

---

Danilo Boscolo

O uso de técnicas de *play-back* no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais.

São Paulo

2002

---

Danilo Boscolo

O uso de técnicas de *play-back* no  
desenvolvimento de um método capaz de atestar a  
presença ou ausência de aves no interior de  
fragmentos florestais.

Dissertação apresentada ao Instituto  
de Biociências da Universidade de  
São Paulo, para a obtenção de Título  
de Mestre em Ciências, na Área de  
Ecologia.

**Orientador: Prof. Dr. Jean Paul Walter Metzger**

São Paulo

2002

---

Boscolo, Danilo

O uso de técnicas de play-back no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais.

59 páginas

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia.

1. *Play-back* 2. Aves 3. Fragmentos florestais I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Ecologia.

### Comissão Julgadora:

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof(a). Dr(a).

---

Prof. Dr. Jean Paul Walter Metzger

Orientador

---

Dedico a meus pais e meu irmão.  
À Ni, Tonha, Maira e Isabella.  
A meus grandes amigos João e Carlão (Ton).

## Agradecimentos

---

Ao Prof. Dr. Jean Paul Walter Metzger, pela orientação, apoio, idéias e principalmente pelas discussões metodológicas e estatísticas, revisões e críticas construtivas durante todo o percurso deste projeto.

Ao Prof. Dr. Jacques M. E. Vieliard, da UNICAMP pela co-orientação e pelo auxílio nas questões ornitológicas e bioacústicas do trabalho.

Ao José Roberto Nali por permitir os trabalhos de campo dentro da Reserva Florestal do Morro Grande e a toda equipe de funcionários do sistema SABESP - Alto Cotia, que estiveram sempre dispostos a me auxiliar quando necessário.

Agradeço também ao Sergio e Adriana que me ajudaram a compreender a estatística circular.

Ao Alexandre Uezu pelos dados de abundância e colaboração durante todo o este período.

A todos os colegas do LePac e do Departamento de Ecologia que de uma forma ou outra me auxiliaram a concluir este trabalho.

Ao Arouca por estar sempre disposto a ajudar durante as pesquisas e gravações no Arquivo Sonoro Neotropical – UNICAMP.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado e pela assessoria prestada.

A todos aqueles que me auxiliaram de forma direta ou indireta com ferramentas, idéias, possibilidades, subsídios, apoio e amizade.

*“Valeu. Inté...”*

## RESUMO

---

A técnica de *play-back* foi utilizada para desenvolver um método eficiente, capaz de atestar a presença ou ausência de seis espécies de aves (*Basileuterus leucoblepharus*, *Batara cinerea*, *Carpornis cucullatus*, *Chiroxiphia caudata*, *Pyriglena leucoptera* e *Trogon surrucura*) em fragmentos florestais. Para tanto, determinou-se qual o horário do dia e a época do ano em que a técnica de *play-back* é mais eficiente para atestar a presença dessas aves. Os experimentos ocorreram no interior da Reserva Florestal do Morro Grande (Cotia, SP), região de mata contínua onde as seis espécies estão presentes. Três horários distintos foram testados (manhã, meio do dia e tarde) durante três dias por mês ao longo de doze meses. Para cada uma das espécies o *play-back* era repetido três vezes por horário. A variação de eficiência do *play-back* entre os diferentes horários foi verificada através do teste G, e ao longo do ano através do teste de Rayleigh. A manhã e o meio do dia apresentaram-se significativamente mais eficientes que o horário da tarde para *B. leucoblepharus* ( $G= 10,099$   $0,005 < P < 0,01$ ), *C. caudata* ( $G= 10,988$   $0,001 < P < 0,005$ ) e *T. surrucura* ( $G= 18,585$   $P < 0,001$ ). *Batara cinerea* foi a única espécie a apresentar uma época do ano significativamente mais eficiente, situada entre julho e outubro ( $r= 0,242$   $P < 0,05$ ). Isto indica qual o momento mais indicado para se conduzir, com o uso do *play-back*, o censo dessas aves em áreas florestais. Para avaliar qual a eficiência real do método, a capacidade do *play-back* em atestar a presença das aves em 13 fragmentos florestais foi correlacionada com sua abundância nas áreas estudadas. Os levantamentos ocorreram entre agosto e setembro de 2002, durante os horários da manhã e do meio do dia. Cada fragmento foi recenseado quatro vezes. Os resultados sugerem que apenas um dia de levantamento em cada fragmento não é suficiente para identificar todos os locais onde essas espécies estão presentes. *Chiroxiphia caudata* deve ser recenseada pelo menos duas vezes em cada fragmento. Para alcançar um bom aproveitamento, três visitas é o mínimo necessário no caso de *B. cinerea*, *B. leucoblepharus*, *P. leucoptera* e *T. surrucura*. Por ser muito rara, o censo de *C. cucullatus* deve ser repetido quatro vezes. O método aqui proposto foi criado com o intuito de gerar rapidamente dados de presença e ausência em uma grande quantidade de fragmentos. Essa informação pode, então, auxiliar estudos sobre dinâmica de metapopulações e conservação de espécies em paisagens fragmentadas.

## ABSTRACT

---

In order to provide rapid access to presence/absence data of six species of birds (*Basileuterus leucoblepharus*, *Batara cinerea*, *Carpornis cucullatus*, *Chiroxiphia caudata*, *Pyriglena leucoptera* and *Trogon surrucura*) inside forest fragments, an efficient playback method was developed. The broadcast of these birds' vocalizations was carried out at the Morro Grande Forest Reserve (Cotia, SP), a non-fragmented landscape where the six species were present. Playback experiments were executed at three different days each month during one year. The vocalizations were broadcasted three times each day: sunrise, noon and just before sunset. Daily variations in the efficiency of the playback could then be tested through G-statistics and seasonal variations through the Rayleigh test (circular statistics). The periods of sunrise and noon were significantly more efficient than the period just before sunset to *B. leucoblepharus* ( $G= 10,099$   $0,005 < P < 0,01$ ), *C. caudata* ( $G= 10,988$   $0,001 < P < 0,005$ ) and *T. surrucura* ( $G= 18,585$   $P < 0,001$ ). *Batara cinerea* was the only species to show a period of the year with a higher rate of response, located between July and October ( $r= 0,242$   $P < 0,05$ ). These results provide an indication of the proper time of the day and season of the year to perform a playback census with these species. To evaluate which were the limitations of the method 13 forest fragments were surveyed for presence or absence of these birds. The collected data was then correlated to the abundance of the birds in the same areas. The surveys occurred from August the 1st to September the 28th, 2001, during the periods of sunrise and noon. Each fragment was surveyed at four different days. The results indicate that one single survey is not enough to accomplish an accurate census of the species. *Chiroxiphia caudata* must be surveyed at least two times in each fragment. Three visits to the fragments are the minimum field effort to access with accuracy the distributional pattern of *B. leucoblepharus*, *B. cinerea*, *P. leucoptera* and *T. surrucura*. Due to its rarity *C. cucullatus* must be sampled not less than four times. The method that was developed in the current study has been created in order to provide a rapid access to the patch occupancy patterns of these six species in a large number of fragments. That kind of data may be very useful in metapopulation dynamics and conservation ecology studies.

# Índice

---

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
1.1 – O uso de <i>play-back</i> em estudos de ornitologia	01
1.2 – Contextualização do projeto	03
<b>2 – OBJETIVOS</b>	<b>05</b>
<b>3 – MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>06</b>
3.1 – Local de estudo	06
3.2 – Clima	07
3.3 – Uso e cobertura das terras	08
3.4 – Espécies estudadas	09
3.5 – Material empregado	12
3.6 – Determinação do padrão comportamental de resposta ao <i>play-back</i>	12
3.7 – Teste da eficiência do <i>play-back</i> de acordo com o horário do dia e a época do ano	13
3.8 – Teste da eficiência do <i>play-back</i> em função da abundância das aves	15
<b>4 – RESULTADOS</b>	<b>18</b>
4.1 – Padrão comportamental de resposta ao <i>play-back</i>	18
4.2 – Eficiência do <i>play-back</i> em função do horário do dia	22
4.3 – Eficiência do <i>play-back</i> em função da época do ano	24
4.4 – Eficiência do <i>play-back</i> em função da abundância das aves	27
<b>5 – DISCUSSÃO</b>	<b>36</b>
5.1 – Padrão comportamental	36
5.2 – Horário do dia	37
5.3 – Época do ano	38
5.4 – Abundância das aves	40
5.5 – Proposta do método para determinar presença e ausência de aves no interior de fragmentos florestais com o uso de <i>play-back</i>	45
5.6 – Sobre o uso do método proposto em estudos de metapopulações	48
<b>6 – BIBLIOGRAFIA</b>	<b>51</b>



# 1-INTRODUÇÃO

## 1.1-O uso de play-back em estudos de ornitologia

O canto de uma espécie de ave define-se funcionalmente como um “*sinal de comunicação sonora que contém a informação de reconhecimento específico*” (Vielliard, 1987). Para algumas espécies, o reconhecimento específico chega a ser exclusivamente sonoro (Lanyon 1978, Vielliard 1987) e a vocalização tem então papel fundamental no reconhecimento de outros indivíduos de sua própria espécie para o acasalamento ou defesa territorial. No caso de habitats mais fechados, como o interior de matas, a importância da vocalização acentua-se. Em tais ambientes, o contato visual é muito prejudicado (Catchpole & Slater, 1995), porém o contato sonoro não. Sendo assim, uma ave pode perceber a presença de outra sem, necessariamente, vê-la.

Ao se fazer levantamentos de avifauna em ambientes de vegetação densa, cerca de 90% dos registros são feitos auditivamente (Sick, 1997). Contudo, no caso de muitas espécies, os cantos só são emitidos pelos machos durante a época reprodutiva (Pough *et al.*, 1993), dificultando o levantamento em outras épocas do ano. Neste caso, é possível induzir vocalizações através do *play-back*.

O uso de técnicas de *play-back* em trabalhos científicos, teve início na década de 1950 (Catchpole & Slater, 1995). O *play-back* define-se como a reprodução, com o uso de alto-falantes, da vocalização pré-gravada de uma dada espécie. Esta gravação é, usualmente, feita em fita magnética (por ser um método simples e relativamente barato), mas atualmente ela pode também ser feita por aparelhos digitais de fácil uso e transporte (Dalbelsteen & Pedersen, 1991).

Técnicas de *play-back* podem ser úteis para diferentes objetivos. Alguns pesquisadores estudaram o aprendizado do canto específico por aves jovens utilizando essas técnicas (Marler & Peters 1988, Cate 1991). Outros experimentos, que estudaram o padrão de comportamento de defesa territorial, mostram que machos de uma espécie de

coruja (*Strix aluco*) tendem a responder mais intensamente ao *play-back* do canto de machos intrusos e menos intensamente, aos de machos de territórios vizinhos (Galeotti & Pavan, 1993).

Devido à possibilidade de induzir respostas das aves, o *play-back* consiste em uma útil ferramenta em censos de avifauna (Johnson *et al.*, 1981). Segundo Parker (1991), sem o *play-back* seriam necessárias semanas ou até meses para se localizar a maioria das aves residentes em alguns locais da Amazônia. Certos experimentos indicam que o *play-back* do canto de co-específicos (indivíduos de mesma espécie) é eficiente em induzir respostas agressivas por parte das aves (Milligan 1966, Møller 1992). Ao se reproduzir por *play-back* o canto de um macho de certa espécie, dentro do território de outro indivíduo da mesma espécie, este tende a defender-se emitindo cantos e gritos territoriais (*cf.* Catchpole & Slater, 1995), o que permite que seja registrado.

Muitos trabalhos vêm utilizando essa técnica para o recenseamento de aves. Mosher *et al.* (1990) demonstraram que diversas espécies de aves de rapina do leste dos Estados Unidos eram, mais frequentemente, identificadas quando tocado o canto de co-específicos por alto-falantes no interior da mata em relação às vezes em que eram procuradas sem o uso do *play-back*. Neste mesmo trabalho, os autores mostraram, também, que o contato com as aves acontecia mais rapidamente quando era utilizada a reprodução de cantos pré-gravados. O *play-back* foi utilizado com eficiência na determinação da presença de *Porzana tabuensis* em regiões pantanosas da Nova Zelândia (Kaufmann, 1988). Vários autores evidenciaram, ainda, a importância das técnicas de *play-back* para o recenseamento de aves no interior de habitats muito fechados (Johnson *et al.* 1981, Dinsmore & Johnson 1986, Orman *et al.* 1988). Outros pesquisadores demonstraram que o *play-back* aumentou significativamente o número de contatos com diversas espécies durante levantamentos de avifauna (Dinsmore & Johnson 1986, Ross & Yahner 1995). Esses trabalhos atestam que a técnica de *play-back* é de grande utilidade para aqueles que pretendem localizar aves em ambientes muito densos, tais como as matas neotropicais.

Apesar da ampla utilização do *play-back* para recenseamentos, poucos trabalhos foram feitos com o intuito de desenvolver e padronizar a técnica. Entre as exceções, está o

trabalho de Ratcliffe *et al.* (1998), com uma ave marinha de hábitos noturnos: *Hydrobates pelagicus*. Essa pesquisa pretendia determinar qual a variação diária e sazonal da probabilidade de resposta ao *play-back*. No entanto, como sua finalidade era recensear, unicamente, casais em nidificação, o método foi desenvolvido apenas durante a época reprodutiva, entre os meses de junho e agosto. De fato, fora desse período essa espécie é muda e sobrevive espalhada pelos mares, longe da costa, inviabilizando o uso da técnica em outras épocas do ano.

O *play-back* é útil, também, em estudos a respeito do efeito da fragmentação de habitat sobre populações de aves. Por exemplo, Stratford & Stouffer (1999) demonstraram, com o auxílio do *play-back*, que aves insetívoras de solo são extremamente sensíveis à fragmentação da floresta amazônica. Clergeau & Burel (1997) estudaram o papel da conectividade da paisagem sobre a distribuição de *Certhia brachydactyla*. Neste caso, o *play-back* foi muito útil para uma contagem rápida dos indivíduos em fragmentos e corredores, demonstrando a importância destes nas paisagens fragmentadas estudadas.

## **1.2-Contextualização do projeto**

O trabalho aqui apresentado está inserido no projeto temático “*Biodiversity conservation in fragmented landscapes at the Atlantic Plateau of São Paulo (Brazil)*” (Metzger 1999), que objetiva aumentar a compreensão sobre como a fragmentação influencia algumas populações numa região de mata fragmentada a oeste da grande São Paulo (Caucaia do Alto). A partir do conhecimento científico então gerado, será possível determinar formas eficientes de garantir a conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas.

Um dos principais objetivos desse projeto temático é analisar se algumas populações presentes na área de estudo formam metapopulações à medida que seu habitat se fragmenta. O termo “metapopulação”, introduzido por Richard Levins (1969 e 1970), baseia-se no conceito de que espécies que habitam ambientes descontínuos ou fragmentados podem apresentar um padrão de ocupação espacial discreto, formando

populações espacialmente isoladas entre si e que persistem apenas em fragmentos de habitat favorável. Se cada uma dessas populações encontrar-se inter-relacionada funcionalmente com as populações vizinhas através de fluxos biológicos, de forma que extinções locais possam ser compensadas por migrações provenientes de fragmentos onde a espécie está presente, é possível que se forme uma metapopulação. Este conceito fundamenta-se, portanto, na existência de fragmentos ocupados e desocupados por uma certa espécie, sendo que a proporção e composição de ambos os tipos variam no tempo de acordo com um processo dinâmico, em que extinções são compensadas por recolonizações. Em muitos casos, compreender como isto ocorre pode ser valioso no momento de definir estratégias de conservação (Hanski, 1999).

Dentro desse contexto, este estudo foi concebido com o intuito de proporcionar um método eficiente, capaz de coletar, rapidamente, informações sobre o padrão de ocupação de fragmentos por seis espécies de aves. Os dados gerados podem, então, ser utilizados em estudos que avaliem a ocorrência ou não de metapopulações na paisagem considerada. A partir dessas informações, poderão ser criados modelos que quantifiquem o efeito da fragmentação sobre a persistência dessas espécies a longo prazo (Metzger, 1999).

## 2-OBJETIVOS

Com a finalidade de gerar dados relevantes para estudos sobre metapopulações e padrões de ocupação de fragmentos por aves, o principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um método eficiente, com o uso de técnicas de *play-back*, capaz de atestar a presença ou ausência de seis espécies de aves no interior dos fragmentos de mata da região de Caucaia. Como já exposto anteriormente, o uso do *play-back* aumenta a precisão e facilita levantamentos de avifauna em matas fechadas.

Para ser eficiente, o procedimento a ser proposto tem que evitar dois principais tipos de erros: a espécie responde ao *play-back*, mas está no fragmento apenas de passagem; a espécie não responde ao *play-back*, mas está presente no fragmento.

As espécies escolhidas (*Basileuterus leucoblepharus*, *Batara cinerea*, *Carpornis cucullatus*, *Chiroxiphia caudata*, *Pyriglena leucoptera* e *Trogon surrucura*) apresentam um forte comportamento territorial. Desta maneira, acredita-se que o primeiro tipo de erro será evitado. Para minimizar o segundo tipo de erro, decidiu-se determinar qual o comportamento das aves após o *play-back* e principalmente, qual o horário do dia e a época do ano no qual o padrão específico de resposta ao *play-back* é mais intenso. Numa segunda etapa será, também, determinado se há uma relação entre a abundância das aves e a eficiência em detectá-las utilizando o *play-back*.

As hipóteses nulas, para cada uma das espécies estudadas, são:

- 1 - A eficiência do *play-back* não se altera em função do horário do dia;
- 2 - A eficiência do *play-back* não se altera em função da época do ano;
- 3 - A eficiência do *play-back* não se altera em função da abundância das aves.

### 3-MATERIAIS e MÉTODOS

#### 3.1-Local de estudo

A região de estudo (fig. 1) localiza-se sobre o Planalto Atlântico do Estado de São Paulo, próximo à capital, mais precisamente no distrito de Caucaia do Alto, entre os municípios de Cotia e Ibiúna ( $23^{\circ}35'S - 23^{\circ}50'S$ ; e  $46^{\circ}45'W - 47^{\circ}15'W$ ). O relevo é caracterizado, principalmente, por formas denudacionais de morros altos com topos aguçados e convexos, com declividades maiores que 15% e altitudes variando entre 850 m e 1.100 m (Ross & Moroz, 1997). A drenagem pode apresentar-se com padrão dendrítico (Ross & Moroz, 1997).

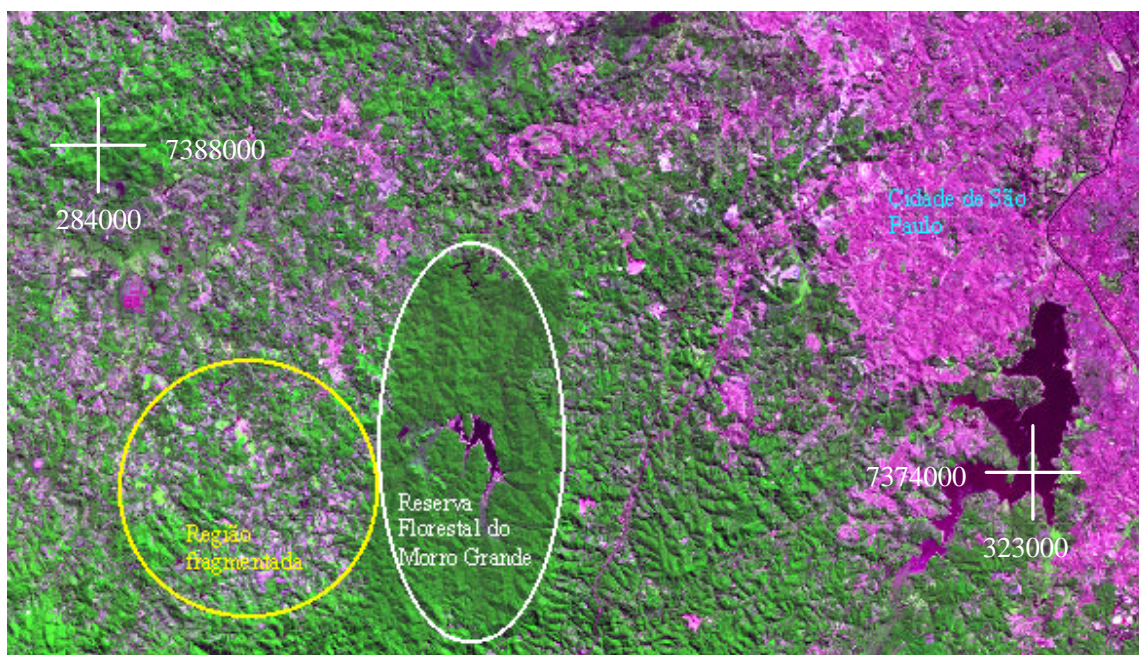


Figura 1: Localização da área de estudo demonstrando a Reserva Florestal do Morro Grande (elipse em branco) e a região de mata fragmentada considerada neste estudo (elipse em amarelo). Pode-se notar a proximidade da área de estudo à cidade de São Paulo (mancha roxa à direita da imagem). Imagem Landsat-TM5.

### 3.2-Clima

Devido à dificuldade de se encontrar dados precisos de clima na região amostrada, os dados apresentados referem-se à cidade de São Paulo e foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Este clima caracteriza-se por temperaturas moderadas com verão quente e chuvoso, do tipo Cwa de Köppen (1948). O mês mais quente tem uma temperatura média de 22°C e o mais frio de 16°C, com precipitação anual de aproximadamente 1.400 mm, sendo cerca de 250 mm no mês mais úmido e 30 mm no mês mais seco (fig. 2).

O ano de 2000 apresentou um período de seca aparentemente mais rigoroso que a média registrada de 1961 a 1990 (fig. 3). Em 2000, a estiagem iniciou mais cedo (entre os meses de março e abril) e terminou mais tarde, em outubro. No entanto, de novembro de 2000 a maio de 2001, a precipitação mensal registrada apresentou-se semelhante à média histórica, sendo que o período de chuvas finaliza-se no mesmo momento para as duas situações. As médias de temperatura não apresentaram variações entre os valores obtidos de 1961 a 1990 e os obtidos entre 2000 e 2001 (fig. 2 e 3).

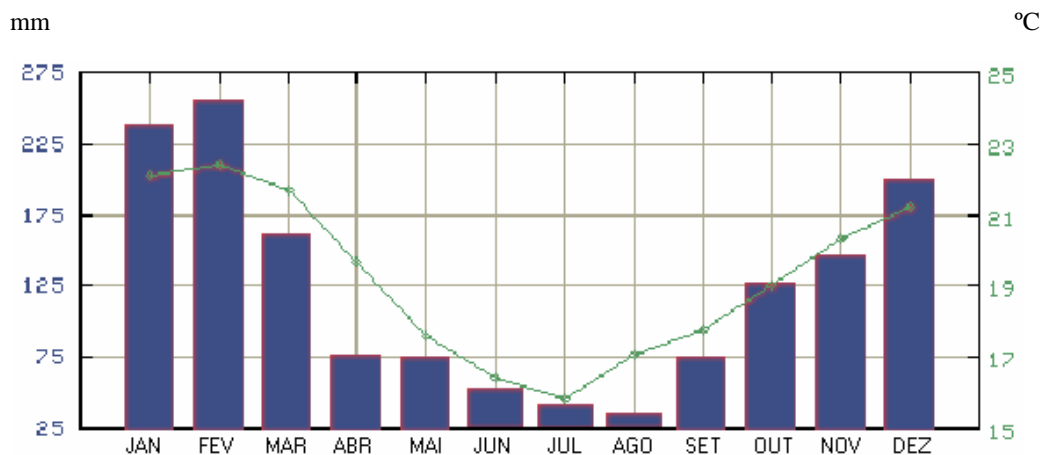


Figura 2: Valores mensais médios de precipitação total (mm) e temperatura do ar (°C) registrados para a cidade de São Paulo durante o período de 1961 a 1990. Fonte: INMET.

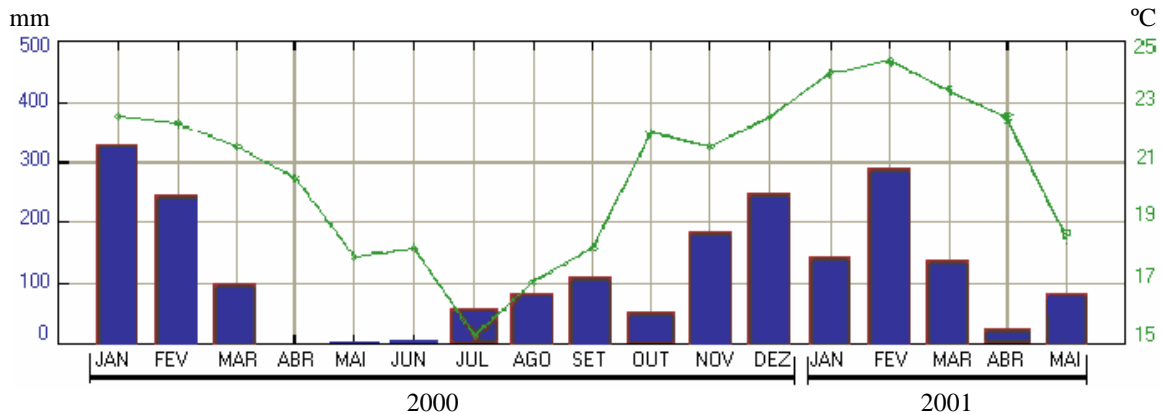


Figura 3: Valores mensais de precipitação total (mm) e temperatura média do ar (°C) registrados para a cidade de São Paulo entre janeiro de 2000 e maio de 2001. Fonte: INMET.

### 3.3-Uso e cobertura das terras

O Planalto de Ibiúna, onde se situam as áreas de estudo, é uma região fragmentada e de grande ocupação humana, principalmente agrícola. A cobertura vegetal original era de mata atlântica, classificada como floresta ombrófila densa montana (Veloso *et al.*, 1991). Os fragmentos existentes são compostos por matas secundárias antigas perturbadas ou em regeneração (Catharino, 1997), com idades entre 20 e 50 anos.

A matriz entre os fragmentos é variada. Existem na região pequenas vilas, rodeadas, principalmente, por agricultura de ciclo anual. Estão presentes também reflorestamentos de eucalipto, destinados ao corte e produção de madeira e em menor escala, de pinus.

Porém, apesar da fragmentação, está ali presente uma das maiores unidades de conservação do interior do Estado de São Paulo, a Reserva Florestal do Morro Grande (fig. 1) (23°39'S - 23°48'S; e 46°47'W - 46°55'W). É dentro desta reserva que se desenvolveu a maior parte deste trabalho. A reserva foi criada pela lei Estadual n.º 1.949 de 4 de abril de 1979, no município de Cotia, SP (SMA, 1998) e ocupa uma área de 10.700 ha. É constituída, predominantemente, por uma floresta em estágio secundário avançado de sucessão, com cerca de 10.000 ha de extensão, conectando-se às florestas de encosta da Serra de Paranapiacaba.



A reserva encontra-se, atualmente, sob administração da SABESP, pois abriga as nascentes do rio Cotia e as represas Pedro Beicht e Cachoeira da Graça, que abastecem, juntas, cerca de 480 mil pessoas da grande São Paulo (SMA,1998).

### 3.4-Espécies estudadas

Em função de suas características biológicas, as espécies percebem a paisagem de diferentes maneiras e apresentam sensibilidades variadas à fragmentação de seu habitat (Goerck 1995, Stotz *et al.* 1996). Neste estudo, foram escolhidas espécies com diferentes preferências alimentares (três aves frugívoras e três insetívoras), com o intuito de cobrir parte da diversidade eto-ecológica existente na região de Caucaia. Todas as espécies são territoriais, sensíveis à fragmentação, pois dependem de áreas de mata para sobreviver. Tendem a cantar o ano todo e reconhecidamente respondem ao *play-back* (Goerck 1995, Stotz *et al.* 1996).

As espécies são:

Aves frugívoras:

a) *Carpornis cucullatus*. Família Cotingidae. Nome popular: Corocochó. Habita as matas úmidas e altas. Tem aproximadamente 23 cm de comprimento. O macho emite um canto forte e característico, composto por três notas (fig. 4), facilmente identificável dentro da mata (Sick, 1997).

b) *Trogon surrucura*. Família Trogonidae. Nome popular: Surucuá-de-peito-vermelho. Habita regiões montanhosas do Sudeste brasileiro, no interior da mata ou do cerrado. Tem aproximadamente 23 cm de comprimento. Emite uma seqüência constante de 14 a 17 notas, com as últimas sílabas mais baixas (Sick, 1997) (fig. 4).

c) *Chiroxiphia caudata*. Família Pipridae. Nome popular: Tangará, Dançador. Habita o interior de matas densas. Tem aproximadamente 13 cm de comprimento. É conhecido pelo seu comportamento característico de danças, onde vários machos se

empoleiram em um galho e exibem-se para a fêmea com movimentos sincronizados, emitindo um som forte e muito característico (Sick, 1997). Emite dois tipos básicos de vocalizações: o canto de chamado (de reconhecimento específico), caracterizado por uma nota única, forte e muito penetrante na mata (fig. 4) e o grito de dança, característico por ser um som rouco, emitido simultaneamente por vários indivíduos durante a cerimônia de corte. Neste trabalho, utilizaremos apenas o canto de chamado, pois é este o canto funcional de reconhecimento específico.

Aves insetívoras:

a) *Batara cinerea*. Família Formicariidae. Nome popular: Matracão. Habita o interior de matas densas, mas utiliza também suas bordas. Tem aproximadamente 34 cm de comprimento (Sick, 1997). O macho emite um canto que se inicia com um som tremido, seguido por uma seqüência, de duração variada, de repetições de uma mesma nota e finalizando com uma nota mais curta (fig. 4).

b) *Pyriglena leucoptera*. Família Formicariidae. Nome popular: Papa-taoca-do-sul. Habita matas fechadas. Tem aproximadamente 18 cm de comprimento. Seu canto é de grande penetração na mata e caracteriza-se por uma seqüência de repetição de uma mesma nota (Sick, 1997) (fig. 4).

c) *Basileuterus leucoblepharus*. Família Parulidae. Nome popular: Pula-pula-assobiador. Habita principalmente as matas serranas do Sudeste. Tem aproximadamente 14 cm de comprimento (Sick, 1997). Seu canto caracteriza-se por uma seqüência de notas notavelmente agudas em escala descendente e com a última nota mais baixa (fig. 4). O ritmo do canto é inicialmente baixo, mas vai aumentando à medida que as notas diminuem de freqüência.

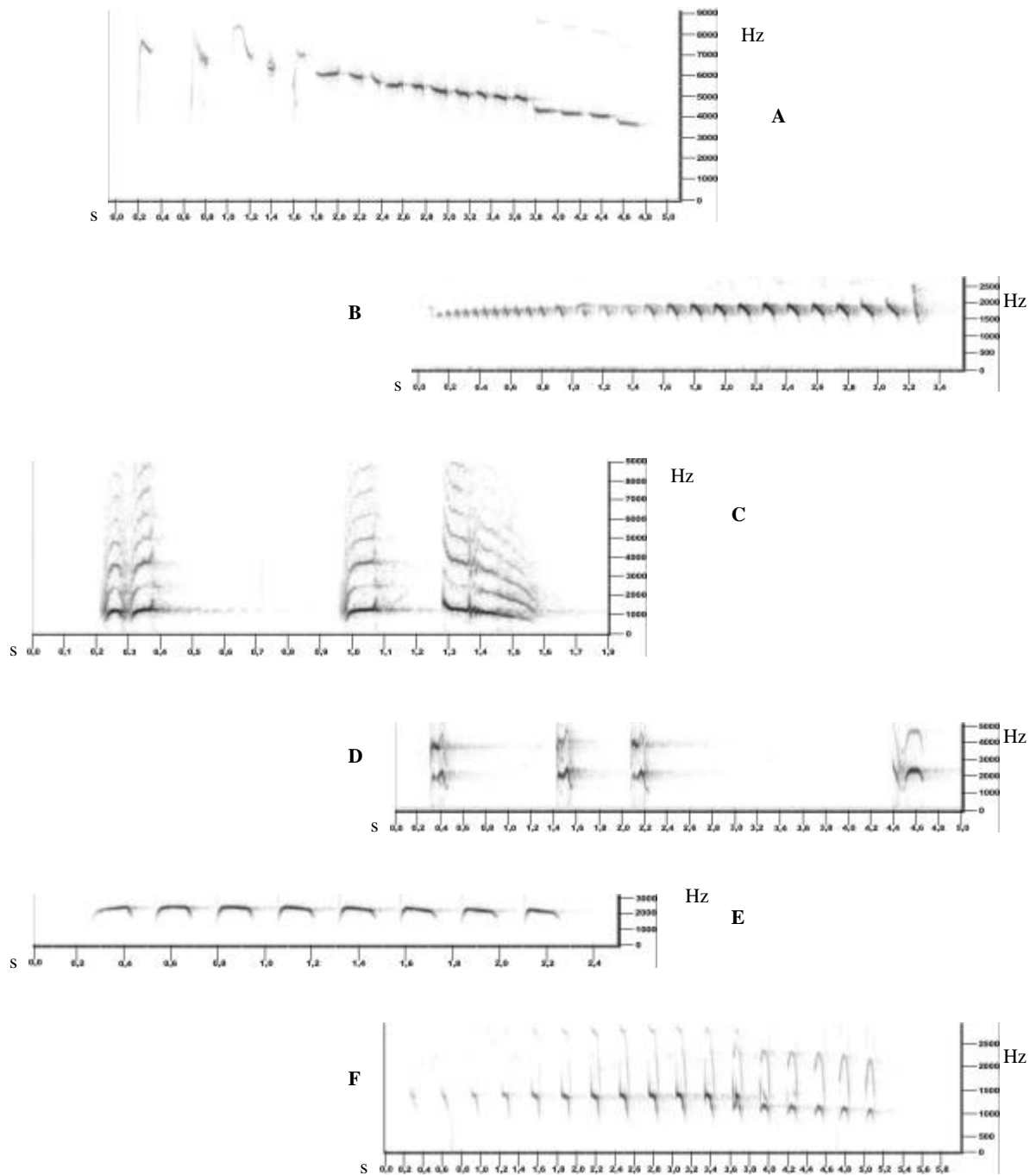


Figura 4: Sonogramas dos cantos utilizados durante os experimentos de *play-back*. **A:** *B. leucoblepharus*; **B:** *B. cinerea*; **C:** *C. cucullatus*; **D:** *C. caudata*; **E:** *P. leucoptera*; **F:** *T. surrucura*. Os sonogramas de cada espécie estão representados em diferentes escalas de tempo (em s) e frequência (em Hz).

### 3.5-Material empregado

Para o teste da eficiência do método de *play-back*, foram utilizadas gravações do canto específico do macho de cada uma das seis espécies de aves. Os cantos foram adquiridos a partir das gravações existentes no Arquivo Sonoro Neotropical (ASN) da UNICAMP, Campinas, SP (fig. 4). Estes foram reproduzidos na mata através de um toca-fitas Sony TCM-5000EV contendo uma fita cassete com os cantos pré-gravados, sempre com os alto-falantes posicionados entre um e dois metros acima do solo.

O volume utilizado foi determinado de forma que o *play-back* pudesse ser escutado a uma distância máxima de 100 metros dentro da mata. A intensidade dos cantos foi medida utilizando-se um decibelímetro Bruel & Kjaer, modelo 2235, com um microfone modelo 4116 posicionado a um metro da fonte sonora. As intensidades utilizadas no *play-back* de cada espécie estão demonstradas na tabela 1.

Tabela 1: Intensidade média, por espécie, dos cantos utilizados para o *play-back* (em decibéis: dB, medidos na escala linear 40-110 dB).

Espécie	Intensidade (dB)
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	79,2
<i>Batara cinerea</i>	81,6
<i>Carpornis cucullatus</i>	77,5
<i>Chiroxiphia caudata</i>	75,0
<i>Pyriglena leucoptera</i>	79,0
<i>Trogon surrucura</i>	79,5

### 3.6-Determinação do padrão comportamental de resposta ao *play-back*

Simultaneamente à fase de determinação do horário e época do ano de maior eficiência, foi estudado o padrão comportamental de resposta ao *play-back*. Este padrão pode ser caracterizado pela variação no ritmo dos cantos, pela emissão de gritos territoriais, pelo tempo de latência da resposta e pela taxia (maneira como a ave se movimenta dentro

da mata). A latência é definida como o período de espera existente entre o início do *play-back* e o início da resposta. Este padrão de resposta é específico e por isso, foi determinado separadamente para cada uma das seis espécies estudadas.

O método para a caracterização do padrão de resposta dividiu-se em três etapas. A primeira etapa consistiu na contagem, quando possível, do ritmo natural de canto das aves, registrado em cantos (frases) por minuto. Na segunda etapa, tocou-se o *play-back* e foi registrado o tempo de latência. Na terceira etapa, que se iniciava assim que a resposta era identificada, computava-se o ritmo de vocalização (cantos ou gritos por minuto) da ave e sua taxa.

### **3.7-Teste da eficiência do *play-back* de acordo com o horário do dia e a época do ano**

Este experimento foi conduzido em uma área de mata contínua da Reserva Estadual do Morro Grande, onde as aves estão presentes.

Para testar a eficiência do *play-back* de acordo com o horário do dia, foram determinados três horários: o primeiro acontecia logo ao amanhecer; o segundo, por volta do meio-dia, quando o sol está mais alto no céu e o terceiro no final da tarde, antes do anoitecer. Em cada horário, foram feitas, para cada espécie, três sessões de *play-back* de cinco minutos de duração (Morrell *et al.* 1991, Sliwa & Sherry 1992). Cada sessão era composta por períodos de 1 minuto de *play-back* (cantos em ritmo natural) intercalados por trinta segundos de silêncio, até que se completassem os cinco minutos. Segundo Johnson *et al.* (1981), os períodos de silêncio auxiliam o observador a identificar aves que estejam respondendo durante a execução dos cantos. A seqüência de espécies utilizada era sorteada ao acaso, somando um total de trinta minutos por ponto. Os pontos de teste eram distantes, pelo menos, 200 metros entre si, para evitar que um mesmo indivíduo fosse testado mais de uma vez em um mesmo horário. Desta forma, cada teste pôde ser considerado como uma réplica, já que um indivíduo recém perturbado não foi testado novamente. A seqüência dos pontos testados foi aleatória.

Era possível que, durante os experimentos, ocorresse habituação ao *play-back* (Silva, 1991). A habituação ocorre quando as aves ficam acostumadas ao canto pré-gravado. Isto poderia levá-las a parar de responder de acordo com o esperado. Para contornar este problema, a melhor opção foi a de não testar o mesmo indivíduo mais de uma vez por mês. Desta forma, foram escolhidos 27 pontos de teste, divididos em 3 blocos. Cada bloco era composto por 9 pontos amostrais distantes pelo menos 200 metros uns dos outros. Considera-se que esta distância é maior que o alcance das vocalizações e raio médio dos territórios dos casais das espécies estudadas (Villieard, J., com. pess.), o que permite não testar o mesmo indivíduo de um ponto para o outro.

Cada ponto foi testado apenas uma vez por mês. Assim, para cada dia, foram executados nove testes por espécie, divididos entre os três horários determinados. Em cada teste, registrou-se a ocorrência negativa ou positiva de resposta pelas aves. O registro de resposta foi considerado positivo caso fosse verificado qualquer tipo de alteração no comportamento dos indivíduos testados durante ou após o *play-back*. Essas alterações podem ser caracterizadas por variações no ritmo de canto, pela emissão de gritos territoriais ou por variações na taxia dos indivíduos.

No total, foram amostrados três dias por mês (sempre durante a primeira semana do mês), até que se completassem 12 meses, o que fez 36 dias de amostra (i.e., 324 registros por espécie). Os testes não foram realizados em horários chuvosos, pois o ruído diminui a capacidade auditiva do observador (Johnson *et al.*, 1981). A eficiência do *play-back* em função do horário do dia, foi verificada através do Teste G e quando foram detectadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), foi conduzida uma análise *a posteriori* através do teste do qui-quadrado centrado ( $\chi^2_c$ , Zar, 1999).

A eficiência do *play-back*, ao longo do ano, foi verificada pela estatística circular, que lida com a análise da variação de parâmetros obtidos ao longo de um ciclo biológico. A existência de um período de resposta mais intensa ao *play-back* (chamado de “acrofase” na estatística circular <sup>1</sup>) foi testada através do Teste de Rayleigh (Zar, 1999), considerando significativos valores de  $p < 0,05$ . Para cada mês e espécie, há 27 registros de resposta.

---

<sup>1</sup> A acrofase (ou ângulo médio) é a fase na qual há maior probabilidade de uma atividade ser observada.

### **3.8-Teste da eficiência do *play-back* em função da abundância das aves**

Já conhecidos os horários do dia e a época do ano em que a resposta ao *play-back* é mais intensa, o método foi testado em uma região de mata fragmentada. Neste momento, testou-se a terceira hipótese nula: a eficiência do *play-back* para atestar a presença ou ausência das aves dentro dos fragmentos da região de Caucaia e áreas do Morro Grande não varia em função da abundância das aves.

Foram escolhidos treze fragmentos da região, todos entre 13 e 513 ha (tab. 2). Dentro de cada fragmento foi determinada uma grade de pontos, distantes 200 metros entre si. Os pontos levantados anteriormente na Reserva do Morro Grande foram objetos de nova amostragem, funcionando assim como uma área controle composta por mata contínua. Nesta fase, foram utilizados os mesmos cantos e padrão de montagem das fitas citada acima.

Cada fragmento foi amostrado quatro vezes, na melhor época do ano e horário do dia, determinados de acordo com a metodologia descrita acima. Em cada uma dessas quatro visitas sorteou-se, aleatoriamente, três pontos distintos de teste. Obteve-se, assim, um total de doze testes por espécie para cada uma das dezesseis áreas estudadas (fragmentos e áreas do Morro Grande). A eficiência na resposta foi, então, relacionada com a abundância das espécies, estimada por Uezu (2002) através do método do IPA (Índice Pontual de Abundância; Vielliard & Silva, 1990), nos treze fragmentos e nas três áreas do Morro Grande (N=16). Estes dados de abundância foram obtidos de maio de 2000 a abril de 2001 e constituem assim dados seguros para analisar a eficiência real do *play-back* em atestar a presença destas seis espécies de aves nos fragmentos.

Tabela 2: Relação dos fragmentos e áreas de mata contínua utilizadas durante a coleta de dados de agosto e setembro de 2001.

LOCAL	Tipo	Área (ha)	Coordenada (UTM 23K)
Lacerda	Fragmento	13	284599 7375859
Beto / Jamil	Fragmento	14	288711 7375358
Dito André	Fragmento	18	290090 7373564
Godoy	Fragmento	19	288553 7374714
Reizinho	Fragmento	25	286800 7378782
Lila	Fragmento	30	284504 7374307
Nelson	Fragmento	34	286194 7376016
Agostinho	Fragmento	40	288539 7377963
Pedro	Fragmento	60	286827 7375566
Mioko	Fragmento	64	289342 7374713
Takimoto	Fragmento	120	287341 7376885
Pedroso	Fragmento	285	288405 7373594
Zezinho	Fragmento	513	287072 7370662
Morro Grande A (MGA)	Mata contínua	10000	300331 7380523
Morro Grande B (MGB)	Mata contínua	10000	300825 7378328
Morro Grande C (MGC)	Mata contínua	10000	301417 7376030

Para testar a significância da terceira hipótese, foram utilizados três diferentes métodos. Primeiramente, foi realizada uma regressão logística (Jongman *et al.*, 1997), considerando-se como variável dependente a presença ou ausência das espécies atestada pelo *play-back* e como variável explicativa os valores de IPA de cada uma das áreas estudadas. Para auxiliar na compreensão da relação entre a eficiência do *play-back* e a abundância das aves nos fragmentos, foi, ainda, executada uma análise de correlação (Zar, 1999) entre a frequência de resposta ao *play-back* e o IPA. Esta frequência foi obtida através da divisão da quantidade de respostas obtidas por fragmento pela quantidade total de *play-backs* executados em cada área estudada. Sendo assim, a frequência de resposta varia entre 0 e 1.



Finalmente, as informações sobre presença e ausência fornecidas pelo IPA foram comparadas, através de tabelas de contingência ( $\chi^2$ ), com o padrão de presença obtido pela técnica do *play-back*. Assim, pôde-se testar se a capacidade do *play-back* em atestar a presença das aves nos fragmentos tem relação com a capacidade do ponto de escuta em fazer o mesmo.

Os três testes citados no parágrafo acima foram conduzidos para todas as combinações possíveis de uma, duas e três visitas e para o conjunto das quatro visitas. Com isto, temos a chance de analisar quantas visitas são necessárias para que o *play-back* alcance um resultado semelhante ao do IPA (índice considerado, aqui, como a melhor informação para inferir sobre a presença/ausência das espécies estudadas).

Com o mesmo intuito, foi analisada a variação no sucesso do *play-back* em atestar presenças das espécies com o aumento de visitas. O sucesso foi calculado como sendo a proporção de áreas onde houve constatação correta de presença utilizando-se o *play-back*. Os dados do IPA foram considerados como sendo os dados reais de presença das espécies. O sucesso foi calculado para as quatro visitas e para todas as combinações possíveis de uma, duas e três visitas.

## 4-RESULTADOS

### 4.1-Padrão comportamental de resposta ao *play-back*

A latência das respostas apresentou-se, para todas as espécies, muito variável, com desvios padrão tão altos quanto as próprias médias. Porém, os valores médios são bastante distintos, evidenciando uma grande variação interespecífica (tab. 3). A espécie a apresentar maior latência média foi *B. cinerea* (8,3 minutos), enquanto *B. leucoblepharus* apresentou a menor latência média (2,0 minutos).

O ritmo de vocalizações, após o *play-back*, apresentou-se quase sempre maior que o ritmo *pré-play-back*. A única exceção se dá para *C. cucullatus*. Isto resulta do fato das aves serem estimuladas pela gravação. Assim como para a latência, o ritmo apresentou desvios padrão altos, mas com valores bem determinados para cada espécie. *T. sarrucura* apresentou, dentre todas as espécies, a maior variação no ritmo de cantos (tab. 3).

Tabela 3: Média e desvio padrão (DP) das latências e da variação do ritmo de vocalização antes (A) e depois (D) do *play-back* para as seis espécies de aves estudadas. N: número de observações.

Espécies		<i>B. leucoblepharus</i>		<i>B. cinerea</i>		<i>C. cucullatus</i>		<i>C. caudata</i>		<i>P. leucoptera</i>		<i>T. sarrucura</i>	
Latência (minutos)	Média	2,0		8,3		7,0		2,6		3,6		4,2	
	DP	1,9		8,1		6,1		2,6		4,1		5,1	
	N	225		88		24		177		113		135	
ritmo de canto (vocalizações /minuto)		A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
	Média	3,1	9,7	1,3	3,3	3,2	2,6	7,3	9,9	1,0	5,5	0,3	10,3
	DP	4,1	10,9	1,3	3,8	2,1	2,6	11,3	7,9	1,7	2,0	1,0	7,9
	N	5	5	21	21	4	4	24	24	19	19	19	19

Ao responderem ao *play-back*, as aves emitiram cantos, gritos (fig.5), ambos ou não vocalizaram. Apenas *C. cucullatus* não demonstrou nenhum tipo de grito após o *play-back*,

apenas cantos (tab. 4). Esta espécie foi, no entanto, a que apresentou maior incidência de respostas silenciosas. A vocalização de cantos e gritos juntos foi o comportamento predominante para *B. leucoblepharus* e *T. surrucura*. Porém ambas as espécies apresentaram também grande incidência de respostas com apenas cantos. As demais espécies (*B. cinerea*, *C. caudata* e *P. leucoptera*) mostraram-se propensas a vocalizar apenas o canto específico, sendo a incidência de outros tipos de comportamento muito menor.

Tabela 4: Ocorrência dos diversos comportamentos de vocalização de resposta ao *play-back* para as seis espécies de aves estudadas. N: número total de observações por espécie.

Espécies	<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>C. cucullatus</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. surrucura</i>
Não vocalizou	5 (2,2%)	4 (4,5%)	6 (25,0%)	4 (2,3%)	8 (7,1%)	2 (1,5%)
Cantou	54 (24%)	57 (64,8%)	17 (70,9%)	112 (63,3%)	97 (85,8%)	48 (35,6%)
Gritou	27 (12%)	23 (26,14%)	0 (0,0%)	28 (15,8%)	3 (2,5%)	33 (24,4%)
Cantou e gritou	139 (61,8%)	4 (4,5%)	1 (4,17%)	33 (18,64%)	5 (4,4%)	52 (38,5%)
N <sub>(total de respostas)</sub>	225 (100%)	88 (100%)	24 (100%)	177 (100%)	113 (100%)	135 (100%)

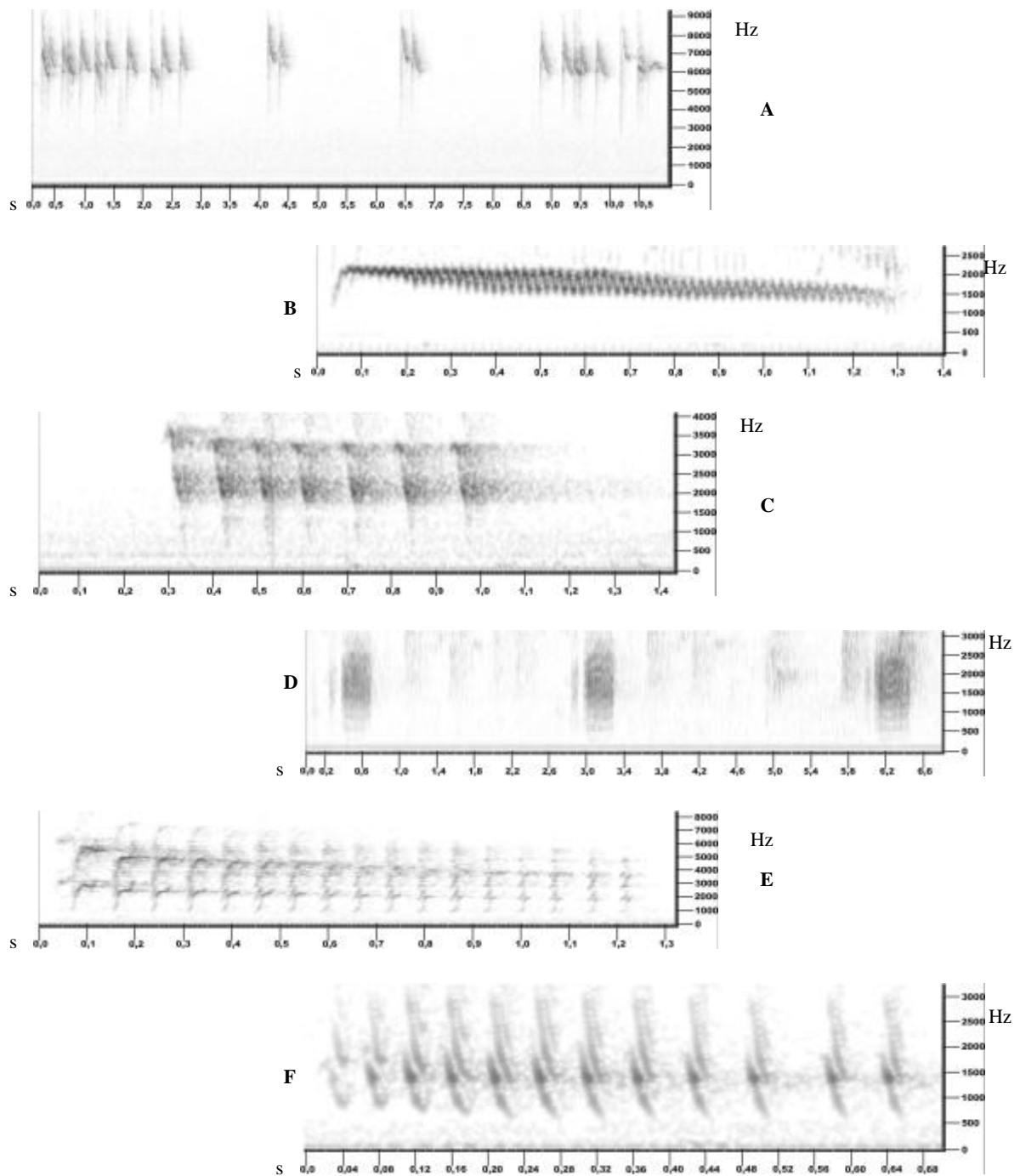


Figura 5: Sonogramas dos gritos emitidos pelas aves em resposta ao *play-back*. **A:** *B. leucoblepharus*; **B:** *B. cinerea* grito tipo 1; **C:** *B. cinerea* grito tipo 2; **D:** *C. caudata*; **E:** *P. leucoptera*; **F:** *T. surrucura*. Note que os sonogramas de cada espécie estão representados em diferentes escalas de tempo (em s) e frequência (em Hz).

A taxia pós-*play-back* variou desde ausência de movimento (aves respondendo sem se mover) até uma intensa movimentação envolta da fonte sonora. Com exceção de *B. cinerea*, mais predisposta a simplesmente se aproximar, as aves tiveram a tendência de rodear a fonte sonora, como se procurassem pelo intruso em seu território. *C. cucullatus* e *C. caudata* não demonstraram preferências em relação ao comportamento de taxia. (tab. 5). As aves foram localizadas em diversas alturas dentro da mata. *T. surrucura* foi registrado apenas no estrato superior, enquanto *B. leucoblepharus* demonstrou preferência pelo estrato inferior. *C. caudata* foi mais intensamente registrada no estrato médio da mata (tab. 6).

Tabela 5: Taxia após resposta ao *play-back* para as seis espécies de aves estudadas. N: número total de observações por espécie\*.

Espécies	<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. Cinerea</i>	<i>C. cucullatus</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. surrucura</i>
Aproximou	12 (7,5%)	20 (47,6%)	5 (35,7%)	29 (25,7%)	8 (9,0%)	18 (19,3%)
Rodeou	125 (78,1%)	9 (21,4%)	5 (32,7%)	43 (37,6%)	63 (70,8%)	39 (41,9%)
Ficou parado	23 (14,4%)	13 (30,9%)	4 (28,6%)	41 (36,3%)	18 (20,2%)	36 (38,7%)
N	160 (100%)	42 (100%)	14 (100%)	113 (100%)	89 (100%)	93 (100%)

\* Esse valor difere do número total (tabela 4), porque não foi possível observar a taxia para todas as repostas ao *play-back*.

Tabela 6: Estratos da mata onde foram localizadas as aves após resposta ao *play-back* para as seis espécies estudadas. N: número total de observações por espécie\*.

Espécies	<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>C. cucullatus</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. surrucura</i>
Inferior	91 (77,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (1,2%)	47 (70,1%)	0 (0,0%)
Médio	27 (22,9)	2 (11,1%)	1 (11,1%)	77 (92,8%)	19 (28,3%)	0 (0,0%)
Superior	0 (0,0%)	16 (98,9%)	8 (98,9%)	5 (6,0%)	1 (1,5%)	88 (100,0%)
N	118 (100%)	18 (100%)	9 (100%)	67 (100%)	67 (100%)	88 (100%)

\* Esse valor difere do número total (tabela 4), porque não foi possível identificar o estrato onde se localizavam os indivíduos para todas as repostas ao *play-back*.

#### 4.2- Eficiência do *play-back* em função do horário do dia

O teste da hipótese 1 iniciou-se em junho de 2000 e estendeu-se até maio de 2001. Foram realizados 324 testes por espécie, sendo 108 em cada um dos horários determinados (tab. 7).

Tabela 7: Resultados dos testes de *play-back* em relação ao horário do dia. Apresenta-se a quantidade de sessões onde houve resposta ao *play-back* e a quantidade de sessões onde não houve resposta. O total de sessões por espécie foi de 108 em cada horário, somando 324 sessões por espécie.

	Manhã	Meio do dia	Tarde
<u><i>Basileuterus leucoblepharus</i></u>			
Houve resposta	84	78	63
Não houve resposta	24	34	45
<u><i>Batara cinerea</i></u>			
Houve resposta	30	28	30
Não houve resposta	78	80	78
<u><i>Carpornis cucullatus</i></u>			
Houve resposta	13	6	5
Não houve resposta	95	102	103
<u><i>Chiroxiphia caudata</i></u>			
Houve resposta	66	66	45
Não houve resposta	42	42	63
<u><i>Pyriglena leucoptera</i></u>			
Houve resposta	43	31	39
Não houve resposta	65	77	69
<u><i>Trogon surrucura</i></u>			
Houve resposta	58	49	28
Não houve resposta	50	59	80

Apenas *B. leucoblepharus*, *C. caudata* e *T. surrucura* apresentaram eficiências de respostas ao *play-back* significativamente diferentes em função do horário do dia (tab. 8). O teste a *posteriori*, qui-quadrado centrado ( $\chi^2_c$ , Zar, 1999), demonstrou que os horários do início da manhã e do meio do dia apresentaram-se significativamente diferentes do horário do final da tarde para as espécies consideradas (tab. 9). O mesmo tipo de teste constatou, ainda, que os horários da manhã e do meio do dia não diferem significativamente entre si para nenhuma das três espécies (tab. 10).

Tabela 8: Resultados do teste G em relação à dependência da eficiência do *play-back* em função dos horários do dia (N= 324 para cada espécie).

Espécie	G	P	Conclusão
<i>B. leucoblepharus</i>	10,0987	0,005<P<0,01	Rejeita H <sub>0</sub>
<i>B. cinerea</i>	0,1254	0,9<P<0,95	Aceita H <sub>0</sub>
<i>C. cucullatus</i>	4,8541	0,05<P<0,1	Aceita H <sub>0</sub>
<i>C. caudata</i>	10,9885	0,001<P<0,005	Rejeita H <sub>0</sub>
<i>P. leucoptera</i>	3,0783	0,1<P<0,25	Aceita H <sub>0</sub>
<i>T. surrucura</i>	18,5854	P<0,001	Rejeita H <sub>0</sub>
DF = 2; $\chi^2_{0,05;2} = 5,991$			

Tabela 9: Resultados do teste *a posteriori* ( $\chi^2_c$ ), comparação entre a manhã e o meio do dia juntos contra o final da tarde.

Espécie	$\chi^2_c$	P	Conclusão
<i>B. leucoblepharus</i>	8,6564	0,001<P<0,005	Rejeita H <sub>0</sub>
<i>C. caudata</i>	10,2126	0,005<P<0,01	Rejeita H <sub>0</sub>
<i>T. surrucura</i>	15,5571	P<0,001	Rejeita H <sub>0</sub>
DF = 1; $\chi^2_{0,05;2} = 3,841$			

Tabela 10: Resultados do teste *a posteriori* ( $\chi^2_c$ ), comparação entre a manhã e o meio do dia.

Espécie	$\chi^2_c$	P	Conclusão
<i>B. leucoblepharus</i>	0,6173	0,25<P<0,5	Aceita H <sub>0</sub>
<i>C. caudata</i>	0,0195	0,99<P<0,995	Aceita H <sub>0</sub>
<i>T. surrucura</i>	1,1853	0,9<P<0,95	Aceita H <sub>0</sub>
DF = 1; $\chi^2_{0,05;2} = 3,841$			

Para todas estas três espécies, o final da tarde apresentou-se menos eficiente que os outros dois períodos considerados. Não é aconselhável, portanto, conduzir o *play-back* neste horário. A preferência pertence aos horários da manhã e do meio do dia, uma vez que não se constatou, entre ambos, nenhuma diferença significativa.

Não foram detectadas, para nenhuma das três espécies restantes (*B. cinerea*, *C. cucullatus* e *P. leucoptera*), variações relativas à eficiência ao longo do dia. Sendo assim, não existem períodos preferenciais e o *play-back* pode ser conduzido em qualquer um dos três horários.

#### 4.3-Eficiência do *play-back* em função da época do ano

Assim como a hipótese 1, o teste da hipótese 2 ocorreu entre junho de 2000 e maio de 2001, completando doze meses de experimento, em um total de 1.944 sessões de *play-back* (tab. 11).

Tabela 11: Resultados dos testes de *play-back* em relação à época do ano. Apresenta-se, para cada espécie, a quantidade de testes onde houve e onde não houve resposta ao *play-back*. Foram feitos 27 testes por espécie por mês. Total de testes: 1944.

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>												
Houve resposta	19	19	16	24	18	19	19	13	19	22	19	18
Não houve resposta	8	8	11	3	9	8	8	14	8	5	8	9
<i>Batara cinerea</i>												
Houve resposta	13	11	7	11	13	4	4	4	6	1	8	6
Não houve resposta	14	16	20	16	14	23	23	23	21	26	19	21
<i>Carpornis cucullatus</i>												
Houve resposta	3	1	0	0	6	4	3	2	0	1	2	2
Não houve resposta	24	26	27	27	21	23	24	25	0	26	25	25
<i>Chiroxiphia caudata</i>												
Houve resposta	21	9	9	13	19	17	16	16	15	12	14	16
Não houve resposta	6	18	18	14	8	10	11	11	12	15	13	11
<i>Pyriglena leucoptera</i>												
Houve resposta	8	7	9	13	9	11	10	11	12	9	6	8
Não houve resposta	19	20	18	14	18	16	17	16	12	18	21	19
<i>Trogon surrucura</i>												
Houve resposta	16	14	5	7	15	11	12	7	6	15	15	12
Não houve resposta	11	13	22	20	12	16	15	20	21	12	12	15



A única espécie a apresentar uma tendência significativa em relação à época do ano foi *B. cinerea*. O teste de Rayleigh indicou uma média correspondente a julho/agosto (tab. 12). Porém, ao se considerar a baixa concentração da distribuição (0,262), percebe-se que a acrofase está apenas indicando a tendência central de um grupo maior de meses que apresentam quantidades de respostas semelhantes (Zar 1999). Este grupo compõe-se de cinco meses: junho com 13 respostas, julho com 11, agosto com 7, setembro com 11 e outubro com 13 respostas (fig. 6).

Tabela 12: Valores estimados pelo teste de Rayleigh para a distribuição circular da eficiência do *play-back* ao longo do ano para as seis espécies estudadas. S: significativo; NS: não significativo.

Espécies	<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>C. cucullatus</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. surrucura</i>
Quantidade de respostas	217	88	24	177	113	135
Concentração (r) <sup>1</sup>	0,023	0,262	0,228	0,045	0,103	0,089
Acrofase	336,4°	230,1°	327,2°	21,1°	342,4°	150,6°
Época do ano	Novembro	julho/agosto	Outubro	janeiro	novembro	maio
Significância	NS	S	NS	NS	NS	NS

1.concentração máxima = 1

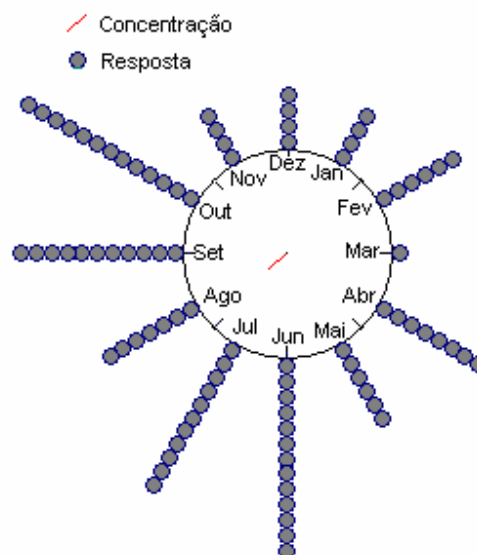


Figura 6: Distribuição da quantidade de respostas ao *play-back* ao longo do ano para *Batara cinerea*.

Com o intuito de verificar se os dados de junho a outubro diferiam significativamente entre si, as eficiências de resposta destes cinco meses foram inseridas em uma tabela de contingência e submetidas a um teste G. O resultado obtido indica que não houve diferença significativa entre as quantidades de resposta obtidas em cada mês ( $G=3,807$ ;  $0,25 < P < 0,5$ ). Isto demonstra que a técnica de *play-back* não sofreu variações significativas de eficiência durante esse período, o que confirma que os meses de junho a outubro configuram, de fato, o momento de maior eficiência do *play-back*. Para corroborar com esta conclusão, foi aplicado o teste de McNemar (Zar, 1999), onde foi comparada a média de respostas do período de junho a outubro com a média de respostas do resto do ano. O resultado ( $\chi^2_c=5,1127$   $0,01 < P < 0,025$ ) confirma a significância do período como a época mais adequada para se proceder com o censo de *B. cinerea*.

Não foram diagnosticadas diferenças significativas na ocorrência de respostas positivas ao *play-back* ao longo do ano para nenhuma das outras cinco espécies (*B. leucoblepharus*, *C. cucullatus*, *C. caudata*, *P. leucoptera* e *T. surrucura*). Isto se deve a uma baixa concentração na distribuição de respostas destas espécies. Nestes casos, a dispersão dos dados é tão alta que não é possível determinar uma tendência central. Sendo assim, a distribuição apresenta-se como uniforme (fig. 7). De acordo com o exposto anteriormente, para estas espécies, o *play-back* pode ser conduzido em qualquer época do ano sem que haja variações significativas em sua eficiência.

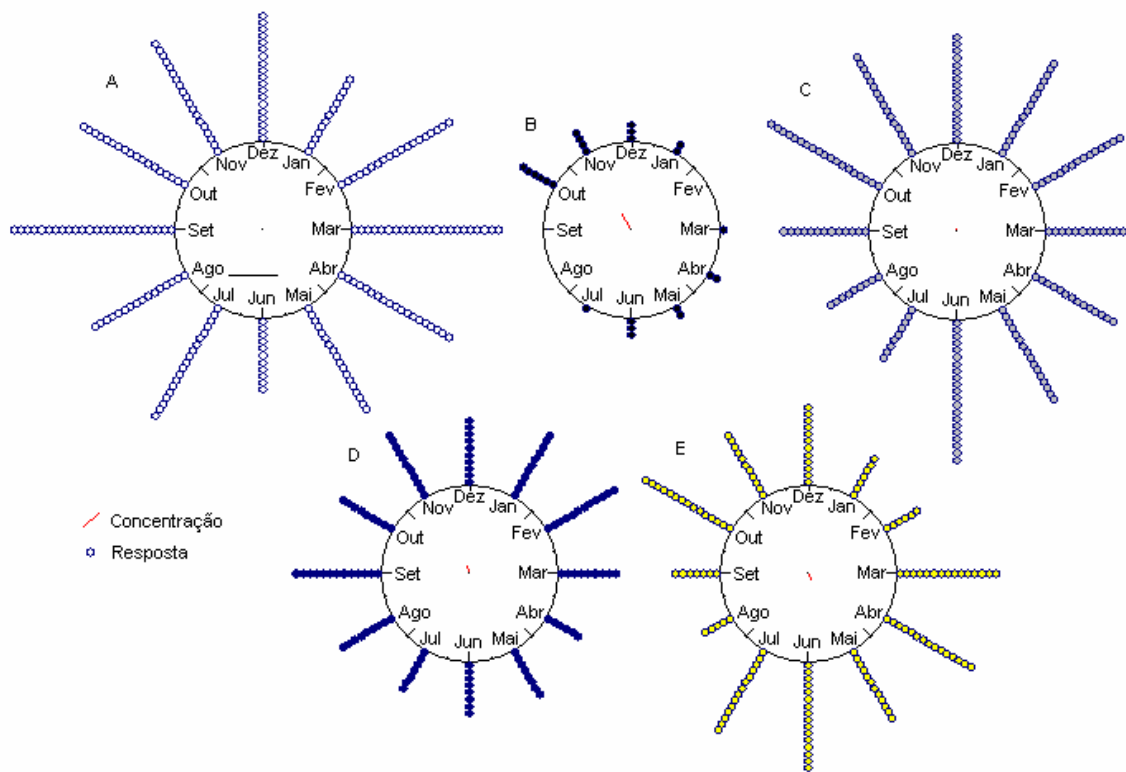


Figura 7: Distribuição da quantidade de respostas ao *play-back* longo do ano para as espécies que não apresentaram acrofase significativa. **A:** *B. leucoblepharus*; **B:** *C. cucullatus*; **C:** *C. caudata*; **D:** *P. leucoptera*, **E:** *T. surrucura*.

#### 4.4-Eficiência do *play-back* em função da abundância das aves

Os resultados demonstraram que nem todas as espécies apresentam épocas ou horários em que o *play-back* é mais eficiente em induzir respostas das aves. No entanto, para aquelas espécies que ofereceram algum tipo de variação de eficiência em relação a qualquer um dos dois parâmetros testados, o *play-back* deve ser executado no período em que se apresentou mais eficiente, de forma a obter um aproveitamento máximo do método na detecção das aves nos fragmentos. Os resultados indicam que a época do ano mais indicada para *B. cinerea* vai de junho a outubro. Como não foi verificada variação significativa de eficiência entre esses cinco meses, os levantamentos podem ser executados em qualquer momento dentro desse período. Analogamente, *B. leucoblepharus*, *C. caudata* e *T. surrucura* apresentaram maior eficiência durante os períodos da manhã e do meio do dia, devendo ser amostradas nesses momentos.

Desta forma, decidiu-se proceder com o *play-back* nos fragmentos entre 1º de agosto e 29 de setembro de 2001, utilizando-se os horários da manhã e do meio-dia. Foram amostrados dois fragmentos por dia, um durante o início da manhã e outro durante o meio do dia, sendo que todas as espécies foram amostradas duas vezes em cada horário para cada um dos fragmentos. O período existente entre os dois horários foi utilizado para o deslocamento entre os fragmentos. A ordem de teste das espécies respeitou os tempos médios de latência. A primeira ave testada era *B. cinerea*, que apresentou a maior latência, seguida por *C. cucullatus*, *T. sarrucura*, *P. leucoptera*, *C. caudata* e por último, *B. leucoblepharus*. Desta maneira, evita-se que aves que apresentam latência alta sejam sub-amostradas. Ainda, para evitar o mesmo tipo de problema com a última espécie da seqüência (*B. leucoblepharus*), esperava-se por cinco minutos após o final de cada ponto amostrado. Foram executados 192 *play-backs* de cinco minutos de duração por espécie, somando uma total de 1152 sessões (tab. 13).

Tabela 13: Resultados dos testes de *play-back* nos fragmentos florestais e nas áreas do Morro Grande. Apresenta-se, para cada espécie, a quantidade de sessões onde houve resposta ao *play-back* e a quantidade de sessões onde não houve resposta. Total de sessões executadas por espécie: 192. Total geral: 1152.

	<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>C. cucullatus</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. sarrucura</i>
houve resposta	101	93	3	132	66	38
não houve resposta	91	99	189	60	126	154

Das espécies estudadas, *B. leucoblepharus*, *B. cinerea* e *C. caudata* foram atestadas como presentes pelo *play-back* em todas as áreas amostradas. *C. cucullatus* foi encontrada apenas na área C, no interior da Reserva. O *play-back* não detectou as presenças de *P. leucoptera* no fragmento Lacerda e nem de *T. sarrucura* no fragmento Agostinho. Em ambos os casos o IPA apresentou valores extremamente baixos ( $IPA \cong 0,04$ ). A espécie a apresentar maior variação em sua distribuição foi *T. sarrucura*, presente apenas em matas com mais de 60 ha (tab. 14).

Tabela 14: Número de respostas ao *play-back* em cada uma das áreas amostradas (número de teste por espécie e por fragmento = 12). Entre parênteses estão apresentados os valores de abundância (IPA), extraídos de Uezu (2002).

	<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>C. cucullatus</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. surrucura</i>
<b>LOCAIS</b>						
Mioko	<b>5</b> (0,71)	<b>7</b> (0,73)	<b>0</b> (0,00)	<b>9</b> (1,03)	<b>5</b> (0,14)	<b>1</b> (0,11)
Takimoto	<b>5</b> (0,89)	<b>3</b> (0,53)	<b>0</b> (0,00)	<b>9</b> (1,31)	<b>8</b> (0,26)	<b>6</b> (0,23)
Pedro	<b>8</b> (1,43)	<b>6</b> (0,70)	<b>0</b> (0,00)	<b>10</b> (1,60)	<b>5</b> (0,34)	<b>3</b> (0,11)
Pedroso	<b>4</b> (1,69)	<b>6</b> (0,30)	<b>0</b> (0,00)	<b>5</b> (1,14)	<b>2</b> (0,37)	<b>1</b> (0,34)
Zezinho	<b>2</b> (0,31)	<b>5</b> (0,30)	<b>0</b> (0,00)	<b>10</b> (1,03)	<b>3</b> (0,26)	<b>4</b> (0,23)
Lilá	<b>3</b> (0,34)	<b>5</b> (0,13)	<b>0</b> (0,00)	<b>8</b> (1,03)	<b>3</b> (0,17)	<b>0</b> (0,00)
Dito-André	<b>6</b> (0,89)	<b>9</b> (0,63)	<b>0</b> (0,00)	<b>9</b> (0,77)	<b>5</b> (0,20)	<b>0</b> (0,00)
Beto	<b>6</b> (0,96)	<b>9</b> (0,50)	<b>0</b> (0,00)	<b>7</b> (1,18)	<b>5</b> (0,32)	<b>0</b> (0,00)
Lacerda	<b>4</b> (0,25)	<b>10</b> (0,38)	<b>0</b> (0,00)	<b>9</b> (1,46)	<b>0</b> (0,04)	<b>0</b> (0,00)
Godoy	<b>9</b> (1,00)	<b>6</b> (0,50)	<b>0</b> (0,00)	<b>8</b> (1,18)	<b>3</b> (0,43)	<b>0</b> (0,00)
Nelson	<b>9</b> (1,69)	<b>8</b> (0,43)	<b>0</b> (0,00)	<b>8</b> (0,63)	<b>7</b> (0,54)	<b>0</b> (0,00)
Rezinho	<b>5</b> (1,43)	<b>6</b> (0,37)	<b>0</b> (0,00)	<b>5</b> (0,94)	<b>3</b> (0,29)	<b>0</b> (0,00)
Agostinho	<b>11</b> (1,40)	<b>3</b> (0,47)	<b>0</b> (0,00)	<b>10</b> (0,89)	<b>6</b> (0,23)	<b>0</b> (0,03)
M.G.A	<b>10</b> (2,09)	<b>4</b> (0,23)	<b>0</b> (0,00)	<b>7</b> (1,11)	<b>2</b> (0,34)	<b>6</b> (0,23)
M.G.B	<b>6</b> (1,34)	<b>1</b> (0,27)	<b>0</b> (0,00)	<b>8</b> (1,40)	<b>1</b> (0,31)	<b>8</b> (0,51)
M.G.C	<b>8</b> (1,37)	<b>5</b> (0,23)	<b>3</b> (0,63)	<b>10</b> (1,26)	<b>8</b> (0,26)	<b>9</b> (0,17)

Por terem sido registradas como presente em todas as áreas amostradas, não foi possível calcular a regressão logística para *B. leucoblepharus*, *B. cinerea*, *C. caudata* e *P. leucoptera* (ausente em apenas uma área segundo o *play-back*). Como *C. cucullatus* esteve presente, tanto para o *play-back* como para o IPA, em apenas um local (tab. 14) sua regressão também não foi calculada. A única espécie para a qual foi possível utilizar tal análise foi *T. surrucura*.

Apenas uma visita foi suficiente para que *T. surrucura* apresentasse regressão significativa entre a eficiência do *play-back* e a abundância das aves nos fragmentos para todas as possibilidades possíveis (tab. 15). O mesmo se repetiu para duas, três e quatro visitas, indicando uma forte relação entre as duas variáveis. Com quatro visitas a regressão apresentou-se muito forte ( $p= 0,001$ ). Porém, valores idênticos foram também obtidos com algumas combinações de duas e três visitas (tab. 15). Isto demonstra que, com apenas duas visitas foi possível alcançar os valores máximos da regressão. A figura 8 apresenta exemplos das curvas de regressão logística obtidas para cada uma das quantidades de visitas.

Tabela 15: Resultados das regressões logísticas para *T. surrucura*. A coluna “combinação” indica quais as visitas utilizadas para cada um dos testes. Valores significativos de **p** em vermelho.

Quantidade de visitas.	Combinação	<i>T. surrucura</i>	
		B0	P
<b>1</b>	1	-3,40237	0,02242
	2	-2,31161	0,00449
	3	-2,25445	0,00524
	4	-3,08381	0,00295
<b>2</b>	1 + 2	-2,31161	0,00449
	1 + 3	-2,50898	0,00068
	1 + 4	-3,08381	0,00295
	2 + 3	-6,11937	0,00000
	2 + 4	-2,51161	0,00449
	3 + 4	-6,11937	0,00000
<b>3</b>	1 + 2 + 3	-6,11937	0,00000
	1 + 2 + 4	-2,31161	0,00449
	1 + 3 + 4	-6,11937	0,00000
	2 + 3 + 4	-6,11937	0,00000
<b>4</b>	1 + 2 + 3 + 4	-6,11937	0,00000

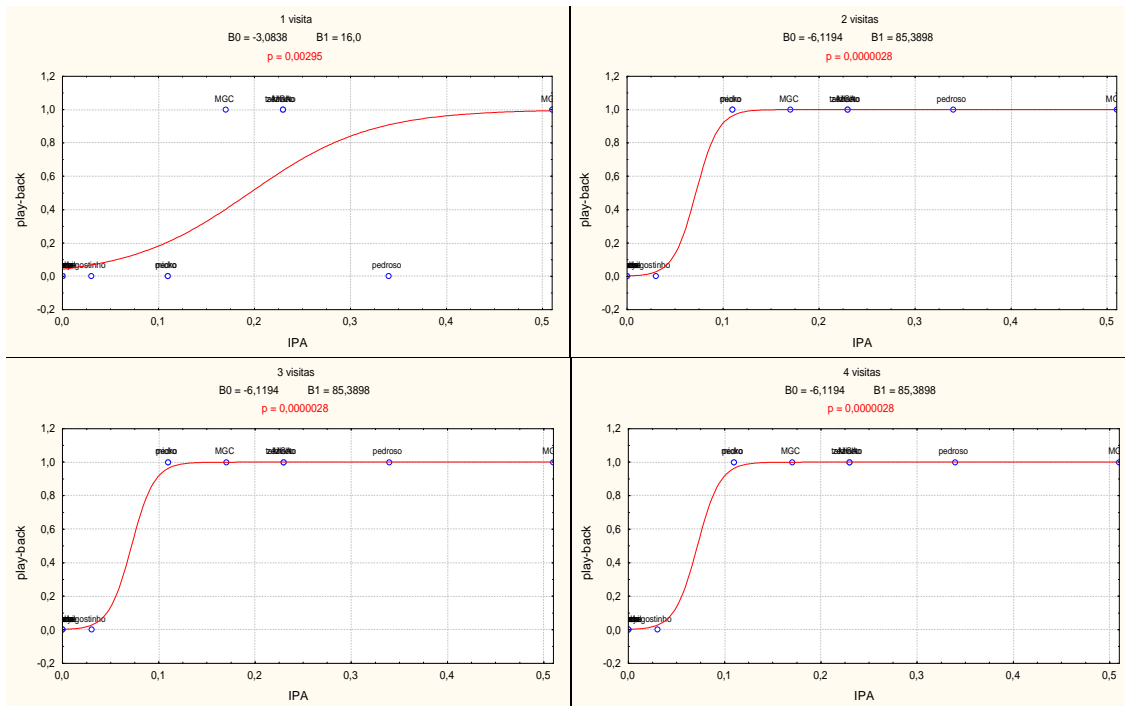


Figura 8: Exemplos de curvas de regressão logística que representam a tendência geral dos resultados para *T. surrucura* ao se considerar uma, duas, três e quatro visitas aos fragmentos. Com apenas duas visitas foi possível alcançar os valores máximos da regressão. Valores de **p** em vermelho indicam regressão significativa.

Para relacionar a eficiência do *play-back* com a abundância das espécies, foi executado, também, o cálculo da correlação entre o IPA e a frequência de resposta ao *play-back* para cada uma das espécies, com exceção de *C. cucullatus* que estava presente em apenas uma área. Novamente o teste foi aplicado para uma, duas, três e quatro visitas.

Três espécies, *B. leucoblepharus*, *P. leucoptera* e *T. surrucura*, apresentaram correlações significativas. Para *B. leucoblepharus*, ao se considerar uma única visita, foram encontrados dois casos em que a correlação foi significativa e dois casos onde esta foi não significativa. Já, com duas visitas, cinco das seis combinações possíveis apresentaram correlações significativas para essa espécie. Em todas as demais combinações de três e quatro visitas sempre se obteve correlações significativas (tab. 16). *T. surrucura* proporcionou correlações significativas em todas as combinações possíveis. É interessante notar que, para *T. surrucura*, a significância da correlação aumentou continuamente de uma para quatro visitas (tab. 16). Em contraposição, *P. leucoptera* gerou apenas uma correlação significativa, encontrada em uma única visita (tab. 16). Todas as correlações citadas foram positivas.

Tabela 16: Resultados das correlações entre a frequência de respostas ao *play-back* e o IPA, para todas as espécies e todas as combinações possíveis de visitas. Valores de **p** em vermelho indicam correlação significativa.

Quantidade de visitas	Combinação		<i>B. leucoblepharus</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>C. caudata</i>	<i>P. leucoptera</i>	<i>T. surrucura</i>
1	1	$r^2$	0,394	0,035	0,056	0,003	0,264
		p	0,009	0,485	0,379	0,832	0,042
	2	$r^2$	0,233	0,099	0,083	0,342	0,381
		p	0,058	0,232	0,280	0,017	0,011
	3	$r^2$	0,466	0,049	0,103	0,000	0,362
		p	0,004	0,407	0,225	0,971	0,014
	4	$r^2$	0,053	0,029	0,014	0,000	0,470
		p	0,390	0,528	0,662	0,990	0,003
2	1+2	$r^2$	0,506	0,161	0,109	0,172	0,492
		p	0,002	0,123	0,211	0,110	0,002
	1+3	$r^2$	0,607	0,050	0,001	0,001	0,363
		p	0,000	0,406	0,902	0,910	0,013
	1+4	$r^2$	0,337	0,059	0,064	0,001	0,399
		p	0,018	0,363	0,343	0,895	0,009
	2+3	$r^2$	0,417	0,164	0,000	0,094	0,568
		p	0,007	0,120	0,960	0,249	0,001
	2+4	$r^2$	0,156	0,075	0,094	0,148	0,477
		p	0,130	0,304	0,247	0,142	0,003
	3+4	$r^2$	0,254	0,069	0,023	0,000	0,524
		p	0,046	0,326	0,571	0,973	0,001
3	1+2+3	$r^2$	0,600	0,138	0,019	0,073	0,545
		p	0,000	0,156	0,614	0,310	0,001
	1+2+4	$r^2$	0,372	0,117	0,123	0,086	0,498
		p	0,012	0,195	0,182	0,272	0,002
	1+3+4	$r^2$	0,484	0,073	0,002	0,000	0,450
		p	0,003	0,311	0,879	0,935	0,004
	2+3+4	$r^2$	0,289	0,121	0,003	0,062	0,576
		p	0,032	0,186	0,850	0,353	0,001
4	1+2+3+4	$r^2$	0,468	0,129	0,031	0,048	0,545
		p	0,003	0,171	0,514	0,416	0,001

Em outro tipo de análise, as informações sobre as abundâncias das espécies (Uezu 2002) foram convertidas em uma matriz de presença e ausência, semelhante àquela fornecida pelos resultados do *play-back*. A partir dessa matriz, foi possível criar tabelas de contingência, utilizadas para analisar a relação de dependência entre a capacidade do *play-back* em atestar a presença das aves nos fragmentos e a capacidade do método de pontos fixos em fazer o mesmo (ocorrência real da espécie, segundo nossa interpretação). Porém,



devido a impedimentos matemáticos, o  $\chi^2_c$  pôde ser aplicado apenas a *T. sarrucura*, pois foi a única espécie que apresentava ausências e presenças nas áreas amostradas. As demais espécies estavam presentes em todas as áreas ou em apenas uma (no caso de *C. cucullatus*).

O resultado do  $\chi^2_c$  identificou relação significativa de dependência entre a capacidade do *play-back* em atestar a presença das aves e a capacidade do ponto de escuta em fazer o mesmo em 15 das 16 combinações de visitas possíveis. A única exceção ocorreu em uma das quatro possibilidades para uma visita ( $p = 0,09$ ) (tab. 17). Vale ressaltar que, assim como o observado nos resultados de correlação apresentados acima, a significância do  $\chi^2_c$  para *T. sarrucura* teve a tendência de aumentar com a quantidade de visitas consideradas (tab. 16), apresentando o valor máximo de  $p$  em três das quatro combinações de três visitas (tab. 17).

Como forma complementar de análise, foram, também, calculadas as médias de sucesso do *play-back* de uma a quatro visitas para as seis espécies (fig. 9). Todas apresentaram um aumento contínuo de sucesso à medida que o esforço amostral aumentou. Contudo, sucessos de mais de 80% praticamente só ocorreram com três visitas ou mais. A única exceção foi *C. caudata*, que alcançou 100% de sucesso com duas visitas. Esta espécie apresentou, também, as maiores médias de sucesso registradas. *B. leucoblepharus* e *B. cinerea* apresentaram resultados semelhantes entre si, mas a segunda espécie obteve um desvio padrão levemente mais alto para apenas uma visita. Apesar de alcançar sucesso máximo (100%) com três visitas, foi encontrada uma grande variação dos dados para *C. cucullatus* com uma e duas visitas. O *play-back* não apresentou sucesso de 100% com quatro visitas para nenhuma das duas espécies restantes. O sucesso máximo para *T. sarrucura* foi cerca de 90% e para *P. leucoptera* próximo a 95% (fig. 9).

Tabela 17: Resultados do teste do  $\chi^2_c$ , calculado a partir de tabelas de contingência das quantidades de presenças e ausências de *T. surrucura* encontradas pelo método do *play-back* contra o mesmo tipo de dado obtido pelo ponto de escuta. Pode-se perceber que a significância do teste teve a tendência de aumentar de uma para quatro visitas consideradas. Valores de **p** em vermelho indicam resultado significativo.

Quantidade de visitas	Combinação	$\chi^2_c$	<b>P</b>	Conclusão
<b>1</b>	1	2,871	0,09015	Aceita $H_0$
	2	7,467	0,00629	Rejeita $H_0$
	3	7,467	0,00629	Rejeita $H_0$
	4	5,657	0,01739	Rejeita $H_0$
<b>2</b>	1+2	7,467	0,00629	Rejeita $H_0$
	1+3	9,679	0,00186	Rejeita $H_0$
	1+4	5,657	0,01739	Rejeita $H_0$
	2+3	12,444	0,00042	Rejeita $H_0$
	2+4	7,676	0,00629	Rejeita $H_0$
	3+4	12,444	0,00042	Rejeita $H_0$
<b>3</b>	1+2+3	12,444	0,00042	Rejeita $H_0$
	1+2+4	7,467	0,00629	Rejeita $H_0$
	1+3+4	12,444	0,00042	Rejeita $H_0$
	2+3+4	12,444	0,00042	Rejeita $H_0$
<b>4</b>	1+2+3+4	12,444	0,00042	Rejeita $H_0$

DF = 1;  $\chi^2_{0,05;2} = 3,841$

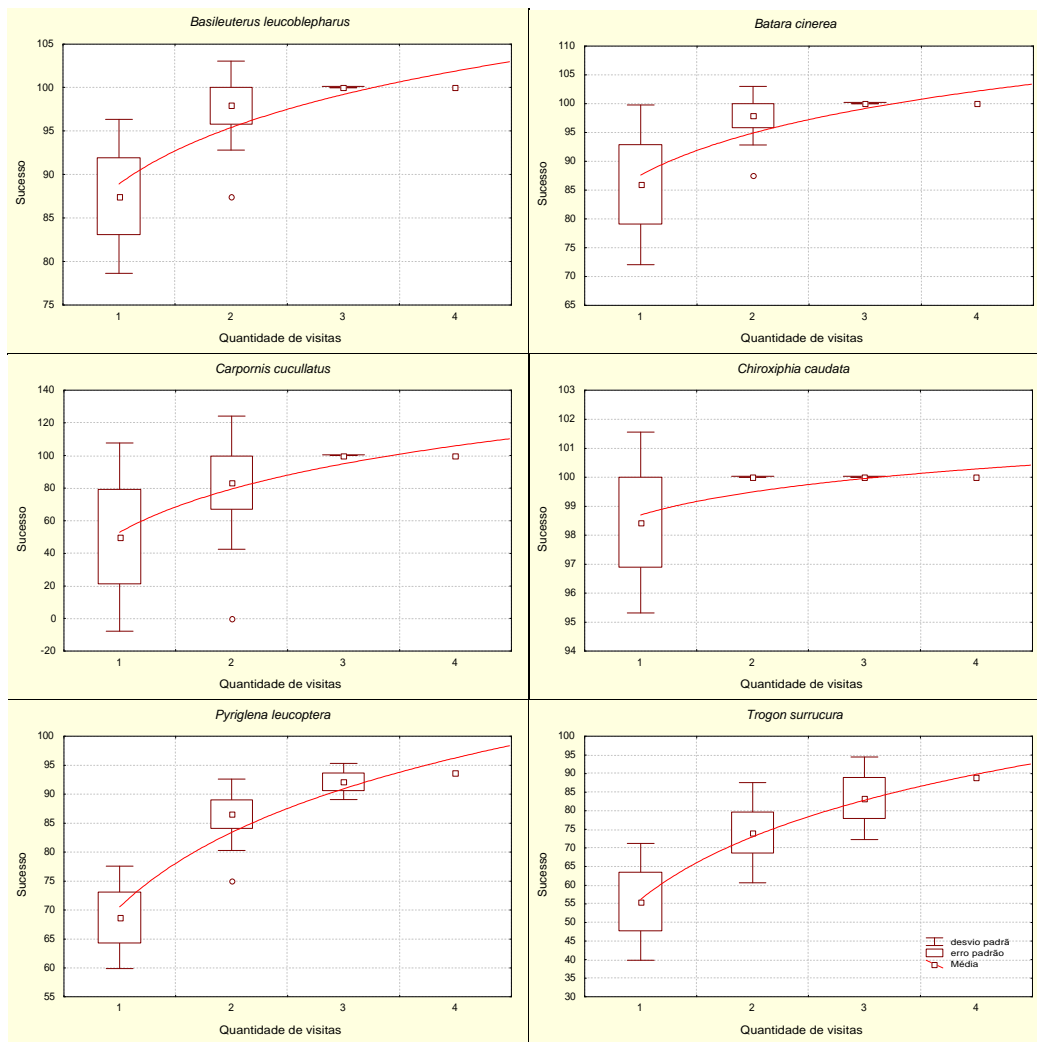


Figura 9: Médias e desvios padrão de sucesso do *play-back* em atestar a presença das seis espécies de aves com uma, duas, três ou quatro visitas aos fragmentos florestais.

## 5- DISCUSSÃO

### 5.1-Padrão comportamental

Ao se praticar o levantamento de presença de aves com o uso do *play-back*, não é suficiente aguardar apenas por vocalizações como resposta. Os resultados demonstraram uma grande variação de comportamentos pós-*play-back* entre as diferentes espécies estudadas. Para que o censo seja preciso e eficiente é necessário que o observador esteja atento a essas diferenças e que saiba onde e como procurar por indivíduos responsivos.

O primeiro parâmetro a ser considerado é o tempo de latência. O observador deve saber quanto tempo é necessário aguardar pela resposta das aves. Um tempo de espera muito curto pode levar a uma diminuição no número de contatos por não ser possível registrar indivíduos que demoram a responder. Da mesma forma, é desnecessário aguardar por períodos maiores que os indicados pela latência média somada ao desvio padrão, pois é pouco provável que uma ave responda após esse período. Os altos desvios observados para cada espécie são provenientes de variações individuais. Molles & Vehrencamp (2001) encontraram variações de latência em uma ave tropical em proporções semelhantes às aqui registradas. Isto se deve ao fato de que alguns indivíduos respondem prontamente ao *play-back*, enquanto outros podem demorar mais para responder ou para serem notados pelo observador.

É importante, também, conhecer a maneira como as aves vocalizam após o *play-back*. Quase todas as espécies apresentaram algum tipo de grito pós-*play-back* (fig. 5). Não é suficiente ao observador conhecer apenas o canto de reconhecimento específico. Este necessita ser capaz de distinguir as espécies através de seus gritos, pois a resposta pode ser constituída apenas por esse tipo de vocalização. O treinamento auditivo é, portanto, essencial para quem executa o levantamento.

Outro fator crucial para um bom aproveitamento do método é saber de onde vêm as aves e como elas se movimentam na mata. Algumas espécies, tais como *B. leucoblepharus*

e *P. leucoptera*, apresentaram uma clara tendência a rodear a fonte sonora, como se procurassem pelo intruso em seus territórios e ambas eram encontradas, predominantemente, no mesmo estrato dentro da mata (estrato inferior). O observador deve ser capaz de identificar respostas silenciosas. Saber quais os estratos que cada espécie utiliza aumenta as chances de perceber aves que não vocalizam. Por exemplo, *T. sarrucura* utiliza o estrato superior. Se o observador não estiver atento, pode vir a não registrar um indivíduo próximo, porém calado.

Todos esses parâmetros refletem as características biológicas de cada espécie e durante o censo devem ser utilizados em conjunto. Desta forma, o recurso do *play-back* torna-se mais eficiente em determinar a presença das aves na mata.

## 5.2-Horário do dia

Três espécies apresentaram variações significativas na taxa de respostas ao longo do dia, enquanto as restantes não. É interessante notar que, para as espécies que apresentaram influência do horário sobre a eficiência do *play-back*, os períodos de maior probabilidade de resposta foram sempre os da manhã e do meio do dia.

Este resultado está de acordo com o esperado para *C. caudata*. Foster (1981) verificou que o horário de maior atividade para esta espécie está entre o começo da manhã e as 15:00 horas, período correspondente ao pico diário de atividade sexual das aves. Devido à forte interação vocal entre os machos, decorrente de um complexo comportamento grupal de corte (Foster 1981, Sick 1997), é provável que, nesse momento, os indivíduos estejam mais propensos a reagir a vocalizações de intrusos (neste caso, a vocalização reproduzida pelo gravador), levando a uma maior frequência de resposta ao *play-back*.

Utilizando o método de pontos fixos sem o uso do *play-back*, Betini (2001) verificou que *T. sarrucura* apresentou uma maior frequência de vocalizações espontâneas durante o período da manhã, em oposição ao meio do dia e tarde, quando sua atividade vocal era menor. O mesmo autor encontrou um padrão semelhante para *P. leucoptera* e

*Basileuterus culicivorus* (espécie relacionada a *B. leucoblepharus*). Estes resultados diferem dos encontrados pelo *play-back*. Nos casos de *T. sarrucura* e *B. leucoblepharus*, o *play-back* foi eficiente em induzir a vocalização das aves tanto durante a manhã quanto no meio do dia. Desta forma, o uso do *play-back* ampliou o período mais indicado para se proceder com o censo dessas espécies.

Sliwa & Sherry (1992), ao compararem a eficiência do método de pontos fixos com e sem o *play-back*, observaram que, além de aumentar a eficiência do censo de *Dendroica caerulescens*, o uso de cantos pré-gravados manteve a quantidade de contatos por ponto constante ao longo do dia (em contraposição ao censo sem o *play-back*). O mesmo pode ter ocorrido no caso de *P. leucoptera*. Isso explicaria porque esta espécie não apresentou variação de eficiência ao longo do dia, ao contrário do observado por Betini (2001).

No caso das espécies aqui estudadas, *B. leucoblepharus*, *C. caudata* e *T. sarrucura* devem ser recenseadas com o uso do *play-back* durante os períodos da manhã e do meio do dia, evitando-se o final da tarde. As espécies restantes: *B. cinerea*, *C. cucullatus* e *P. leucoptera*, podem ser recenseadas em qualquer horário, sem variação na eficiência do método.

### 5.3-Época do ano

Apenas *B. cinerea* apresentou uma época do ano em que o *play-back* foi mais eficiente em atestar sua presença. Para esta espécie, segundo os dados obtidos, o *play-back* deve ser conduzido entre os meses de junho e outubro, garantindo, assim, eficiência máxima em sua detecção.

Esta época de maior quantidade de respostas concorda com o encontrado por A. Uezu (com. pess.) através do método do ponto de escuta. De acordo com seus resultados, *B. cinerea* apresenta um pico de atividade vocal espontânea durante os meses de julho a setembro. Este aumento sazonal de atividade pode estar ligado a fatores climáticos e/ou à biologia reprodutiva da espécie.

Aparentemente, o período de maior eficiência do *play-back* situa-se justo após uma época de seca mais intensa no ano de 2000. Apesar de não encontrarmos nenhuma correlação significativa entre a eficiência do *play-back* e parâmetros climáticos (temperatura, precipitação), esta seca pode estar relacionada com uma maior escassez de alimento e conseqüentemente, com um período de maior atividade das aves, que estão em busca de recursos. Neste caso, seria necessário avaliar as condições climáticas para definir o período de maior potencial para estudos com *play-back*. Como este estudo testou a variação sazonal da eficiência do *play-back* durante apenas um ciclo anual, são necessárias precauções nas generalizações.

A época de maior eficiência pode, também, estar relacionada ao ciclo reprodutivo de *B. cinerea*. Diversos autores utilizam a estação reprodutiva para proceder com levantamentos de avifauna (Dawson 1981, Mayfield 1981, Clergeau & Burel 1997, Ratcliffe *et al.* 1998, Greenwood *et al.* 1995, Drapeau *et al.* 2000). Isto se deve a uma maior atividade por parte das aves nesse período. Apesar de existirem variações específicas, em geral é neste momento que os indivíduos estão reforçando sua dominância ou constituindo novos territórios. Durante a época de maior atividade, as aves estão mais agressivas. O aumento da agressividade faz com que os indivíduos fiquem mais propensos a confrontar um invasor em seu território, aumentando as chances de resposta ao *play-back*. Após o final da época de defesa territorial, os indivíduos tornam-se menos agressivos. O território já não é defendido com tanto empenho e apesar de permanecerem residentes, os confrontos com intrusos tornam-se incomuns. Conseqüentemente, respostas ao *play-back* ocorrem mais raramente e a eficiência do método diminui.

A época de maior eficiência do *play-back* para *B. cinerea* apresentou-se mais longa que aquela encontrada por Uezu para atividade espontânea da espécie. Isto pode provir de uma maior propensão das aves a responder ao *play-back* durante o início e o fim da estação reprodutiva (Johnson *et al.*, 1981). Apesar de não estarem espontaneamente muito ativos, nesse momento, os indivíduos estão sensíveis a vocalizações de intrusos, aumentando a eficiência do *play-back*.

Quanto às outras espécies, o *play-back* foi igualmente competente em induzir respostas das aves ao longo de todo o ano. Mesmo fora da época reprodutiva, as aves estavam predispostas ao confronto com outros indivíduos, fazendo com que a variação da eficiência da técnica utilizada permanecesse uniforme durante todo o intervalo testado. A razão para isso pode estar fundamentada em uma forte relação entre os indivíduos e seus respectivos territórios. Para garantir que haja recursos disponíveis o ano todo, as aves estariam preparadas a defender seus territórios a qualquer momento, o que se traduz, neste caso, em uma constância na taxa de respostas durante esse período.

De fato, Foster (1981) descreve *C. caudata* como sendo uma espécie muito agressiva e que estaria sempre propensa a enfrentar intrusos. Talvez o mesmo se aplique para as outras espécies. Neste caso, o *play-back* pode ser conduzido em qualquer época do ano, sem que haja variação na capacidade do método em detectá-las.

#### **5.4-Abundância das aves**

Foram encontrados apenas alguns estudos que tivessem o objetivo de relacionar a abundância relativa com o uso do *play-back* em levantamentos de avifauna (Glahn 1974, Mosher & Fuller 1996, Schieck 1997). Apesar de serem trabalhos executados em regiões temperadas e com espécies distintas das aqui estudadas, seus resultados indicam que variações na abundância das aves podem influenciar nos resultados obtidos por *play-back*.

Glahn (1974) e Mosher & Fuller (1996) tiveram como objetivo determinar a abundância de diversas espécies de aves através da quantidade de respostas ao *play-back*. O presente trabalho, no entanto, objetivou comparar a eficiência do *play-back* com a abundância das aves no intuito de quantificar a capacidade dessa técnica em determinar presença ou ausência. Saber qual a interferência da quantidade de aves na mata sobre a eficiência do *play-back* é crucial no momento em que se determina quais parâmetros devem ser respeitados para garantir que o método proposto seja eficiente em acessar, rapidamente, o padrão de ocupação destas espécies em uma grande quantidade de fragmentos.



O *play-back* foi eficiente em atestar a presença das seis espécies estudadas em praticamente todos os locais onde os dados do IPA indicaram a ocorrência das aves. O método só apresentou deficiência quando a abundância das espécies era muito reduzida ( $IPA \leq 0,04$ ). Isto demonstra que, com apenas quatro visitas, o *play-back* é capaz de identificar com grande precisão qual a distribuição destas espécies entre os fragmentos florestais da região de Caucaia. No entanto, para que possamos definir um método de levantamento de presença e ausência eficiente, é necessário analisar quais são as limitações da técnica e principalmente, qual o esforço amostral mínimo a cada espécie para se obter um resultado preciso.

Cada espécie demonstrou padrões próprios de relação entre o IPA e a capacidade do *play-back* em identificar as áreas ocupadas por elas. *C. cucullatus* foi constatado presente em apenas uma das dezesseis áreas amostradas. Devido a isto, não houve sentido em aplicar testes estatísticos a esta espécie. As médias de eficiência encontradas para uma ou duas visitas apresentaram uma grande variação. Um resultado com mais de 95% de confiança só foi alcançado com três visitas, o que culminou em 100% de acerto. Mas, como a espécie é muito rara e foi encontrada em apenas uma área, sugere-se que os levantamentos sejam feitos pelo menos quatro vezes para que a probabilidade de não localizar um indivíduo presente seja mínima.

Nenhuma correlação foi encontrada entre a frequência de resposta e o IPA para *B. cinerea* e *C. caudata*, mesmo com o aumento no número de visitas. Esses resultados indicam que uma maior eficiência do *play-back* não é consequência direta de um aumento na abundância dessas espécies nos fragmentos, pelo menos dentro dos limites testados. Isso não significa que o *play-back* não foi eficiente em determinar sua presença.

No caso de *C. caudata*, por exemplo, a falta de correlações pode ser explicada devido ao comportamento natural da espécie. Os indivíduos machos vivem em grupos hierárquicos, onde a dominância é determinada através de interações agressivas. Tais interações incluem principalmente duelos vocais entre indivíduos em diferentes posições da hierarquia (Foster, 1981). Essa agressividade natural leva a espécie a ter uma alta taxa de resposta ao *play-back*. Ao retornar aos dados originais isso, realmente, se verifica, pois são

poucos os fragmentos onde se alcançaram menos de oito contatos em doze pontos amostrados. Desta forma, a agressividade da espécie é tão grande que, mesmo em locais de menor abundância relativa, a quantidade de respostas é alta. De fato, se for analisada a proporção de acerto por visita, percebe-se que apenas um dia de coleta foi suficiente para que o *play-back* fosse capaz de localizar mais de noventa e cinco por cento de todos os locais onde a espécie estava presente. Com dois dias, todas as presenças foram localizadas. Isto demonstra que apenas duas visitas são suficientes para que o método proposto possa encontrar todas as populações existentes de *C. caudata*.

*B. cinerea* não apresentou frequências de resposta tão altas quanto *C. caudata*. A falta de correlações deve-se, provavelmente, às propriedades de seu canto. Esta espécie possui uma vocalização muito forte e muitas vezes o indivíduo que respondia ao *play-back* estava longe, indicando que o canto emitido era capaz de chegar a uma grande distância da fonte sonora. Mesmo em fragmentos onde o IPA foi baixo, era possível induzir a vocalização e localizar inclusive os indivíduos mais distantes. A média de eficiência, à medida que o número de visitas aumentou, indica que são necessárias pelo menos três visitas para que se possa determinar com precisão todas as populações de *B. cinerea* presentes em uma região.

As propriedades do canto podem, também, ajudar a compreender as correlações obtidas no caso de *B. leucoblepharus*. A proporção de combinações que resultaram em correlações significativas aumentou com a quantidade de visitas considerada. Estes resultados indicam que a capacidade do *play-back* em identificar novas aves aumenta com sua abundância. Segundo Schieck (1997), vocalizações com frequências acima de 2kHz tendem a sofrer uma forte atenuação dentro da mata, diminuindo seu alcance. *B. leucoblepharus* apresenta vocalizações com frequências consideravelmente mais altas que esse limiar (fig. 4 e 5). Considerando que, à medida que a abundância diminui, há um conseqüente acréscimo na distância média entre o observador e o indivíduo mais próximo, pode-se levantar uma hipótese sobre a origem da correlação entre o IPA e a eficiência do *play-back*. Aubin *et al.* (2002) afirma que o canto de *B. leucoblepharus* é particularmente sensível à propagação através da vegetação, sofrendo forte modificação de frequência e amplitude. Assim, as notas mais altas alcançam, no máximo, cerca de 25 metros de

distância. Com um alcance tão curto, o uso do *play-back* só é eficiente em identificar as aves mais próximas ao observador, por dois motivos: 1- a gravação só será capaz de influenciar aqueles indivíduos que estão dentro de seu raio máximo de alcance. As aves que estão além desse limite não percebem o canto gravado e conseqüentemente, não respondem; 2- mesmo que o *play-back* influencie um indivíduo mais distante, o observador só será capaz de registrar a resposta das aves mais próximas. Ainda que o código de reconhecimento específico utilizado pelas aves seja apropriado a se propagar a distâncias maiores que 25 metros (Aubin *et al.*, 2002), o canto em si sofre grande alteração sonora à medida que se distancia da fonte. Apesar da habilidade das aves em reconhecer a vocalização de sua espécie, mesmo que degradada, é possível que o observador não seja capaz de fazer o mesmo, diminuindo a frequência de contatos à medida que a abundância cai. No entanto, por ser uma espécie muito frequente na região, mesmo em locais de abundância mais baixa foi possível verificar sua presença. De fato, com o aumento na quantidade de visitas, o método mostrou-se cada vez mais eficiente. Com duas visitas a média de acerto do *play-back* já ultrapassou os noventa e cinco por cento. Porém, a quantidade mínima de visitas deve ser de três, quando a eficiência do *play-back* chegou a cem por cento.

*P. leucoptera* apresentou correlação entre a frequência de resposta e o IPA em apenas um caso. Como isto ocorreu ao se considerar uma única visita, o resultado obtido não levou a nenhuma indicação clara sobre como se relacionam esses dois parâmetros. No entanto, ao se retornar aos dados originais, é possível perceber que o *play-back* foi eficiente em atestar a presença desta espécie em praticamente todas as áreas estudadas. A única exceção se dá para o fragmento Lacerda, que apesar de ter apresentado presença pelo IPA, apresentou ausência pelo *play-back*. Isto se deve a abundância extremamente baixa apresentada pela espécie nesse fragmento (0,04). À medida que a quantidade de aves na mata diminui, o encontro com indivíduos de *P. leucoptera* torna-se mais raro. Como conseqüência, se a abundância é muito baixa, o encontro com a espécie passa a ser improvável com apenas quatro visitas. Pode-se dizer que, com esse esforço amostral, há um valor limiar de abundância de cerca de 0,05, abaixo do qual o *play-back* não é capaz de atestar a presença da espécie. Na realidade, com uma abundância tão baixa, até mesmo o

contato através do ponto fixo é eventual, de forma que a espécie pode ser facilmente não registrada. No entanto, se a abundância no fragmento for maior que o limiar, três visitas serão suficientes para determinar com precisão se a espécie está presente ou não.

Isto pode ser percebido ao se analisar a média de sucesso à medida que se aumenta a quantidade de visitas. Somente no terceiro retorno aos fragmentos foi possível alcançar um sucesso de mais de 90%. Se não fosse pelo fragmento Lacerda (onde a espécie foi registrada como ausente pelo *play-back*) o sucesso seria de 100% com três visitas, o que demonstra que esse é o esforço amostral mínimo para que se execute um levantamento preciso. Assim, pode-se dizer que a técnica utilizada torna-se realmente eficiente em localizar a maior parte dos fragmentos onde a espécie está presente com três retornos.

Para *T. sarrucura* foram encontrados valores significativos de regressão logística com apenas uma visita, mantendo resultado semelhante para duas, três e quatro visitas. Praticamente todos os locais onde a espécie estava presente foram identificados pelo *play-back*, demonstrando que com apenas uma visita a técnica é eficiente. A única exceção neste caso foi o fragmento Agostinho. Assim como para *P. leucoptera*, foi encontrado para *T. sarrucura* um limiar mínimo de abundância onde não é possível localizar a espécie através do *play-back* com apenas quatro visitas. Este limiar reside, também neste caso, ao redor do valor de IPA de 0,05. Em ambas as espécies em que foi identificada essa limitação, sua causa provém da diminuição da probabilidade de contato com as aves à medida que a distância média entre os indivíduos aumenta. É possível que essa limitação ocorra para as outras espécies estudadas e que o valor desse limiar seja semelhante para todas elas, assim como foi semelhante entre *P. leucoptera* e *T. sarrucura*. Mas isso não foi constatado neste trabalho, pois nenhuma das áreas estudadas apresentou valores de abundância assim tão baixos para *B. leucoblepharus*, *B. cinerea* e *C. caudata*.

A correlação entre a frequência de respostas e o IPA de *T. sarrucura* foi, também, significativa para todas as quantidades de visitas. Bilbby *et al.* (2000) afirma que a probabilidade de registro de novos indivíduos aumenta com o esforço de coleta aplicado ao censo. É interessante notar que ao passo que o número de visitas aumentou, a significância da correlação também (i.e. o valor de  $p$  foi diminuindo). Resultado semelhante foi obtido

para a tabela de contingência. O teste do  $\chi^2_c$  indica que apenas uma visita seria suficiente para que o encontrado pelo *play-back* fosse significativamente dependente do resultado do IPA. Ou seja, a presença segundo o IPA teria mais de 95% de chance de incorrer em presença segundo o *play-back* (analogamente, a ausência segundo o IPA teria pelo menos 95% de chance de incorrer junto com a ausência segundo o *play-back*). Porém, o mesmo apresentou, também, um acréscimo geral de significância a medida que cresceu o esforço amostral. Isto demonstra que o *play-back* torna-se realmente eficiente quando a quantidade de visitas é maior.

No entanto, apesar da conclusão que esses resultados podem induzir, uma única visita talvez não seja suficiente para se obter um levantamento preciso de presença e ausência de *T. surrucura* nos fragmentos. A média de sucesso do *play-back* para esta espécie também não alcançou 100% (isto se deve ao fragmento Agostinho) e um sucesso próximo a 90% só foi alcançado com três visitas. Mesmo que uma única visita seja capaz de identificar grande parte dos fragmentos onde a espécie está presente, com até duas visitas o método obteve um aproveitamento baixo, aumentando as probabilidades de erro nos resultados. Como o aumento do esforço amostral leva a uma maior eficiência do *play-back*, o mais indicado seria retornar três vezes a cada fragmento, garantindo, assim, a precisão do método apesar de variações na abundância da espécie.

### **5.5-Proposta do método para determinar presença e ausência de aves no interior de fragmentos florestais com o uso do *play-back***

Como já citado, diversos autores afirmam que o uso do *play-back* diminui o tempo gasto e aumenta o número de contatos em levantamentos de avifauna (Johnson *et al.* 1981, Rosenfield *et al.* 1985, Dinsmore & Johnson 1986, Kaufmann 1988, Swift *et al.* 1988, Sliwa & Sherry 1992). Segundo Morrel *et al.* (1991) e Ratcliffe *et al.* (1998), a padronização dessa técnica garante o desenvolvimento de métodos eficientes para o censo de diversas espécies de aves. Essa eficiência reflete-se, principalmente, em um baixo custo de operação e um ótimo aproveitamento do tempo empregado no levantamento.

O uso eficiente do tempo torna-se ainda mais importante quando a quantidade de áreas a serem amostradas é muito grande. Neste caso, é essencial saber aproveitar ao máximo o período utilizado em campo. Este estudo foi idealizado exatamente com o intuito de desenvolver um método de *play-back* eficiente em determinar a presença ou ausência de seis espécies de aves em uma grande quantidade de fragmentos de forma rápida e precisa. Assim, levantamentos acurados podem ser executados de forma simples ao longo de diversos anos.

Ao se utilizar o *play-back* para determinar a presença das seis espécies consideradas neste estudo, algumas regras devem ser respeitadas. Estas regras derivam dos parâmetros aqui testados e têm a função de garantir que o método proposto conduza a um levantamento eficiente de presença e ausência em fragmentos florestais.

De forma geral, o censo dessas espécies com o uso do *play-back* pode ser conduzido em qualquer época do ano. A única ressalva se aplica a *B. cinerea*, que apresentou variações de eficiência da técnica ao longo dos doze meses testados. Se os levantamentos forem ser executados para todas as espécies ao mesmo tempo, sugere-se que isto seja feito durante os períodos do início da manhã e do meio do dia. O tempo existente entre esses dois horários pode ser utilizado para o deslocamento entre duas áreas a serem amostradas no mesmo dia. Na realidade, esses períodos não são obrigatórios para todas as espécies. Os resultados observados foram agrupados em um único período com o intuito de otimizar o tempo utilizado no levantamento.

Segundo os dados obtidos, *B. cinerea* deve ser recenseada entre junho e outubro, pois este foi o período onde a espécie apresentou-se mais propensa a responder ao *play-back*, possibilitando seu registro com maior precisão. Como, aparentemente, não há relação direta entre os dados climáticos e a eficiência do *play-back*, pode-se supor que, mesmo apesar do ano de 2000 ter sido mais seco que a média de 1961 a 1990, as relações obtidas durante este estudo podem ser extrapolados para os demais anos. Porém, é necessário lembrar que só foi analisado um único ciclo anual. Portanto, essa época pode estar sujeita a pequenas variações decorrentes de fatores que não foram possíveis de se detectar durante esse período. As cinco espécies restantes poderiam ser localizadas durante todo o ano sem

variações na eficiência do *play-back*. Analogamente, *B. leucoblepharus*, *C. caudata* e *T. surrucura* são as únicas que devem ser amostradas durante o início da manhã e o meio do dia. Devido aos motivos citados acima, as outras espécies poderiam ser localizadas em qualquer um dos três horários testados. Respeitar os períodos indicados para cada espécie (no caso das que apresentaram algum período de maior eficiência) aumenta as chances de registrar indivíduos que de outra forma não seriam percebidos.

O esforço amostral mínimo para cada espécie é, também, um fator importante a ser considerado. Visitas excessivas a um fragmento consomem tempo. Da mesma forma, poucas visitas podem comprometer a veracidade dos dados. Com *C. caudata*, duas visitas em cada fragmento são suficientes para localizar todos os locais onde a espécie está presente. Três visitas é o mínimo recomendado para o censo de *B. leucoblepharus*, *B. cinerea*, *P. leucoptera* e *T. surrucura*. Pelo menos quatro visitas são necessárias para *C. cucullatus*. Se houver disponibilidade adicional de tempo, sugere-se que o esforço de campo seja ainda maior para a última espécie, pois esta se apresentou extremamente rara durante o estudo. Deve-se lembrar que foi encontrado um limiar mínimo de abundância (IPA= 0,05), abaixo do qual o *play-back* não foi capaz de localizar nem *P. leucoptera* nem *T. surrucura*. Portanto, ao se constatar ausência destas espécies, essa limitação deve ser considerada durante a análise dos dados coletados.

De acordo com Swift *et al.* (1988), o observador deve estar devidamente capacitado a reconhecer os cantos e gritos de todas as espécies a serem recenseadas. Esse aprendizado pode ser feito a partir de gravações, mas o treino em campo é fundamental, pois possibilita ao observador o aprendizado sobre o padrão específico de resposta. Instruir-se sobre como as aves se movimentam na mata garante maiores chances de encontrá-las. O censo pode ser executado, concomitantemente, por mais de uma equipe em diversos fragmentos. Isso multiplica a quantidade de áreas que podem ser amostradas em um único dia, reduzindo o tempo do levantamento. É ideal que a seqüência das áreas seja aleatória e que um mesmo fragmento não seja visitado mais de uma vez em um único dia ou em dias consecutivos, para evitar a habituação ou a influência de fatores climáticos. Pelo menos três pontos, com uma distância mínima entre si de 200 metros, devem ser sorteados por período, de forma a

cobrir todo o fragmento após o final do censo.

Os tempos de latência devem ser respeitados. Cinco minutos de *play-back* foram suficientes para todas as espécies, mas deve-se aguardar por respostas pelo menos pelo tempo de latência somado a seu desvio padrão. Desta forma, possibilita-se o registro de indivíduos mais silenciosos e que respondem de forma menos agressiva. Recomenda-se que a seqüência de espécies utilizadas também respeite esse parâmetro. Deve-se iniciar com a espécie de maior latência e então seguir em escala decrescente de tempo até a espécie de menor latência. Períodos de silêncio durante a gravação são recomendados para possibilitar a localização de aves responsivas (Johnson *et al.* 1981). A tabela 18 resume como os parâmetros citados acima devem ser utilizados para garantir que o método seja realmente eficiente.

Tabela 18: Parâmetros a serem respeitados para cada espécie ao se conduzir o censo em fragmentos florestais. **M** – manhã; **D** – meio do dia; **Q** – qualquer época ou horário; **C** – cantos; **G** – gritos; **Inf** – estrato inferior; **Med** – estrato médio; **Sup** – estrato superior. Tempo de espera em minutos.

<b>Espécie</b>	<b>Horário</b>	<b>Época do ano</b>	<b>Esforço amostral</b>	<b>Tempo de espera (latência média +desvio padrão)</b>	<b>Vocalização</b>	<b>Estrato preferencial</b>
<i>B. leucoblepharus</i>	M / D	Q	3 visitas	3,9	C / G	Inf
<i>B. cinerea</i>	Q	junho a outubro	3 visitas	16,4	C / G	Sup
<i>C. cucullatus</i>	Q	Q	4 visitas	13,1	C	Sup
<i>C. caudata</i>	M / D	Q	2 visitas	5,2	C / G	Med
<i>P. leucoptera</i>	Q	Q	3 visitas	7,7	C / G	Inf
<i>T. surrucura</i>	M / D	Q	3 visitas	9,3	C / G	Sup
Todas as espécies unidas	M / D	junho a outubro	-	-	-	-

### 5.6-Sobre o uso do método proposto em estudos de metapopulações

Desde que o conceito de metapopulação foi proposto por Levins (1969), a principal forma de descrever a dinâmica destas populações foi por meio de modelos matemáticos. Estes são gerados com o intuito de aumentar e facilitar nossa compreensão dos processos fundamentais que regem uma metapopulação (Hanski, 1999).



O modelo de Levins demonstra que os principais processos a influenciar sobre a persistência de uma metapopulação são a razão em que ocorrem as extinções locais e a taxa de recolonização de fragmentos desocupados. Mas, para que esse modelo possa ser aplicado a situações reais, é necessário que se conheça a taxa de migração (probabilidade de que indivíduos que deixam seu fragmento natal alcancem novos fragmentos) e a probabilidade de extinção das populações locais. Além dessas informações, outros modelos, como o de Frank & Wissel (1998), podem incorporar, também, dados sobre a biologia e capacidade de dispersão (distância máxima que um indivíduo pode percorrer fora de seu habitat) da espécie. Em ambas situações, tais tipos de informações são difíceis de serem coletadas, os métodos utilizados podem ser caros, demorados e ineficientes (Hanski 1992, Ims & Yoccoz 1997).

Para contornar esse problema, uma metapopulação pode ser descrita através de modelos que exijam apenas dados de presença e ausência. Clergeu & Burel (1997), utilizando apenas esse tipo de informação, valeram-se de análises de variância e estatística G para correlacionar a estrutura da paisagem com o padrão de ocupação de fragmentos por uma pequena espécie de ave, *Certhia brachydactyla*. Outros autores empregaram a regressão logística para relacionar parâmetros estruturais da paisagem com a presença de corujas em fragmentos de habitat, levando à criação de modelos capazes de prever a probabilidade de ocorrência de uma espécie e assim, localizar áreas prioritárias à conservação (Loyn *et. al* 2001).

Metapopulações podem, também, ser descritas através de modelos de Função de Incidência (Diamond, 1975). Esses modelos baseiam-se em uma cadeia linear de Markov de primeira ordem e descrevem como a ocorrência (incidência) de uma espécie em uma metapopulação estável varia em função da área e isolamento dos fragmentos de habitat (Hanski 1992 e 1994a, Moilanen & Hanski 1998). Estes modelos permitem que previsões sobre a dinâmica de uma metapopulação sejam feitas a partir de uma quantidade mínima de informação baseada apenas em dados de presença e ausência. Para que as probabilidades de extinção e recolonização sejam estimadas, basta apenas que se conheça o padrão inicial de ocupação da espécie na rede de fragmentos a ser analisada (Hanski, 1994a e 1998).

Diversos autores fazem referência ao uso de dados sobre presença e ausência para gerar modelos de Função de Incidência e prever a persistência em longo prazo das metapopulações de diferentes organismos (Taylor 1991, Hanski 1994a, Hanski *et al.* 1996, Hanski & Gilpin 1997, Hanski 1999, Lindenmayer *et al.* 1999, Lawes *et al.* 2000). O *play-back* foi eficiente em determinar o padrão de presença e ausência de três espécies de mamíferos em um ambiente fragmentado na África do Sul (Lawes *et al.*, 2000). Essas informações foram, então, utilizadas para gerar um modelo de Função de Incidência capaz de prever a persistência desses animais. Os resultados demonstraram que a sobrevivência dessas espécies poderia ser prolongada se fossem conservados apenas alguns fragmentos de grande área, desde que rodeados por vários fragmentos pequenos (Lawes *et al.*, 2000).

Taylor (1991) demonstra que, quanto maior for o número de fragmentos amostrados em uma matriz de presença e ausência, menores são os erros das estimativas apresentadas por uma Função de Incidência. O método aqui desenvolvido tem justamente o objetivo de possibilitar a formação de um banco dados completo sobre a distribuição de presenças e ausências das seis espécies estudadas em uma grande quantidade de fragmentos florestais. Os levantamentos podem ser conduzidos por diversos anos consecutivos de forma rápida e eficiente. Propõe-se que esses dados sejam utilizados para a construção de um modelo de Função de Incidência, com o intuito de prever a persistência dessas espécies na região fragmentada de Caucaia do Alto (Metzger, 1999). Segundo Hanski (1994b), a Função de Incidência pode ser utilizada para prever o risco de extinção global de uma metapopulação ao se retirar ou acrescentar fragmentos específicos a uma paisagem. Esse tipo de informação pode ser muito útil ao se determinar estratégias de conservação em ambientes fragmentados.

## 6- BIBLIOGRAFIA

- Aubin, T., Mathevon, N. Vielliard, J. & Silva, M.L. (2002). How an inadequate acoustic signal succeeds in the extreme environment of a tropical forest? The song of the White-browed Warbler. Abstracts of the *XXIII International Ornithological Congress*. Beijing, China.
- Betini, G. S. (2001). Amostragem de aves por pontos numa floresta estacional semidecidual, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP Brasil.
- Bilbby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. & Mustoe, S. H. (2000). Bird Census Techniques. Second edition. Academic Press. San Diego, California.
- Catchpole, C.K e Slater, P.J.B. (1995). Bird Song: Biological themes and variations. Cambridge University Press. Cambridge.
- Cate, C.T. (1991). Behaviour-contingent exposure to taped song and Zebra Finch song learning. *Animal Behaviour* 42: 857-859.
- Catharino, E.L.M. (1997). Diagnose da vegetação e modelos de recomposição vegetal da bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo, SP, Brasil. Programa de saneamento ambiental da região metropolitana da bacia do Guarapiranga. Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, SP.

- Clergeau, P. & Burel, F. (1997). The role of spatio-temporal patch connectivity at the landscape level: an example in a bird distribution. *Landsc. and Urb. Plan.* 38: 37-43.
- Dalbelsteen, T. & Pedersen, S.B. (1991). A portable digital sound emitter for interactive playback of animal vocalisations. *Bioacoustics* 3: 193-206.
- Dawson, D. G. (1981). Counting birds for a relative measure (index) of density. Pp. 12-16 *In* Estimating the numbers of terrestrial birds (Ralph, C.J. & Scott, J.M., Eds.). Studies in Avian Biology, 6.
- Diamond, J.M. (1975). Assembly of species communities. Pp. 342-444 *In* "Ecology and evolution of communities." (Cody, M.L. & Diamond, J.M. Eds.). Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Dinsmore, J.J. & Johnson, R.R. (1986). The use of tape-recorded calls to count Virginia Rails and Soras. *Wilson Bull.* 98: 303-306.
- Drapeau, P., Leduc, A., Giroux, J. F., Savard, J. P. L., Bergeron, Y. & Vickery, W. L. (2000). Landscape-scale disturbances and changes in bird communities of boreal mixed-wood forests. *Ecol. Monograph.* 70: 423-444.
- Foster, M. S. (1981). Cooperative behavior and social organization of the Swallow-Tailed Manakin (*Chiroxiphia caudata*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 9:167-177.

- Frank, K. & Wissel, C. (1998). Spatial aspects of metapopulation survival – from model results to rules of thumb for landscape management. *Landscape Ecology*. 13: 363-379.
- Galeotti, P. & Pavan, G. (1993). Differential responses of territorial Tawny Owls *Strix aluco* to the hooting of neighbours and strangers. *Ibis* 135: 300-304.
- Glanh, J. F. (1974). Study of breeding rails with recorded calls in north-central Colorado. *Wilson Bull.* 86: 206-214.
- Goerk, J.M. (1995). Birds of the Atlantic forest of Brazil: pattern of rarity and species distributions along an elevational gradient. Master dissertation, University of Missouri, Saint Louis.
- Greenwood, J.J.D., Baillie, S.R., Gregory, R.D., Peach, W.J. & Fuller, R.J. (1995). Some new approaches to conservation monitoring of british breeding birds. *IBIS* 137: 16-28.
- Hanski, I. (1992). Inferences from ecological incidence functions. *Am. Nat.* 139: 657-662.
- Hanski, I. (1994a). A practical model of metapopulation dynamics. *J. Anim. Ecol.* 63: 151-162.
- Hanski, I. (1994b). Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends Ecol. Evol.* 9: 131-135.
- Hanski, I. (1998). Metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41-49.

- Hanski, I. (1999). *Metapopulation ecology*. University press, Oxford, UK.
- Hanski, I. & Gilpin, M.E. (Eds). (1997). *Metapopulation biology – ecology, genetics, and evolution*. Academic Press, San Diego.
- Hanski, I., Moilanen, A., Pakkala, T. & Kuussaari, M. (1996). The quantitative incidence function model and persistence of an endangered butterfly metapopulation. *Conserv. Biol.* 10: 578-590.
- Ims, R.A. & Yoccoz, N.G. (1997). Studying transfer processes in metapopulations: emigration, migration, and colonization. Pp: 247-265 *In: Metapopulation biology – ecology, genetics, and evolution*. (Hanski, I. & Gilpin, M.E. Eds.). Academic Press, San Diego.
- Johnson, R.R., Brown, B.T., Haight, L.T. & Simpson, J.M. (1981). Playback recording as a special avian censusing technique. Pp. 68-75 *In Estimating the numbers of terrestrial birds* (Ralph, C.J. & Scott, J.M., Eds.). *Studies in Avian Biology*, 6.
- Jongman, R. H. G., Ter Braak, C. J. F. & Van Tongeren, O. F. R. (1997). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Kaufmann, G.W. (1988). The usefulness of taped Spotless Crake calls as a census technique. *Wilson Bull.* 100: 682-686.
- Köppen W. (1948). *Climatologia*. Ed. Fondo Cultura Economica, Mexico City.

- Lanyon, W.E. (1978). Revision of the *Myiarchus* flycatchers of South America. *Bull. Am. Mus. Nat Hist.* 161: 429-627.
- Lawes, M.J., Mealin, P.E. & Piper, S.E. (2000). Patch occupancy and potential metapopulation dynamics of three forest mammals in fragmented afro-montane forest in South Africa. *Conserv. Biol.* 14: 1088-1098.
- Levins, R. (1969). Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 15: 237-240.
- Levins, R. (1970). Extinction. In "Some Mathematical Problems in Biology" (M. Gerstenhaber, ed.), pp. 75-107. American Mathematical Society, Providence, RI.
- Lindenmayer, D.B., McCarthy, M.A. & Pope, M.L. (1999). Arboreal marsupial incidence in eucalypt patches in south-eastern Australia: a test of Hanski's incidence function metapopulation for patch occupancy. *Oikos* 84: 99-109.
- Loyn, R.H., McNabb, E.G., Volodina, L. & Willing, R. (2001). Modelling landscape distributions of large forest owls as applied to managing forest in north-east Victoria, Australia. *Biol. Conserv.* 97: 361-376.
- Marler, P. & Peters, S. (1988). Sensitive periods for song acquisition from tape recordings and live tutors in the Swamp Sparrow, *Melospiza georgiana*. *Ethology* 77: 76-84.
- Mayfield, H. F. (1981). Problems in estimating population size through counts of singing males. Pp. 220-224 In Estimating the numbers of terrestrial birds (Ralph, C.J. & Scott, J.M., Eds.). Studies in Avian Biology, 6.

- Metzger, J.P. (coordinator). (1999). Biodiversity conservation in fragmented landscapes at the Atlantic Plateau of São Paulo. Projeto apresentado ao programa BIOTA-FAPESP. São Paulo, SP.
- Milligan, M. (1966). Vocal responses of White-crowned Sparrows to recorded songs of their own and another species. *Animal Behaviour* 14: 356-361.
- Moilanen, A. & Hanski, I. (1998). Metapopulation dynamics: effects of habitat quality and landscape structure. *Ecology* 79: 2503-2515.
- Molles, L. E. & Vehrencamp S. L. (2001). Neighbour recognition by resident males in Banded Wren, *Thryothorus pleurostictus*, a tropical songbird with high song type sharing. *Animal Behaviour* 61: 119-127.
- Morrell, T. E., Yahner, R. H. & Harkness, W. L. (1991). Factors affecting detection of Great Horned owls by using broadcast vocalizations. *Wildl. Soc. Bull.* 19: 481-488.
- Mosher, J.A., Fuller, M.R. & Kopeny, M. (1990). Surveying woodland raptors by broadcast of conspecific vocalizations. *J. Field Ornith.* 61: 453-461.
- Mosher, J.A. & Fuller, M.R. 1996. Surveying woodland hawks with broadcasts of great horned owl vocalizations. *Wildl. Soc. Bull.* 24: 531-536.
- Møller, A.P. (1992). Interspecific response to playback of bird song. *Ethology* 90: 315-320.
- Orman, S.R., Ozard, J.W. & Swift, B.L. (1988). Response of Least Bitterns to tape-recorded calls. *Wilson Bull.* 100: 496-499.



- Parker, T.A. (1991). On the use of tape recorders in avifaunal surveys. *Auk* 108: 443-444.
- Pough, F.H., Heiser, J.B. & Mcfarland, W.N. (1993). A vida dos vertebrados. Atheneu Editora. São Paulo, SP. 839 p.
- Ratcliffe, N., Vughan, D., Whyte, C. & Shepherd, M. (1998). Development of playback census methods for Storm Petrels *Hydrobates pelagicus*. *Bird Study* 45: 302-312.
- Rosenfield, R.N., Bielefeldt, J., Anderson, R.K., Smith, W.A. (1985). Taped calls as an aid in locating Cooper's Hawk nests. *Wildl. Soc. Bull.* 13: 62-63.
- Ross, B.D. & Yahner, R.H. (1995). Seasonal response of Wood Thrushes to taped-playback songs. *Wilson Bulletin* 107: 738-741.
- Ross, J.L.S & Moroz, I.C. (1997). Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. Volume 1. Geografia-FFLCH-USP, IPT & Fapesp, São Paulo.
- Schiek, J. (1997). Biased detection of bird vocalizations affects comparisons of bird abundance among forested habitats. *Condor* 99: 179-190.
- Sick, H. (1997). Ornitologia Brasileira. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, RJ.
- Silva, W.R. (1991). Padrões ecológicos, bioacústicos, biogeográficos e filogenéticos do complexo *Basileuterus culicivorus* (Aves, Parulidae) e demais espécies brasileiras do gênero. Tese de doutorado apresentada à Universidade Estadual de Campinas.
- Sliwa, A. & Sherry, T. W. (1992). Surveying wintering warbler populations in Jamaica: point counts with and without broadcast vocalizations. *The Condor* 94: 924-936.

- SMA - Secretaria do meio ambiente do Estado de São Paulo. (1998). Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo. Metalivros. São Paulo, SP.
- Stotz, D.F., Fitzpatrick, J.M., Parker III, T.A. & Moskovits, D.K. (1996). Neotropical birds. Ecology and conservation. The University of Chicago Press, Chicago.
- Stratford, J.A. & Stouffer, P.C. (1999). Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conserv. Biol.* 13: 1416-1423.
- Swift, B.L., Orman, S.R. & Ozard, J.W. (1988). Response of Least Bitterns to tape-recorded calls. *Wilson. Bull.* 100: 496-499.
- Taylor, B. (1991). Investigating species incidence over habitat fragments of different areas—a look at error estimation. *Biol. J. Linn. Soc.* 42: 177-191.
- Uezu, A. (2002). Efeito do tamanho de fragmentos e da conectividade na abundância de 7 espécies de aves florestais em Caucaia do Alto, SP. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. (1991). Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- Vielliard, J. (1987). O uso da bio-acústica na observação de aves. *Anais II ENAV*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, pp. 98-121.
- Vielliard, J. & Silva, W.R. (1990). Nova metodologia de levantamento quantitativo da

avifauna e primeiros resultados do interior do Estado de São Paulo, Brasil. *Anais IV ENAV*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. P. 117-151.

Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall International Editions. Upper Saddle River, New Jersey