Behaviour*, 32(1), 16–22. [http://doi.org/10.1016/S0003-3472\(84\)80319-X](http://doi.org/10.1016/S0003-3472(84)80319-X)
- Swartz, M. B. (2001). Bivouac Checking , a Novel Behavior Distinguishing Obligate From Opportunistic Species of Army-Ant-Following Birds. *The Condor*, 103(3), 629–633.
- Van Perlo, B. (2009). *A Field Guide to the Birds of Brazil*. Oxford University Press.
- Vielliard, J. M. E., Almeida, M. E. de C., Anjos, L., & Silva, W. R. (2010). Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento* (pp. 47–60). Rio de Janeiro: Technical Books Editora.
- Vielliard, J. M. E., & Silva, M. L. Da. (2004). A Bioacústica como ferramenta de pesquisa em Comportamento animal. *Bulletin*, 1–15. Retrieved from http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/5442442/A_Bioacustica_como_ferramenta.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472059095&Signature=lppHvUCNyPCPFUgUfWjOVCyEho0=&response-content-disposition=inline; filename=A_bioacustica_como_ferrame
- Watanabe, S., & Sato, K. (1999). Discriminative stimulus properties of music in Java sparrows. *Behavioural Processes*, 47(1), 53–57. [http://doi.org/10.1016/S0376-6357\(99\)00049-2](http://doi.org/10.1016/S0376-6357(99)00049-2)

Willis, E. O., & Oniki, Y. (1978). Birds and Army Ants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. <http://doi.org/10.1146/annurev.es.09.110178.001331>

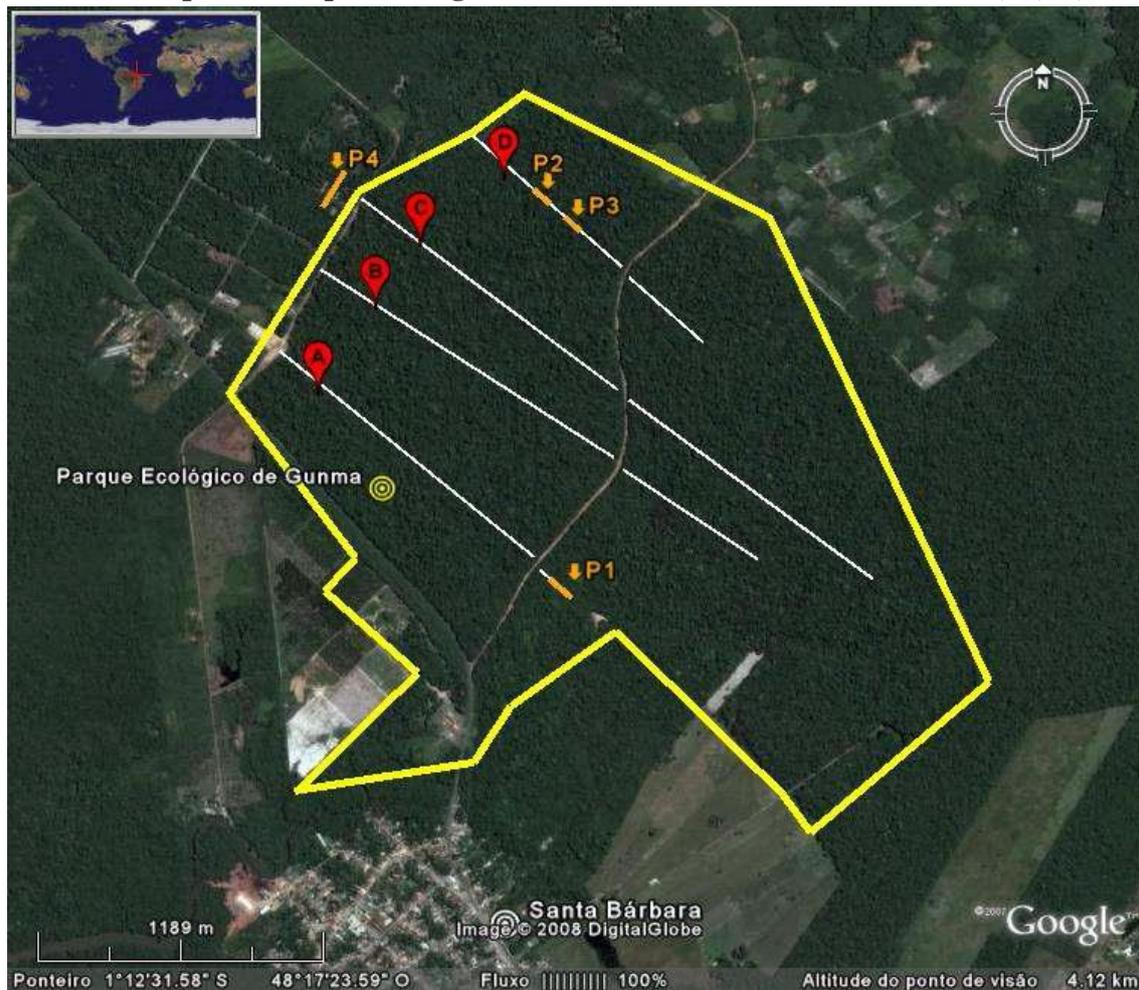
Willis, E. O., & Oniki, Y. (2008). Aves seguidoras de correições de formigas nas Américas e África. *Acolhendo a Alfabetização Nos Países de Língua Portuguesa*, 2(4), 301–320. Retrieved from <http://www.revistas.usp.br/reaa/article/view/11504>

Willson, S. K. (2004). Obligate Army-Ant-Following Birds: A Study of Ecology, Spatial Movement Patterns, and Behavior in Amazonian Peru. *Ornithological Monographs*, (55), 1–67. <http://doi.org/10.2307/40166802>

Wilson, E. O. (1992). *The Diversity of Life*. Harvard University Press.

7 ANEXOS

Anexo 1 Mapa do Parque Ecológico de GUNMA mostrando as trilhas A, B, C, D.



Anexo 2 Dados Brutos Tabulados

DIA:04/01/16 – Trilha A - Dia claro e com pouco vento

HORA:7:49

Estímulo: S1

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Trogon viridis</i>	2:01
<i>Pionus menstruus</i>	2:07
<i>Coereba flaveola</i>	2:40
<i>Lipaugus vociferans</i>	3:36
APÓS PB	
<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	5:40
<i>Lipaugus vociferans</i>	6:06
<i>Lanio surinamus</i>	6:23
<i>Lepidothrix iris</i>	6:51
<i>Coereba flaveola</i>	7:42
<i>Isleria hauxwelli</i>	7:53
<i>Ramphastos vitellinus</i>	9:12
<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	9: 29

HORA: 8:16

Estímulo:S2

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	0:58
<i>Coereba flaveola</i>	1:07
<i>Phaethornis superciliosus</i>	1:13
<i>Ramphastos tucanus</i>	2:16
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	2:50
APÓS PB	
<i>Lipaugus vociferans</i>	5:11
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	5:22
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	9:26

HORA: 8:36

Estímulo:S3

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Lipaugus vociferans</i>	0:10
<i>Campephilus rubricollis</i>	0:18
<i>Coereba flaveola</i>	3:02
APÓS PB	
<i>Lipaugus vociferans</i>	5:00 (Acidentalmente próximo à ARENA)
<i>Campephilus rubricollis</i>	05:53
<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	07:01
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	07:41

HORA: 08:56

Estímulo:S4

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Coereba flaveola</i>	0:15
<i>Lipaugus vociferans</i>	0:23
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	0:27
<i>Pionus menstruus</i>	1:00
<i>Brotogeris sanctithomae</i>	3:17
<i>Ramphastos tucanus</i>	3:45
APÓS PB	
<i>Coereba flaveola</i>	7:25
<i>Myiopagis gaimardii</i>	08:49
<i>Lipaugus vociferans</i>	9:02
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	9:29

HORA: 9:18

Estímulo:S1

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	1:56
APÓS PB	
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	5:39
<i>Piaya cayana</i>	6:55
<i>Lipaugus vociferans</i>	7:30

Dia 05 Trilha D - Dia claro e com pouco vento

Hora: 8:42

Estímulo:S2

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	2:33
<i>Brotogeris versicolurus</i>	2:49
APÓS PB	
<i>Euphonia cayennensis</i>	6:39
<i>Coereba flaveola</i>	9:02

HORA: 7:28

Estímulo:S2

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Amazona farinosa</i>	0:00
<i>Amazona amazonica</i>	0:12
<i>Pionites leucogaster</i>	0:14
<i>Mionectes macconnelli</i>	1:11
<i>Pteroglossus aracari</i>	1:44
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	2:19
APÓS PB	
<i>Campylopterus largipennis</i>	5:59
<i>Mionectes macconnelli</i>	6:05
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	6:14
<i>Willisornis vidua</i>	10:36

Hora: 7:04

Estímulo:S1

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Campephilus rubricollis</i>	0:05
<i>Thalurania furcata</i>	0:37
<i>Ramphastos tucanus</i>	0:59
<i>Pyriglena leuconota</i>	2:52
<i>Celeus undatus</i>	3:17
<i>Phlegopsis nigromaculata</i>	4:20
<i>Pionus menstruus</i>	4:41
APÓS PB	
<i>Pyriglena leuconota</i>	5:36
<i>Ramphastos vitellinus</i>	6:27
<i>Isleria hauxwelli</i>	6:58 - ALARME
<i>Veniliornis affinis</i>	8:20
<i>Celeus undatus</i>	9:04

HORA: 8:04

Estímulo:S4

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	0:18
<i>Tyrannetes stolzmanni</i>	0:43
<i>Thalurania furcata</i>	2:43
APÓS PB	
<i>Galbula dea</i>	6:24
<i>Euphonia cayennensis</i>	7:46
<i>Campylopterus largipennis</i>	9:43

HORA: 8:22

Estímulo:S1

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Pionus menstruus</i>	0:13
<i>Cercomacra cinerascens</i>	0:19
<i>Phaethornis superciliosus</i>	2:37
APÓS PB	
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	7:11
<i>Thalurania furcata</i>	8:35

HORA: 9:00

Estímulo:S3

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Tyrannulus elatus</i>	1:12
APÓS PB	
<i>Automolus paraenses</i>	5:30
<i>Euphonia cayennensis</i>	6:09
<i>Phaethornis superciliosus</i>	7:53
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	9:48

HORA: 7:46

Estímulo:S3

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Tyrannulus elatus</i>	2:25
APÓS PB	
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	5:20
<i>Cercomacra cinerascens</i>	6:33
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	7:12
<i>Isleria hauxwelli</i>	7:07
<i>Lepidothrix iris</i>	7:55
<i>Pyriglena leuconota</i>	8:01
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	8:21

Dia 06 – Trilha B - Dia claro e com pouco vento

HORA: 8:24

Estímulo:S2

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	1:50
<i>Campylopterus largipennis</i>	3:08
<i>Coereba flaveola</i>	3:39
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	3:48
Após PB	
<i>Campylopterus largipennis</i>	5:37
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	5:51
<i>Cacicus haemorrhous</i>	5:54
<i>Phaethornis superciliosus</i>	8:06
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	8:40

HORA: 7:00

Estímulo:S2

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	1:14
<i>Lepidothrix íris</i>	1:28
<i>Amazona farinosa</i>	2:09
APÓS PB	
<i>Lepidothrix íris</i>	5:59
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	6:01
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	5:51
<i>Campylopterus largipennis</i>	6:30
<i>Cercomacra cinerascens</i>	6:44

HORA: 9:05

Estímulo:S4

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	0:02
<i>Pionus menstruus</i>	04:17
<i>Querula purpurata</i>	4:32
APÓS PB	
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	6:18
<i>Brotogeris sanctithomae</i>	9:32

HORA: 7:43

Estímulo:S4

PRÓXIMO A BANDO MISTO

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	0:27
<i>Mionectes macconnelli</i>	0:27
<i>Cercomacra cinerascens</i>	0:39
<i>Myrmotherula longipennis</i>	0:55
<i>Myrmotherula brachyura</i>	1:15
<i>Trogon viridis</i>	2:18
<i>Isleria hauxwelli</i>	3:18
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	3:34
<i>Pionus menstruus</i>	4:53
Após PB	
<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	6:04
<i>Trogon viridis</i>	6:44
<i>Isleria hauxwelli</i>	7:31
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	7:35
<i>Psarocolius viridis</i>	7:57
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	8:00
<i>Isleria hauxwelli</i>	09:16
<i>Lipaugus vociferans</i>	9:44
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	9:55
<i>Myiopagis gaimardii</i>	10:12

HORA: 8:06

Estímulo:S1

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Lipaugus vociferans</i>	0:06
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	0:55
<i>Coereba flaveola</i>	2:22
<i>Pionus menstruus</i>	3:34
<i>Ramphastos tucanus</i>	3:48
APÓS PB	
<i>Lipaugus vociferans</i>	CONTINUOU
<i>Ramphastos tucanus</i>	CONTINUOU
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	7:17

HORA: 6:42

Estímulo:S1

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Cercomacra cinerascens</i>	0:24
APÓS PB	
<i>Cercomacra cinerascens</i>	6:09
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	8:48

HORA: 8:47

Estímulo:S3

Espécie	Minuto da Gravação
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	0:08
<i>Lipaugus vociferans</i>	0:34
<i>Phaethornis superciliosus</i>	1:27
<i>Pionus menstruus</i>	2:30
<i>Isleria hauxwelli</i>	3:07
Após pb	
<i>Lipaugus vociferans</i>	5:54
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	6:48
<i>Lepidothrix iris</i>	8:26
<i>Coereba flaveola</i>	9:54

Anexo 3 Lista de todas as espécies detectadas nesta pesquisa

Lista de Espécies

<i>Amazona amazonica</i> *	<i>Pionus menstruus</i> *
<i>Amazona farinosa</i> *	<i>Psarocolius viridis</i> *
<i>Automolus paraenses</i>	<i>Pteroglossus aracari</i> *
<i>Brotogeris chrysoptera</i> *	<i>Pyriglena leuconota</i>
<i>Brotogeris sanctithomae</i> *	<i>Querula purpurata</i> *
<i>Brotogeris versicolurus</i> *	<i>Ramphastos tucanus</i> *
<i>Cacicus haemorrhous</i>	<i>Ramphastos vitellinus</i> *
<i>Campephilus rubricollis</i> *	<i>Ramphocaenus melanurus</i>
<i>Campylopterus largipennis</i>	<i>Thalurania furcata</i>
<i>Celeus undatus</i>	<i>Tolmomyias flaviventris</i>
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	<i>Tolmomyias poliocephalus</i> *
<i>Cercomacra cinerascens</i>	<i>Trogon viridis</i>
<i>Coereba flaveola</i>	<i>Tyranneutes stolzmanni</i>
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	<i>Tyrannulus elatus</i> *
<i>Euphonia cayennensis</i> *	<i>Veniliornis affinis</i>
<i>Galbula dea</i> *	<i>Willisornis vidua</i>
<i>Glyphorynchus spirurus</i>	
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	
<i>Iseria hauxwelli</i>	
<i>Lanio surinamus</i>	
<i>Lepidothrix iris</i>	
<i>Lipaugus vociferans</i> *	
<i>Mionectes macconnelli</i>	
<i>Myiopagis gaimardii</i> *	
<i>Myrmotherula brachyura</i>	
<i>Myrmotherula longipennis</i>	
<i>Phaethornis superciliosus</i>	
<i>Phlegopsis nigromaculata</i>	
<i>Piaya cayana</i>	
<i>Pionites leucogaster</i> *	

Nota: * Aves excluídas da amostra por frequentarem exclusivamente estrato de dossel (Sigrist, 2008)

Anexo 4 Mostra os dados base para a pontuação final sem tratamento

Espécies	Pontuação Pós	Segue Bando Misto	Segue Correição	Quantidade de Estímulos Que Esteve Presente	Estímulos que esteve presente (PÓS)
<i>Glyphorynchus spirurus</i>	4	Sim	Não	4	S2, S4, S1, S3
<i>Campylopterus largipennis</i>	3	Sim	Não	2	S2, S4
<i>Iseria hauxwelli</i>	3	Não	Não	4	S2, S2, S4, S4
<i>Lepidothrix iris</i>	3	Sim	Não	1	S2, S1, S3
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	2	Sim	Não	2	S3, S1
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	2	Sim	Não	3	S3, S4, S1
<i>Automolus paraensis</i>	1	Sim	Não	1	S3
<i>Cacicus haemorrhous</i>	1	Sim	Não	1	S2
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	1	Sim	Sim	3	S2, S4, S1
<i>Lanio surinamus</i>	1	Sim	Não	1	S1
<i>Piaya cayana</i>	1	Sim	Não	1	S1
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	1	Sim	Sim	1	S2
<i>Tyranneutes stolzmanni</i>	1	Sim	Não	3	S1, S3, S4
<i>Veniliornis affinis</i>	1	Sim	Não	1	S1
<i>Willisornis vidua</i>	1	Sim	Sim	1	S2
<i>Celeus undatus</i>	0	Sim	Não	1	S1
<i>Cercomacra cinerascens</i>	0	Não	Não	3	S3, S1, S2
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	0	Não	Não	1	S4
<i>Pyriglena leuconota</i>	0	Sim	Não	2	S1, S3