
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BRUNO MACHADO DE FREITAS

**COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE
AMOSTRAGEM DE AVES: GRAVADORES
AUTÔNOMOS E PONTO FIXO**



Rio Claro
2017

BRUNO MACHADO DE FREITAS

COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE
AVES: GRAVADORES AUTÔNOMOS E PONTO FIXO

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Co-orientador: Vinicius Rodrigues Tonetti

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro,
para obtenção do grau de bacharel em
Ciências Biológicas

Rio Claro
2017

598.2 Freitas, Bruno Machado de
F866c Comparação entre dois métodos de amostragem de aves: gravadores autônomos e ponto fixo / Bruno Machado de Freitas. - Rio Claro, 2017
20 f. : il., figs., gráfs., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Milton Cezar Ribeiro
Coorientador: Vinicius Rodrigues Tonetti

1. Ave. 2. Ecologia de paisagens. 3. Avifauna. 4. Gravações. 5. Mata Atlântica. 6. Riqueza de espécies. 7. Serra da Cantareira. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, que sempre me incentivou a entrar em uma universidade pública, especialmente meus pais, meus avós e meus tios, agradeço a todos pelo apoio emocional e financeiro desde o vestibular e que dura até hoje nos momentos finais da minha graduação.

Agradeço ao professor Milton e ao Vinicius, meus orientadores, pela paciência e por tudo que ensinaram nesses últimos meses e por aceitarem me orientar mesmo estando com prazos curtos para o desenvolvimento deste trabalho e por sempre estarem presentes para me ajudar quando surgiam as dúvidas. Agradeço também ao Fábio por ter disponibilizado parte dos próprios dados para que este trabalho se tornasse possível.

Agradeço aos meus companheiros de república, Wanderlei (Franca), Kauã (Miguxo), Nicolas (Marcha), Vinicius e Gustavo, por todas as horas que passamos juntos ao longo de todo esse tempo que estou em Rio Claro.

Agradeço ao CBI12 por todo o companheirismo, tanto em sala de aula quanto fora, foi muito importante ter amizades que se formaram tão rápido, ainda mais quando elas surgem no momento de chegada em um lugar novo em uma nova etapa.

Agradeço especialmente a Ana Carolina, minha companheira para todos os momentos, que sempre me incentiva a correr atrás dos meus objetivos e não me deixa desistir quando as coisas ficam difíceis, sem ela provavelmente este trabalho não existiria.

Agradeço aos meus amigos de Valinhos, que mesmo não estando mais juntos diariamente nunca deixaram a amizade acabar.

Agradeço também à UNESP de Rio Claro e ao departamento de Ecologia por sua estrutura permitir que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

A avifauna é amplamente utilizada como indicador de biodiversidade por ser um grupo diverso e sensível à degradação ambiental, perda e fragmentação de habitat, caça e mudanças climáticas. Existem diversos métodos utilizados em levantamentos de espécies de aves, dentre eles o ponto de escuta está entre um dos mais utilizados, por ser mais rápido e de menor custo. Com o avanço tecnológico, o monitoramento por meio de gravadores autônomos tem se tornado cada vez mais utilizado. Entretanto, o nível de detectabilidade de espécies dos dois métodos, bem como se a sensibilidade de espécie influencia esta detectabilidade tem sido pouco explorado. Este estudo tem por objetivo comparar dois métodos de amostragem de aves, o ponto fixo e os gravadores autônomos. Nossa hipótese é que não exista diferença no nível de detectabilidade das espécies entre os dois métodos, e que o nível de sensibilidade das espécies também não influencie na detectabilidade. Foram selecionadas 10 espécies, sendo cinco consideradas sensíveis e cinco pouco sensíveis à fragmentação de habitat. Os dados foram coletados com gravadores autônomos e pontos de escuta em sete paisagens distando pelo menos 0,1 km uma da outra na Serra da Cantareira, estado de São Paulo. Os resultados corroboraram em partes com as hipóteses, evidenciando que as metodologias foram semelhantes para algumas espécies analisadas, mostrando que ajustes nos métodos são necessários para resultados mais precisos.

Palavras-chave: avifauna, gravações, Mata Atlântica, riqueza de espécies, Serra da Cantareira.

ABSTRACT

Birdlife is widely utilized as a biodiversity indicator, by being a diverse group that responds well to factors such as environment degradation, habitat loss and fragmentation, hunting and climate changes. There are many methods used in bird species surveys, among them the point count is one of the most used methods for being fast and having low cost,. As the technology advances, autonomous monitoring utilizing autonomous recorders are being more utilized. However, is necessary to investigate if the different methods present similar species detectability and efficiency .This study's objective is to compare two methods, point counts, used for being fast with low cost, and autonomous recorders, used for having a large storage capacity, and a long sampling duration. The hypothesis is that the correlation between the two methods is high. For this study were selected 10 bird species, five being sensitive to habitat fragmentation, and five less sensitive to fragmentation. The data was collected by autonomous recorders and point counts in the Serra da Cantareira, in the state of São Paulo. The results partially corroborate with the hypothesis, evidencing that the methods were similar for some analyzed species, showing that is necessary to adjust the methods for more precise results.

Key-words: Atlantic rainforest, recordings, birdlife, Serra da Cantareira, species richness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO E HIPÓTESE	8
3 MÉTODOS	9
3.1 <i>Área de estudo</i>	9
3.2 <i>Amostragem das aves.....</i>	11
3.3 <i>Análises dos áudios e testes estatísticos.....</i>	11
4 RESULTADOS	13
5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

Por formarem um grupo diverso, taxonomicamente bem conhecido, ocuparem praticamente todos os tipos de ambientes e apresentarem diferentes níveis de sensibilidade, as aves são amplamente empregadas em estudos e monitoramentos de impactos ambientais (VIELLIARD *et. al.*, 2010). Diversos são os métodos utilizados para amostrar aves, como pontos fixos, listas, captura/recaptura, entre outros. Atualmente, estudos na área de ecologia procuram utilizar técnicas que aumentem o período de amostragem e maximizem a extensão de área amostrada (ACEVEDO; VILLANUEVA-RIVERA, 2006). Por poder ser aplicado em diversos tipos de ambientes, apresentar custo relativamente baixo e devido à sua simplicidade, o método de amostragem por ponto fixo é amplamente utilizado para estimar a riqueza, abundância e composição de aves. Nesse método o observador permanece imóvel em local e por período de tempo pré-estabelecidos enquanto registra as espécies detectadas visualmente ou auditivamente (VIELLIARD *et. al.*, 2010). No entanto, tal método apresenta algumas limitações, como a necessidade de especialistas para realizar os levantamentos, de forma que esforços amostrais intensos são dificultados (CELIS-MURILLO; DEPPE; ALLEN, 2009).

Outro método amplamente empregado é o método de amostragem por listas. Nesse tipo de amostragem, as aves detectadas durante o deslocamento em transecções são anotadas em listas com número de espécies pré-estabelecido (VON MATTER *et al.* 2010). Este método pode ser mais eficiente que pontos fixos em levantamentos de curta duração (CAVARZERE; COSTA; SILVEIRA; 2012). Amostragens por listas e pontos fixos mostram-se eficientes em comparação a métodos como captura/recaptura e redes de neblina por apresentarem logística de campo mais simples (VIELLIARD *et. al.* 2010). O método de amostragem de aves por gravadores autônomos tem se popularizado nos últimos anos e tem se mostrado bastante eficiente (ZWART *et al.* 2014). Este viabiliza a coleta de grande quantidade de dados por meio de relativamente pouco esforço em campo e mínima perturbação à vida selvagem, permitindo amostragem em qualquer período do dia e armazenamento permanente dos dados (ACEVEDO; VILLANUEVA-RIVERA, 2006). Porém,

apesar das vantagens em relação ao método de ponto fixo, a amostragem por gravadores autônomos necessita de especialistas para escutar as gravações e identificar as espécies na ausência de softwares que executam essa tarefa de forma automatizada. Com o uso de softwares que identificam as vocalizações, a presença do especialista se faz necessária para validar as identificações realizadas pelos softwares. (TYAGI *et al.* 2006). Além disso, os gravadores também podem ser danificados pelas condições climáticas, e podem ser vandalizados ou furtados (ZWART *et al.* 2014).

Um estudo realizado com gravadores autônomos em uma área florestal na Austrália detectou 96 espécies de aves durante cinco dias de amostragem, em quatro pontos totalizando 28.800 minutos de gravações, ao passo que 66 espécies foram detectadas durante o mesmo período de tempo por meio do método de Loyn (1986), no qual dois pesquisadores experientes realizaram 60 levantamentos ao longo de cinco dias (WIMMER *et al.* 2013). Isso demonstra maior eficiência dos gravadores autônomos. Um estudo realizado na Amazônia indicou que os gravadores autônomos detectaram maior número de indivíduos de aves em relação ao método de ponto fixo, embora o segundo tenha sido mais eficiente em estimar a riqueza (172 espécies detectadas) em relação ao primeiro (150 espécies) (HASELMAYER; QUINN, 2000). Isso provavelmente se deve ao fato de que algumas das espécies detectadas não vocalizam frequentemente, como algumas espécies de beija-flores e aves de rapina florestais.

Alguns estudos que envolvem gravadores apresentam resultados próximos a pontos fixos para estimar a riqueza de espécies (HUTTO; STUTZMAN, 2009; TEGELER *et al.*, 2012). Mais estudos são necessários para comparar a eficiência dos gravadores em ambientes de florestas tropicais. Dessa maneira, este estudo teve como objetivo principal a comparação na estimativa de riqueza de espécies de aves entre os dois métodos, ponto fixo e gravadores autônomos.

2 OBJETIVO E HIPÓTESE

O objetivo deste estudo é comparar a eficiência da utilização de gravadores autônomos com levantamentos feitos por ponto fixo na detectabilidade de espécies florestais. A minha hipótese é de que não há diferença na eficiência dos métodos.

3 MÉTODOS

3.1 Área de estudo

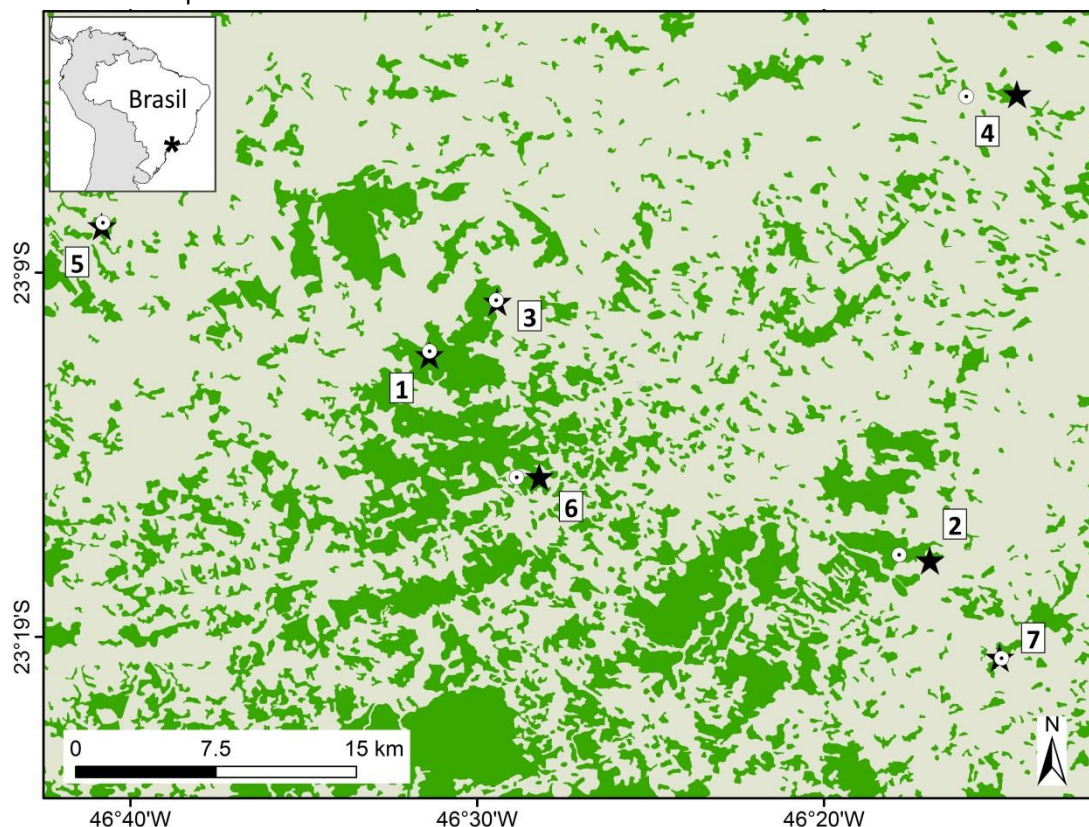
A Mata Atlântica é um conjunto de diversas formações vegetais que originalmente estendia-se por 1.300.000 Km² distribuídos por 17 estados brasileiros e partes do Paraguai e Argentina (MMA). Atualmente restam apenas ~12% de sua cobertura de vegetação original, além disso, os remanescentes florestais encontram-se extremamente fragmentados, com cerca de 83% dos fragmentos menores que 50 ha (RIBEIRO *et al.*, 2009). Isso faz com que as aves tenham habitat disponível reduzido, dificultando a sobrevivência de espécies que necessitam de áreas extensas para manter seu ciclo biológico (SICK, 1997). No entanto, a Mata Atlântica possui uma avifauna rica, com mais de 600 espécies e cerca de 160 endêmicas (WWF, 2010).

Inserida na Mata Atlântica, encontra-se a Serra da Cantareira, que sofre intensa pressão antrópica. A região sofre intensa pressão antrópica, tendo perdido parte de sua área de vegetação nativa devido a ações humanas, como silvicultura, agropecuária, empreendimentos imobiliários e expansão urbana (SARTORELLO, 2014). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa (IBGE 2012). Ao todo, 326 espécies de aves já foram registradas na Serra da Cantareira (TONETTI *et al.*, 2017).

As paisagens onde foram realizadas as comparações estão na Serra da Cantareira (Figura 1). Dentro dessa região foram inseridos gravadores em sete fragmentos. Próximos aos gravadores foram estabelecidos pontos fixos a distância média de 780 metros (Tabela 1). Apesar dessa distância, os remanescentes florestais possuem tamanhos e conectividade semelhantes, o que permite a movimentação das aves (MARTENSEN; PIMENTEL; METZGER, 2008). Dessa forma, foi assumido que a composição de espécies nos locais onde foram inseridos os gravadores e os locais onde os pontos fixos foram estabelecidos não difere a ponto de alterar os resultados. As espécies escolhidas e o grau de sensibilidade respectivo de cada uma estão na Tabela 2. Foram separados em dois grupos para analisar se a fragmentação da paisagem afetou a população a ponto do gravador deixar de ser eficiente para as diferentes sensibilidades das espécies existentes. As espécies selecionadas

vocalizam frequentemente, sendo possível o registro durante as gravações e durante os pontos fixos.

Figura 1: Localização dos gravadores (estrelas negras) e pontos fixos (círculos brancos) com os respectivos números na Serra da Cantareira. Os remanescentes de Mata Atlântica estão representados em verde e as demais coberturas da terra em cinza.



Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 1: identificação e localização das localizações dos gravadores e distância dos pontos fixos mais próximos onde foram feitos levantamentos por ponto fixo

Ponto	Coordenadas (Gravadores)	Distância (Km)	Coordenadas (Pontos fixos)
1	23°11'22"S 46°31'22"O	0,22	23°11'15"S 46°31'22"O
2	23°17'18"S 46°16'59"O	1,46	23°17'08"S 46°17'49."O
3	23°09'50"S 46°29'24"O	0,1	23°09'47"S 46°29'26"O
4	23°03'51"S 46°14'25"O	2,52	23°03'55"S 46°15'53"O
5	23°07'40"S 46°40'49"O	0,21	23°07'33"S 46°40'47"O
6	23°14'53"S 46°28'12"O	1,12	23°14'54"S 46°28'51"O
7	23°20'06"S 46°14'55"O	0,1	23°20'07"S 46°14'52"O

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 2: espécies escolhidas e graus de sensibilidade

Espécies sensíveis	Espécies não sensíveis
<i>Dysithamnus mentalis</i>	<i>Patagioenas picazuru</i>
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	<i>Psittacara leucophthalma</i>
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	<i>Basileuterus culicivorus</i>
<i>Schiffornis virescens</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	<i>Pionus maximiliani</i>

Fonte: elaborado pelo autor

3.2 Amostragem das aves

As gravações dos pontos 1, 3, 5 e 6 foram realizadas entre os dias 19 e 21 de outubro de 2016, os pontos 2, 4 e 7 foram amostrados entre os dias 20 e 22 de outubro de 2016 com auxílio de gravadores autônomos Song Meter SM3, com taxa de amostragem de 48.000 Hz (WILDLIFE ACOUSTICS, 2016). As gravações têm duração de 25 minutos intervalados em 20 minutos iniciando às 05h e com término às 9h10. Foi analisado um total de 450 minutos de gravação por ponto. As espécies registradas nos pontos fixos foram identificadas pelo ornitólogo Fábio Barros, que amostrou cada ponto três vezes, durante 10 minutos em cada amostragem, entre setembro de 2014 e fevereiro de 2015, e entre outubro e dezembro de 2015, períodos nos quais as aves se encontram mais ativas na região de estudo (VIELLIARD *et. al.*, 2010).

3.3 Análises dos áudios e testes estatísticos

As gravações foram ouvidas com auxílio do espectrograma de áudio Audacity. As vocalizações das espécies foram registradas ao longo da escuta do arquivo de áudio e com a visualização do espectrograma gerado pelo software foi possível identificar padrões das vocalizações, o que auxiliou a identificação. Foram determinadas a presença e ausência das espécies nas gravações. A abundância das espécies nas gravações não foi estimada devido a impossibilidade de se contabilizar o número de indivíduos que vocalizavam.

Para as análises foi determinada a frequência média de detecção registrada pelos gravadores, calculado através da divisão do número de detecções por ponto (0 a 18), pelo número máximo de detecção da espécie. Com os dados dos pontos fixos foram estimados o índice pontual de abundância de espécie por ponto. Esse índice foi calculado dividindo o número de vezes que uma espécie foi detectada por ponto pelo número total de pontos amostrados. Para ajustá-los e permitir uma análise, o número de abundância por paisagem foi dividido pelo valor de abundância máxima, gerando valores de frequência de ocorrência esperados para cada ponto.

Para testar a hipótese de que não há diferença entre os dois métodos foi feito uma regressão linear entre a frequência de ocorrência esperada, valor calculado a partir das detecções por ponto fixo, e a observada, calculada a partir das detecções através dos gravadores, para verificar se existe uma relação funcional entre as variáveis (PETERNELLI, 2017). Se as regressões apresentarem elevado R^2 e for significativo, os dois métodos serão considerados semelhantes. Foram gerados gráficos para cada espécie escolhida, correlacionando os dados das gravações com os dados por ponto fixo, e traçada a linha de tendência linear, para identificar o quanto esses dados se correlacionam. Para os valores em que R^2 for maior que 0,5, consideramos que os métodos possuem similaridade significativa para a espécie, pois pelo menos metades dos pontos se correlacionam (HINKLE; WIERSMA; JURS, 2002). Também foi feito teste de correlação de Pearson para cada espécie entre os valores encontrados na detecção em gravadores (Tabela 2) e ponto fixo (Tabela 3) para analisar a correlação na detectabilidade entre as duas metodologias. Quanto mais alto o valor apresentado, mais as variáveis se relacionam (ZUUR; IENO; ELPHICK, 2010). Para valores maiores que 0,7 em módulo foi considerado que não há diferença significativa entre os métodos apresentados.

4 RESULTADOS

Os dados de presença/ausência obtidos pela escuta das gravações levaram aos cálculos das frequências de ocorrência (Tabela 2), os valores estão de zero a um, indicando a frequência de ocorrência da espécie em relação ao máximo identificado entre todos os pontos. Os valores iguais a um indicam o ponto com maior número de registros.

Tabela 2: Frequências médias de detecção de espécies por paisagem por meio dos gravadores.

Espécies	1	2	3	4	5	6	7
<i>Dysithamnus mentalis</i>	0,77	0,54	0,77	0,00	0,62	1,00	0,38
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	0,10	0,60	0,60	0,00	1,00	0,50	0,40
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	1,00	0,53	0,67	0,00	0,33	0,60	0,00
<i>Schiffornis virescens</i>	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	1,00	0,83	0,17	0,00	0,17	0,17	0,00
<i>Patagioenas picazuru</i>	1,00	0,81	0,44	0,69	0,94	0,50	0,00
<i>Psittacara leucophthalma</i>	0,38	0,31	0,00	0,00	0,15	1,00	0,15
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,41	0,53	0,71	0,35	0,76	0,71	1,00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,00	0,82	0,09	0,09	0,00	1,00	0,82
<i>Pionus maximiliani</i>	0,14	0,29	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14

Fonte: elaborado pelo autor

Em seguida foram calculados os valores de frequências de ocorrência esperadas (Tabela 3), a partir dos dados obtidos por ponto fixo. Os valores de zero a um indicam a quantidade de registros por paisagem em relação ao ponto com maior número de registros (indicado pelo valor 1).

Tabela 3: Valores dos dados amostrados por ponto fixo, seguindo a metodologia descrita.

Espécies	1	2	3	4	5	6	7
<i>Dysithamnus mentalis</i>	0,67	0,67	1,00	0,33	1,00	0,33	0,67
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	0,50
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	0,67	0,33	0,33	1,00	0,33	0,67	0,00
<i>Schiffornis virescens</i>	1,00	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	0,50	0,25	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00
<i>Patagioenas picazuru</i>	0,33	0,33	0,67	1,00	1,00	0,67	0,00
<i>Psittacara leucophthalma</i>	0,22	0,00	0,00	0,33	0,78	1,00	0,00
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0,50	0,75	0,75	1,00	0,50	0,50	0,50
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1,00	0,00	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00
<i>Pionus maximiliani</i>	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Fonte: elaborado pelo autor

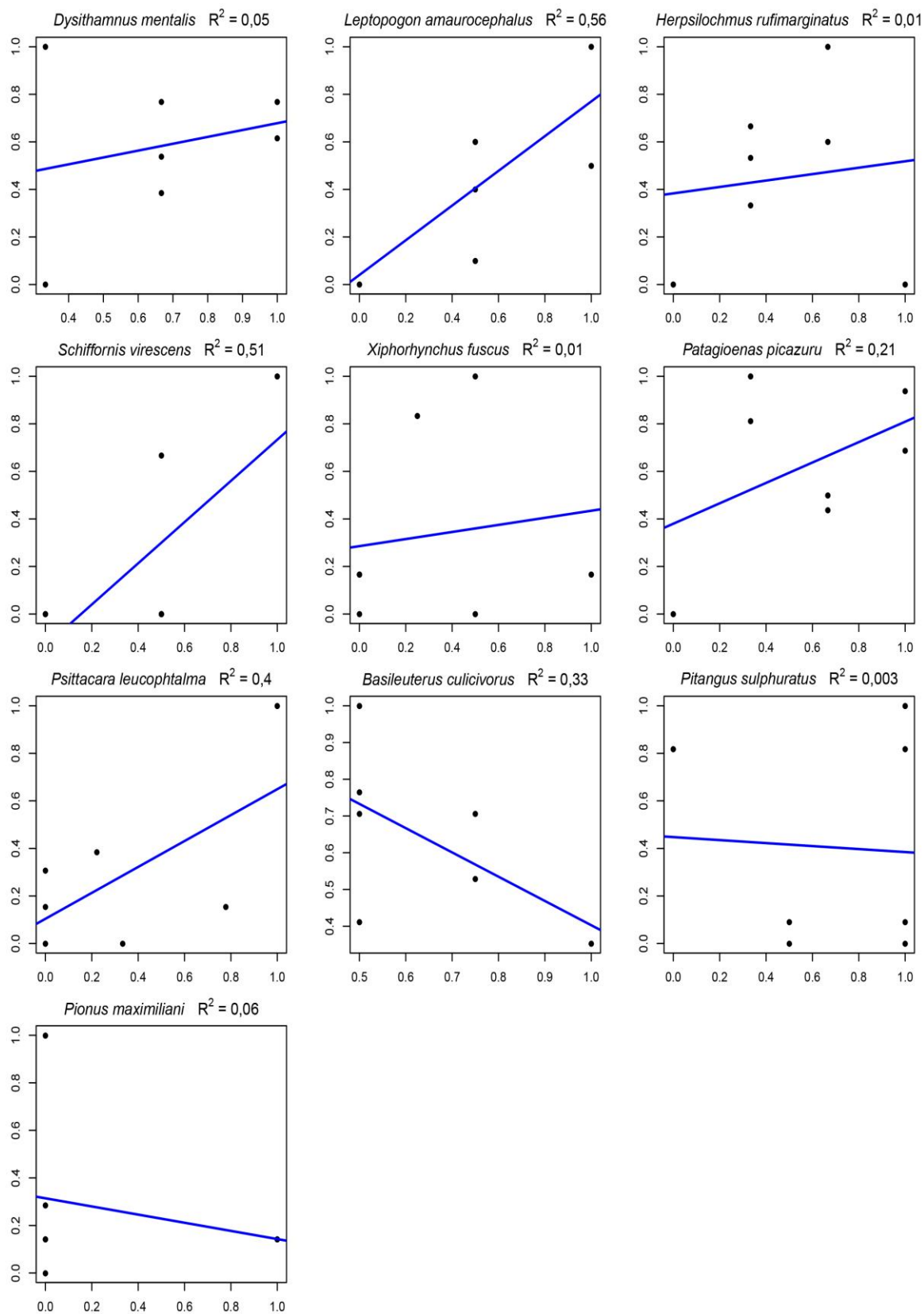
Todas as espécies foram detectadas ao menos uma vez em todas as paisagens, mas nem em todas as paisagens foram detectadas todas as espécies, evidenciados pelos valores de frequência de detecção igual à zero na Tabela 2. Entre as 10 espécies, apenas duas tiveram resultados que confirmam a hipótese de que não há diferença significativa entre os métodos apresentados de acordo com os valores da regressão linear, sendo elas *Leptopogon amaurocephalus* ($R^2 = 0,56$), e *Schiffornis virescens* ($R^2 = 0,51$). Para as demais espécies, a diferença de detecção entre os métodos foi significativa, evidenciando a diferença entre os métodos, os gráficos e os valores de R^2 para cada espécie estão na Figura 2. Já os valores obtidos pela correlação mostraram que apenas *Schiffornis virescens* não apresentou diferença significativa entre os métodos, com um valor igual a 0,71. Os demais valores para cada espécie podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4: Valores dos resultados do teste de correlação de Pearson, valores acima do limiar (0,7) estão em negrito.

Éspecies	Valores
<i>Dysithamnus mentalis</i>	0.2454766
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	0.6955915
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	0.1228942
<i>Schiffornis virescens</i>	0.7149242
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	0.1372898
<i>Patagioenas picazuru</i>	0.458666
<i>Psittacara leucophtalma</i>	0.6375423
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0.5791531
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.05558844
<i>Pionus maximiliani</i>	0.253401

Fonte: elaborado pelo autor

Figura 2: Relação entre a frequência de ocorrência observada nos pontos de escuta (eixo X) e nos gravadores (eixo Y), para diferentes espécies de Mata Atlântica.



Fonte: elaborado pelo autor

5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados corroboraram parcialmente com a hipótese de que não há diferenças entre os métodos apresentados, pois apenas duas espécies analisadas apresentaram valor de similaridade significativo para não apontar diferença entre os métodos. Estudos semelhantes feitos com comparação entre métodos tradicionais de levantamento de aves e gravadores autônomos geraram resultados similares, com gravadores identificando menos espécies (HASELMAYER; QUINN, 2000; HUTTO; STUTZMAN, 2009; TEGELER; MORRISON; SZEWCZAK, 2012). O presente estudo vai de acordo com os resultados reportados na literatura, pois foi registrado menor número de espécies nos gravadores do que nos pontos, mesmo com a diferença de esforço amostral (Tabelas 2 e 3). Este estudo mostrou que apenas duas espécies, *Leptopogon amaurocephalus* e *Schiffornis virescens*, apresentaram valores que evidenciaram que o método de gravadores autônomos foi similar na detecção das aves quando comparado com pontos fixos. Apesar da correlação não mostrar as duas espécies como a regressão, os resultados foram próximos.

O estudo mostrou que ambas as metodologias foram capazes de identificar as espécies selecionadas, apesar de algumas espécies não terem sido detectadas em alguns pontos, indicados pelos valores iguais a zero na tabela 2, todas foram detectadas ao menos uma vez em algum dos pontos escolhidos. O esforço amostral de gravações com 450 minutos pode ter influenciado diretamente a quantidade de detecções. Modificando o método para gravações com trechos mais curtos, com poucos minutos (WIMMER et. al. 2013) ao invés de trechos longos de 25 minutos como foi utilizado para este estudo, seria possível a análise de um número maior de gravações, o que poderia aumentar o número de espécies detectadas nos gravadores. Vale ressaltar que para que os estudos que comparam métodos sejam mais precisos, os esforços amostrais de ambas as metodologias precisam ser próximos, o que aumentaria a precisão da comparação entre os dados.

Sabe-se que a detecção auditiva das aves é mais eficiente do que a detecção visual, sendo que em grande parte das identificações visuais os observadores utilizam a audição para localizar a vocalização e assim auxiliar a

visualização (BREWSTER; SIMMONS, 2009). Dessa forma, alguns fatores que dificultaram a análise dos áudios, como o ruído de insetos, chuvas, ventos e aviões, podem ter atrapalhado na detecção das espécies em relação aos pontos. As gravações também permitem que sejam utilizados softwares ou algoritmos de detecção automática (BARDELI *et al.*, 2010) que fariam a análise do volume total de áudio mais rápida do que escutar cada gravação, porém os ruídos citados ou a falta de precisão da detecção automática podem influenciar nos resultados dos estudos da maneira que identificações falso-positivas e falso-negativas podem alterar a riqueza de espécies estimada por meio dos gravadores (SWINSTON; MENNIL, 2009).

Estudos com gravadores focados em um número restrito de espécies, como este, podem o estado de conservação uma região, a abundância das espécies podem ser indicadores diretos da qualidade do ambiente (PADOA-SCHIOPPA *et al.*, 2006). Sabendo do estado que a região se encontra é possível planejar estudos de recuperação da área perdida ou degradada.

As duas apresentam vantagens e desvantagens, porém quando juntas podem ser complementares, principalmente em estudos longos ou com espécies com baixa detectabilidade (TEGELER; MORRISON; SZEWCZAK, 2012), pois quanto mais tempo o gravador estará em campo, maior o período de amostragem e maior as chances de detecção. Assim possivelmente espécies mais raras, ou com risco de extinção também podem vir a ser detectadas.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Miguel A.; VILLANUEVA-RIVERA, Luis J.. Using Automated Digital Recording Systems as Effective Tools for the Monitoring of Birds and Amphibians. **Wildlife Society Bulletin**, v. 34, p.211-214, mar. 2006.

ANJOS, Luis dos. A eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da riqueza de aves. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, p.239-243, jun. 2007.

BANKS-LEITE, Cristina *et. al.* Comparing species and measures of landscape structure as indicators of conservation importance. **Journal Of Applied Ecology**, v. 48, p.706-714, 24 fev. 2011.

BARDELI, R. et al. Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. **Pattern Recognition Letters**, v. 31, p.1524-1534, set. 2010.

BREWSTER, Jerome P; SIMONS, Theodore R. Testing the importance of auditory detections in avian point counts. **Journal of Field Ornithology**, v. 80, p. 178-182, 2009.

CAVARZERE, Vagner; COSTA, Thiago V. V. da; SILVEIRA, Luís F. On the use of 10-minute point counts and 10-species lists for surveying birds in lowland Atlantic Forests in southeastern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 52, n. 28, p.333-340, 2012.

CELIS-MURILLO, Antonio; DEPPE, Jill L.; ALLEN, Michael F..Using soundscape recordings to estimate bird species abundance, richness, and composition. **Journal Of Field Ornithology**, Riverside, California, v. 80, p.64-78, mar. 2009.

HASELMAYER, John; QUINN, James S.. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Peru. **The Condor**, v. 102, p.887-893, 2000.

HINKLE, Dennis E.; WIER SMA, William; JUR S, Stephen G.. **Applied statistics for the behavioral sciences**. 5. ed. Houghton Mifflin, 2002. 756 p.

HUTTO, R. L.; STUTZMAN, R. J. Humans versus autonomous recording units: a comparison of point-count results. **Journal of Field Ornithology**, 80: 387–398, 2009. doi:10.1111/j.1557-9263.2009.00245.x

GOTELLI, Nicholas J.; ELLISON, Aaron M.. **Princípios de Estatística em Ecologia**. Artmed, 2010. 532 p.

LOYN, R. H. The 20-minute search: a simple method for counting forest birds. **Corella**, v. 10, p.58–60, jan. 1986.

IUCN 2016. **The IUCN Red List of Threatened Species**. *Version 2016-3*. <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 04 de abril de 2017.

MARINI, Miguel A; GARCIA, Frederico I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, n v. 1, p.95-102, jul. 2005.

MARTENSEN, Alexandre C.; PIMENTEL, Rafael G.; METZGER, Jean P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**, São Paulo, v. 141, p.2184-2192, set. 2008.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica**, <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em 02 de abril de 2017.

PADOA-SCHIOPPA, Emilio et al. Bird communities as bioindicators: The focal species concept in agricultural landscapes. **Ecological Indicators**, v. 6, n. 1, p.83-93, jan. 2006.

PETERNELLI, Luiz A. **Regressão linear e correlação**. Disponível em: <<http://www.dpi.ufv.br/~peterneli/inf162.www.16032004/materiais/CAPITULO9.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

R CORE TEAM (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REMPEL, Robert S. *et al.* Comparison of audio recording system performance for detecting and monitoring songbirds. **Journal of Field Ornithology**, v. 84: p86–97, 2013. doi:10.1111/jofo.12008

RIBEIRO, Milton C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

SARTORELLO, Ricardo. **Interações em estudos para conservação: conceitos e técnicas para análises geográficas e ecológicas de paisagem**. 2014. 237 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 1997.

STOTZ, Douglas F. *et al.* **Neotropical Birds: Ecology and Conservation**. Chicago: The University Of Chicago Press, p. 478, 1996.

SWINSTON, Kyle. A; MENNIL, D. J. Comparison of manual and automated methods for identifying target sounds in audio recordings of Pileated, Pale-billed, and putative Ivory-billed woodpeckers. **Journal of Field Ornithology**, 80: 42–50, 2009. doi:10.1111/j.1557-9263.2009.00204.x

TEGELER, Amy. K; MORRISON, Michael. L; SZEWCZAK, Joseph. M. Using extended-duration audio recordings to survey avian species. **Wildlife Society Bulletin**, 36: 21–29, 2012. doi:10.1002/wsb.112

TONETTI, Vinicius R. *et al.* Historical knowledge, richness and relative representativeness of the avifauna of the largest native urban rainforest in the world. **Zoologia** **34**: p. 1-18, 2017 <https://doi.org/10.3897/zoologia.34.e13728>

TYAGI, Heman *et al.* Automatic identification of bird calls using Spectral Ensemble Average Voice Prints **14th European Signal Processing Conference, Florence**, p. 1-5, 2006.

VELLIARD, Jacques M. E. *et al* (Org.). Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In: VON MATTER, Sandro *et al.* **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. Rio de Janeiro: Technical Books, p. 47-62, 2010.

VON MATTER, Sandro *et al* (Org.). **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. 516 p.

WILDLIFE ACOUSTICS. **Song Meter 3 SM3 Bioacoustic recorder user guide**. Maynard, 2016. Disponível em: <https://www.wildlifeacoustics.com/images/documentation/SM3-USER-GUIDE.pdf>. Acesso em: 28 set. 2017.

WIMMER, Jason *et al.* Sampling environmental acoustic recordings to determine bird species richness. **Ecological Applications**, v. 23, p.1419-1428, set. 2013.

WWF BRASIL. **Guia de Aves Mata Atlântica paulista: Serra do Mar e Serra de Paranapiacaba**. São Paulo: Athalaia Gráfica e Editora Ltda, 2010. 132 p. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/2016/12/guiaadeaavesamataatlantica.pdf>. Acesso em: 27 set. 2017.

ZUUR, A. F., IENO, E. N. and ELPHICK, C. S. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. **Methods in Ecology and Evolution**, 1: 3–14, 2010. doi:10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x

ZWART, Mienke. C. *et al.* The Use of Automated Bioacoustic Recorders to Replace Human Wildlife Surveys: An Example Using Nightjars. **PLoS ONE** 9(7), 2014. e102770. doi:10.1371/journal.pone.0102770.