

GUILHERME WILLRICH

**A INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL SOBRE
ASSEMBLÉIAS DE AVES EM UMA ÁREA CONTÍNUA DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO NORTE DO
PARANÁ, SUL DO BRASIL**

Londrina – Paraná

2014

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados

GUILHERME WILLRICH

**A INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL SOBRE
ASSEMBLÉIAS DE AVES EM UMA ÁREA CONTÍNUA DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO NORTE DO
PARANÁ, SUL DO BRASIL**

Projeto da disciplina 2BAV084 Seminários
do programa de pós-graduação em Ciências
Biológicas da Universidade Estadual de
Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Robalinho Lima

Londrina - Paraná

2014

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2.HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	4
4.2. AMOSTRAGEM DE AVES.....	7
4.3. AMOSTRAGEM DE VEGETAÇÃO.....	8
4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	9
5. RESULTADOS ESPERADOS.....	10
6. ORÇAMENTO.....	11
7. CRONOGRAMA.....	12
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

A influência da heterogeneidade ambiental sobre assembléias de aves em uma área contínua de Floresta Estacional Semidecidual no norte do Paraná, Sul do Brasil

Guilherme Willrich

Orientador: Marcos Robalinho Lima

Resumo

Estudos ecológicos tem buscado compreender padrões de distribuição das espécies e quais fatores moldam a diversidade de espécies em diferentes habitats. Em uma escala local a heterogeneidade ambiental é um dos principais fatores determinantes na diversidade, influenciando particularmente o grupo das aves. Compreender as relações entre o habitat e as espécies, assim como a detecção de possíveis características chave na determinação da diversidade, torna-se importante para a conservação das espécies, pois permite avaliar as respostas à alterações do habitat, além de prever e justificar a ocorrência das espécies em locais não estudados. Neste estudo será verificado se em uma área contínua de Floresta Estacional Semidecidual podem ser encontradas diferentes assembléias de aves, cuja composição e diversidade são determinadas por características estruturais da vegetação. Para isto será aplicada a metodologia de ponto de contagem em 16 trilhas no Parque Estadual Mata dos Godoy, abrangendo duas porções (norte e sul) que apresentam características vegetacionais distintas. As trilhas serão caracterizadas segundo sua estrutura de vegetação, como por exemplo, densidade do sub bosque e cobertura de dossel. Para análise dos dados serão utilizadas as metodologias de NMDS e ANOSIM, a fim de verificar quantas assembléias distintas de aves podem ser encontradas na área de estudo. Para verificar os efeitos estruturais da vegetação sobre as assembléias será utilizada a metodologia de Análise de Correspondência Canônica (CCA). Espera-se que sejam encontradas ao menos duas assembléias de aves distintas na área de estudo, uma na porção sul e outra na porção norte. Além disso, espera-se que as características estruturais que reflitam a arquitetura do sub bosque tenham maior influência sobre a diversidade de aves.

Palavras chave: complexidade estrutural; vegetação; aves; diversidade;

1. Introdução

Uma das grandes questões abordadas por estudos ecológicos é o entendimento dos padrões de distribuição das espécies e quais fatores moldam as diferenças de diversidade de organismos entre locais (Leibold *et al.*, 2004; Begon *et al.*, 2007). Em uma escala regional padrões de distribuição de espécies podem variar de acordo com diferentes gradientes, como tempo (sucessão), clima (temperatura e umidade), altitude, latitude e história evolutiva (Stevens 1989; Kar, 1990; Anjos 2002; Tews *et al.*, 2004; Favaro *et al.*, 2006), promovendo padrões biogeográficos de distribuição de espécies.

No entanto, em uma escala local, outros fatores podem ser responsáveis por promover variações na composição e abundância de espécies nos ambientes. Entre eles, a heterogeneidade (ou complexidade) do habitat é um dos principais fatores

responsáveis pela determinação da diversidade animal (MacArthur, 1965; Tews *et al.*, 2004). De fato, estudos tem demonstrado que a complexidade do habitat acarreta em mudanças na composição de espécies em comunidades de diversos grupos taxonômicos, como por exemplo, artrópodes (Halaj *et al.*, 2000; McIntyre *et al.*, 2001), anfíbios (Keller *et al.*, 2009), aves (Barden *et al.*, 1986; Froneman *et al.*, 2001; Poulsen, 2001), e mamíferos (Ceballos *et al.*, 1999; Willians *et al.*, 2002).

As variações na estrutura e complexidade do habitat (*e.g.* estratificação vertical e horizontal, densidade e tipo de sub bosque, composição florística) são importantes na formação de mosaicos de microhabitats, que podem influenciar a disponibilidade de recursos para as espécies (Karr, 1990; Belsky e Canham, 1994), como, locais para nidificação e refúgio, sítios de forrageio, tipo e qualidade de recursos alimentares. Tais microhabitats permitem que as espécies se especializem quanto ao uso dos diferentes recursos (Lopes *et al.*, 2006). Como consequência, esta especificidade pode levar à formação de assembléias de espécies distintas em uma determinada área em função da distribuição dos microhabitats (heterogeneidade ambiental) (Keller *et al.*, 2009).

Indo mais além, algumas estruturas do habitat podem ser consideradas "estruturas chave" na manutenção da biodiversidade (Tews *et al.*, 2004), quando estas são responsáveis por criar heterogeneidade seja entre fragmentos ou dentro de um mesmo fragmento (Brandt *et al.*, 2013). Estas "estruturas chave" fornecem recursos específicos para uma gama de espécies, aumentando a diversidade local (Tews *et al.*, 2004; Stagoll *et al.*, 2012). Como um exemplo simples, podemos citar as cavidades de árvores em ambientes florestais, que são habitadas por diferentes grupos de organismos, e a ausência dessas estruturas pode ocasionar a perda de diversidade (Remm e Lomus, 2011). Em outro estudo, Stagoll e colaboradores (2012), verificaram que grandes árvores em meio a um cenário urbano são essenciais para manter a diversidade de aves. Saunders *et al.* (2004), por sua vez, encontraram que "manchas de videiras" em meio a florestas de coníferas, apresentam assembléias peculiares de aves, ocasionando aumento da diversidade local. Estes exemplos, demonstram que estruturas chave são importantes e variam em diferentes escalas para diferentes organismos, e sua identificação é de extrema importância para a conservação de espécies em uma escala local (Tews *et al.*, 2004; Stagoll *et al.*, 2012), uma vez que a ausência destas estruturas implicar em severas consequências para uma gama de grupos taxonômicos.

Em contraponto a esta abordagem determinística, de que a complexidade do habitat seria um importante fator na determinação da diversidade local, está a visão neutra proposta por Hubbell (2001). Nesta visão, os habitats são considerados homogêneos e as espécies não diferem quanto a seus atributos ecológicos, como capacidade dispersiva e nicho ecológico. Assim, a dinâmica das comunidades é influenciada por processos estocásticos que alteram as comunidades no tempo e no espaço (Hubbell, 2001; Leibold *et al.*, 2004). Segundo este modelo, a composição das assembleias de espécies flutua ao acaso, de modo que apenas as distâncias entre os habitats irão limitar a dispersão, criando variações locais (Rosindell *et al.*, 2011).

Com base no exposto acima, será analisado se em uma área contínua de Floresta Estacional Semidecidual é possível encontrar diferentes assembleias de aves e se essas são regidas por características estruturais da vegetação. O grupo das aves, em particular, parece estar intimamente relacionado a complexidade do habitat (MacArthur, 1964; Karr, 1990; Jetz e Rahbek, 2002; Tews *et al.*, 2004). Em revisão sobre o tema, Tews e colaboradores (2004) encontraram que cerca de 90% (n 29) dos estudos relacionados a avifauna, desenvolvidos entre 1960 e 2003, apresentaram uma correlação positiva entre a complexidade do habitat e a diversidade de aves. Assim, o objetivo do estudo é de caracterizar o número de assembleias distintas e quais as características ambientais cruciais que geram diferenças na composição de espécies entre elas.

Para testar esta hipótese foi escolhida a área de estudo do Parque Estadual Mata dos Godoy, esta área apresenta indícios de variação na composição e diversidade de aves dentro da mesma localidade (Anjos *et al.*, 2007; Silva, 2012), porém mais estudos são necessários para avaliar quais as características ambientais são as reais provedoras de diferenças de diversidade dentro deste fragmento. A compreensão das relações entre o habitat e as espécies, assim como a detecção de possíveis características estruturais chave para a diversidade, são importantes para o melhor entendimento dos processos envolvidos na determinação da diversidade da avifauna (Karr, 1990; Tews *et al.*, 2004). O entendimento desses processos também é importante para a conservação, uma vez que permite avaliar as respostas das espécies às alterações do habitat, além de prever e justificar a ocorrência das espécies em locais não estudados (Lee e Mardsen, 2008).

2. Hipóteses e Objetivos:

A primeira hipótese a ser testada é de que uma área contínua de floresta estacional semidecidual pode abrigar diferentes assembléias de aves, ou se as espécies estão uniformemente distribuídas. Para tal serão quantificadas quantas assembléias distintas são encontradas na área de estudo (Parque Estadual Mata dos Godoy).

Caso a primeira hipótese seja verdadeira, será analisada a segunda hipótese, de que a heterogeneidade ambiental determina a composição destas assembléias. Esta hipótese será testada através da determinação de quais fatores ambientais influenciam cada assembléia.

Por fim, serão determinadas quantas áreas de alto valor para a conservação da avifauna podem ser encontradas no Parque Estadual Mata dos Godoy.

3. Metodologia

3.1. Área de estudo

O estudo será desenvolvido no Parque Estadual Mata dos Godoy (PG, 23°27'S, 51°15'O), localizado a 15km do centro da cidade Londrina, norte do estado do Paraná, sul do Brasil (figura 1). Esta unidade de conservação possui 656 hectares e representa o maior e mais bem preservado remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do norte do Paraná (Anjos *et al.*, 2007). O seu entorno é caracterizado por uma paisagem aberta destinada à agricultura, sendo que a porção sul o parque é delimitada pelo Ribeirão dos Apertados.

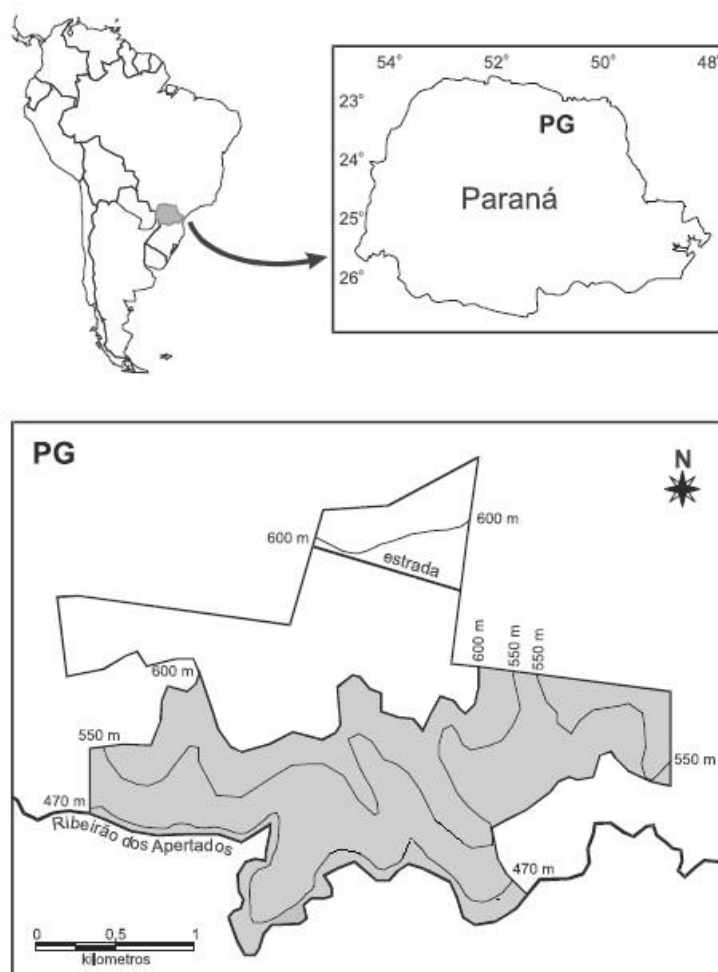


Figura 1 . Parque Estadual Mata dos Godoy (PG), norte do Paraná, sul do Brasil. Em cinza a porção sul do parque, em branco porção norte. Adaptado de Favaro e Anjos (2005).

O PG possui uma variação topográfica que consiste de um platô na região norte, com aproximadamente 600 metros de altitude, e de uma porção inclinada ao sul, atingindo cerca de 470 metros de altitude junto ao Ribeirão Apertados (Silveira, 2006; Santana e Anjos, 2010). Esta variação gera certa heterogeneidade na vegetação (figura 2), sendo a porção plana ao norte caracterizada por um estrato superior denso, onde as espécies arbóreas mais abundantes são *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Euterpe edulis* (Arecaceae), *Ocotea indecora* (Lauraceae) e *Nectandra megapotamica* (Lauraceae) (Torezan, 2002; Anjos *et al.*, 2007). Devido a densa copa, pouca luz chega ao estrato inferior o que leva a ocorrência de um sub bosque pouco denso, sendo formado principalmente por pequenos arbustos e arvoretas, como, *Eugenia verrucosa* (Myrtaceae), *Sorocea bonplandii* (Moraceae), *Piper* sp. (Piperaceae), entre outras (Torezan, 2002). A porção inclinada ao sul (600-470m), por sua vez, possui uma copa mais rarefeita e árvores emergentes mais espaçadas, as quais incluem *Chrysophyllum*

gonocarpum (Sapotaceae), *Campomanesia xanthocarpa* (Myrtaceae), e *Parapiptadenia rigida* (Fabaceae) (Anjos *et al.*, 2007). Assim ocorre uma maior entrada de luz no sub bosque o que permite o desenvolvimento de árvores menores, como como *N. megapotamica* (Lauraceae), *Alseis floribunda* (Rubiaceae), *Matayba elaeagnoides* (Sapindaceae), *Lonchocarpus muehlbergianus* (Fabaceae), *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae), *Eugenia verrucosa* (Myrtaceae) (Anjos *et al.*, 2007). Nesta área é comum a presença de clareiras, resultante da queda de árvores emergentes, o que permite o estabelecimento de espécies herbáceas como *Celtis iguanaea* (Ulmaceae) e o bambu *Chusquea sp.* (Poaceae) (Silveira 2006, Anjos *et al.*, 2007, Santana e Anjos 2010).

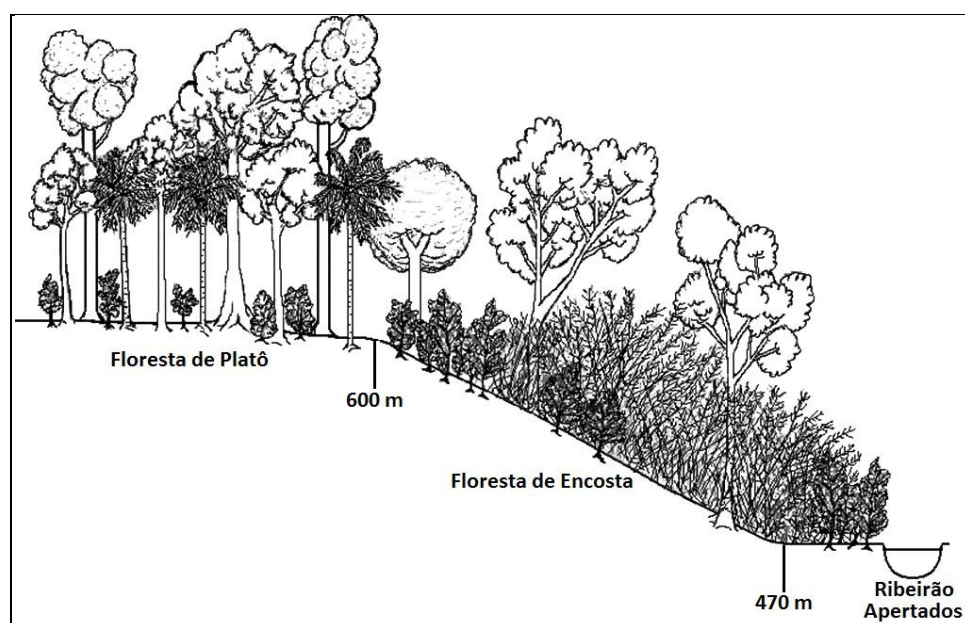


Figura 2. Variação da vegetação no PG, ao longo do gradiente topográfico. Fote: Santana e Anjos (2010).

No PG serão estabelecidas ao todo 16 trilhas de amostragem, cada trilha terá o comprimento de 600 metros, com distância mínima de 100 metros da borda da floresta. Cada trilha será considerada como uma unidade amostral independente, onde serão aplicadas as metodologias para amostragem da avifauna e características ambientais. As trilhas serão distribuídas em diferentes áreas do PG, com oito trilhas nas áreas planas ao norte e oito trilhas na porção inclinada ao sul.

3.2. Amostragem de aves:

Para coleta de dados sobre avifauna, será utilizada a metodologia de ponto de contagem (ponto fixo), que consiste em permanecer em um determinado ponto por um determinado período a fim de contabilizar todos os indivíduos em um raio de ação (Bibby *et al.*, 1992; Vielliard *et al.*, 2010). Para cada uma das 16 trilhas serão estabelecidos três pontos de contagem que serão replicados quatro vezes, totalizando ao final do estudo 12 pontos de contagem por trilha e 192 em toda área de estudo.

Para padronizar a metodologia, a distância entre cada ponto será de 200 metros, e o raio de observação será de 50 metros (figura 3), de modo a garantir a independência entre os pontos de amostragem e evitar contabilizar o mesmo indivíduo em diferentes pontos. O raio de observação escolhido elimina registros de aves em ambientes periféricos e mantém uma associação entre as aves e as características do habitat em torno do ponto (Lee e Mardsen, 2008). O tempo de observação por ponto será de 15 minutos, tempo ideal para uma amostragem representativa de um único ponto (Cavarzere *et al.*, 2013). Em cada ponto serão tomadas as espécies presentes através de visualização ou registro auditivo, e o número de indivíduos de cada espécie, obtendo assim dados sobre riqueza e abundância das espécies. Para evitar contagens múltiplas, os indivíduos registrados em bandos, como por exemplo, Psitacídeos e Corvídeos, que podem se deslocar facilmente de um ponto a outro, serão considerados apenas como um contato (Vielliard *et al.*, 2010; Anjos, 2007), além disso, indivíduos que sobrevoarem a área não serão contabilizados.

As amostragens serão conduzidas na estação de primavera, entre os meses de setembro e dezembro de 2014, período em que as aves vocalizam com maior frequência, aumentando a eficiência da localização e identificação das espécies. Neste período, a cada dia de estudo, as amostragens serão realizadas logo após o início da atividade vocal das aves diurnas com encerramento até no máximo três horas após seu início.

Para auxiliar nas amostragens será utilizado binóculo 10x42 e gravador digital para gravar vocalizações que não puderam ser identificadas em campo, e assim reduzir o número de contatos não identificados

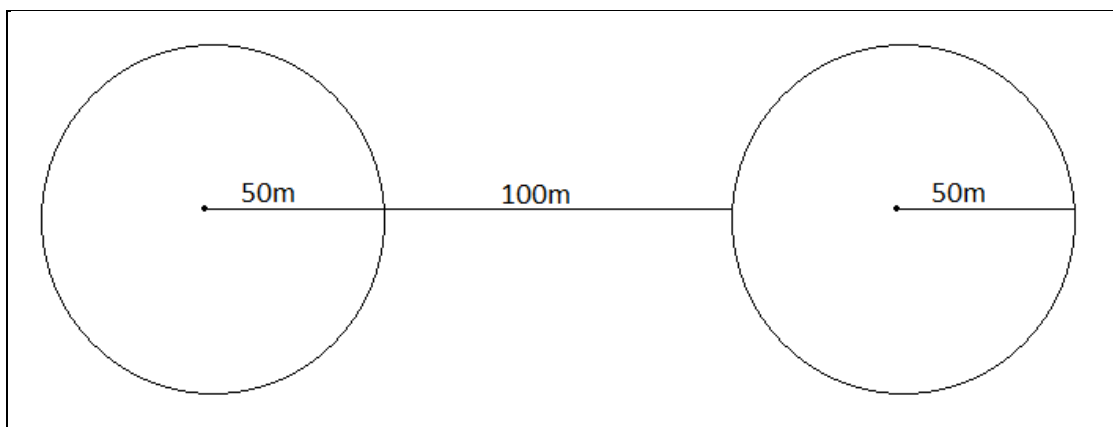


Figura 3. Representação esquemática do ponto de contagem com raio de observação de 50 metros e distância total de 200 metros entre o ponto seguinte.

3.3. Amostragem de vegetação:

Para a coleta das variáveis ambientais serão estabelecidos duas parcelas de 10m x 20m em cada ponto de amostragem para aves (figura 4), gerando um total de 96 parcelas em toda a área de estudo. As parcelas serão posicionadas a um metro do ponto central (trilha principal), uma ao lado direito e outro ao lado esquerdo. Cada parcela será subdividida em 4 quadrantes (5x10m) para facilitar as estimativas de densidade. Para as análises estatísticas será efetuada a média dos três pontos da trilha.

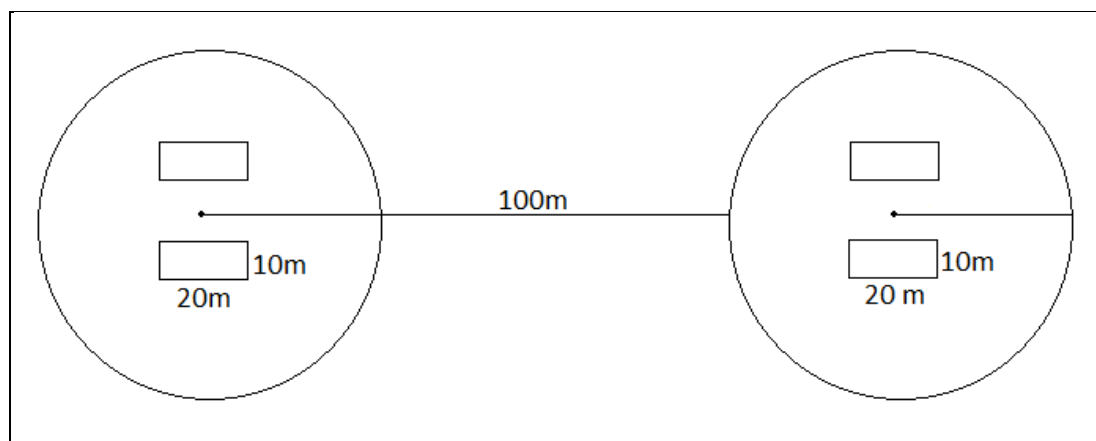


Figura 4. Representação esquemática da configuração das parcelas para caracterização da vegetação.

Para caracterizar a estrutura da vegetação, as variáveis escolhidas não foram direcionadas a nenhum grupo particular de aves, ao invés disso, foram selecionadas variáveis que contemplam vários grupos de aves (Lee e Mardsen, 2008), em especial para aves da Mata Atlântica (Poletto *et al.*, 2004; Favaro e Anjos, 2005; Lopes *et al.*,

2006). A tabela 1 contém as variáveis estruturais escolhidas, e as suas respectivas formas de mensuração.

Tabela 1. Variáveis estruturais e suas respectivas mensurações em cada parcela de vegetação. As estimativas de densidade representam medidas visuais.

Variáveis estruturais	Mensurações
Árvores largas	Nº de árvores com circunferência maior que 16 cm à altura do peito (1,3 m)
Árvores pequenas	Nº de árvores com circunferência entre 16 e 5cm cm à altura do peito (1,3 m)
Cobertura da copa	Porcentagem de cobertura em cada ponto através de fotografia a 1m do solo. Valores atribuídos: 0 (0%); 1 (1-25%); 2(25-50%); 3 (50-75%); 4 (75-100%)
Densidade de sub-bosque	Estimativa de densidade de arbustos e arvoretas menores que 1,3m na parcela. Valores atribuídos: 0 (0%); 1 (1-25%); 2(25-50%); 3 (50-75%); 4 (75-100%)
Densidade de bambu	Estimativa de nsidade de bambu na parcela. Valores atribuídos: 0 (0%); 1 (1-25%); 2(25-50%); 3 (50-75%); 4 (75-100%)
Densidade de cipós	Estimativa de densidade de cipós na parcela. Valores atribuídos: 0 (0%); 1 (1-25%); 2(25-50%); 3 (50-75%); 4 (75-100%)
Xaxins	Nº de xaxins
Palmeiras	Nº de palmeiras (<i>Euterpe edulis</i>) maiores que 2 metros

3.4. Análises Estatísticas:

Para verificar a similaridade entre as trilhas, tendo como atributo a abundância das espécies de aves em cada trilha, será utilizado o método de ordenação de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Para este método, primeiramente é construída uma matriz de similaridade (distâncias) entre as amostras (trilhas), utilizando um coeficiente de distância (*e.g.* Bray-Curtis). Com base nesta matriz é criado um diagrama de dispersão entre as amostras, no qual espera-se que duas amostras que tenham baixo valor de distância sejam posicionadas próximas uma da outra (agrupadas), representando similaridade entre as mesmas (Melo e Heep, 2008). Amostras com distâncias altas, por sua vez, não formarão agrupamentos, representando dissimilaridade.

O próximo passo, como sugerido por Magurram (2005), será completar esta abordagem com uma Análise de Similaridade (ANOSIM). ANOSIM utiliza permutação e testa a hipótese nula, de que não há diferenças na composição das assembléias entre as amostras (Legendre e Legendre, 1998; Magurram, 2005). Este método utiliza a mesma

matriz de distâncias do NMDS, porém as distâncias são transformadas em "ranks" (Legendre e Legendre, 1998; Melo e Hepp, 2008). Ao fim, o método permite testar se há diferenças estatisticamente significativas entre os agrupamentos formados (Clarke, 1993).

Para visualizar a relação entre as espécies, amostras e variáveis ambientais, será utilizado o método de Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Ter Braak, 1986). Este método utiliza duas matrizes, a primeira inclui variáveis respostas (*e.g.* abundância das espécies) em relação às amostras, enquanto a segunda contém variáveis explanatórias (*e.g.* número de árvores largas; densidade de bambu) para as mesmas amostras (Legendre e Legendre, 1998). Estas duas matrizes são relacionadas e o resultado é um diagrama de ordenação das amostras e espécies, e um conjunto de vetores que correspondem às variáveis explanatórias (no caso ambientais) (Melo e Hepp, 2008). De acordo com o tamanho e sentido dos vetores, pode-se avaliar quais amostras e espécies estão mais relacionadas a quais variáveis ambientais (Ter Braak, 1986; Melo e Hepp, 2008).

Todas as análises serão conduzidas no programa estatístico R (R Development Core Team 2010), utilizando o pacote Vegan.

4. Resultados esperados

Tendo em vista estudos prévios, como de Anjos *et al.* (2007) e Silva (2012), espera-se encontrar ao menos duas comunidades distintas de aves no Parque Estadual Mata dos Godoy, uma situada na porção sul do parque e outra na porção norte. Tais porções apresentam diferenças na estrutura da vegetação, portanto, espera-se que essas diferenças sejam refletidas na composição de cada comunidade.

Entre as características estruturais abordadas, espera-se que aquelas que caracterizam o estrato de sub bosque apresentem maior influência sobre as comunidades. A densidade de bambu no sub bosque, por exemplo, cria microhabitats para aves especialistas, promovendo diferenças nas comunidades (Santana e Anjos, 2010). Assim, suspeita-se que esta característica estrutural tenha alta influência sobre as trilhas situadas na porção sul do parque.

Por outro lado, espécies de aves que utilizam o dossel são menos especialistas e parecem sofrer menor influência da estrutura da vegetação e microhabitats (Winkler e

Preleuthner, 2001; Silva, 2012). Assim, espera-se que as características estruturais que refletem melhor a arquitetura do dossel tenham menor influência sobre a composição em todas as áreas.

5. Orçamento

Tabela 2. Orçamento esperado para todo o desenvolvimento do estudo proposto, com base em 60 dias de trabalho em campo. (*) material já disponível para a realização do estudo.

Item	Unidades	Valor unitário	Valor total
Binóculo *	1	800,00	800,00
Gravador digital *	1	650,00	650,00
Câmera fotográfica *	1	1500,00	1500,00
GPS *	1	900,00	900,00
Bota cano longo *	1	70,00	70,00
Colete *	1	100,00	100,00
Prancheta*	1	10,00	10,00
Facão*	2	50,00	100,00
Trena	1	30,00	30,00
Canos PVC (1,50m)	4	4,00	16,00
Combustível	60	10,00	600,00
Alimentação	60	15,00	900,00
Hospedagem	0	0,00	0,00
Total			5676,00
Material já disponível (*)			4130,00
Total efetivo			1546,00

7. Referências Bibliográficas

- ANJOS, L. 2002. Avifauna da bacia do rio Tibagi. In MEDRI, M. E., E. BIANCHINI, O. A. SHIBATA, AND J. A. PIMENTA (Eds). *A bacia do rio Tibagi*. Londrina, Edição dos editores. p. 271-290.
- ANJOS, L. 2007. Eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da riqueza de aves. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15 (2): 239-245.
- ANJOS, L.; VOLPATO, G.H.; LOPES, E.; SERAFINI, P.P.; POLETO, F.; ALEIXO, A. 2007. The importance of riparian forest for the maintenance of bird species richness in Atlantic Forest remnant, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (4): 1078-1086.
- BARDEN, L.S.; BROWN, R.D.; MATTHEWS, J.F.; CROSS, R.E. Vegetation structure and bird species diversity in a north Carolina Piedmont Forest. *The Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 102 (1): 35-41.
- BIBBY, J.C; BURGESS, N.D; HILL, D.A. 1992. *Bird Census Techniques*. British Trust for Ornithology and the Royal Society for the Protection of Birds, Academic Press London, 302 p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. 2007. *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre, 752 p.
- BELSKY, A.J.; CANHAM, C.D. 1994. Forest Gaps and Isolated Savana Trees, An application of patch dynamics in two ecosystems. *Bioscience*, 44 (2): 77-84.
- BRANDT, J.S.; WOOD, E.M.; PIDGEON, A.M.; HAN, L.X.; FANG, Z.; RADELOFF, V.C. 2013. Sacred forests are keystone structures for forest bird conservation in southwest China's Himalayan Mountains. *Biological Conservation*, 166: 34-42.

CAVARZERE, V.; ALVES, F.; MACHADO, E.; REGO, M.A.; SILVEIRA, L.F.; COSTA, M.M.; CALONGE-MENDEZ, A. 2013. Evaluation of methodological protocols using point counts and mist nets: a case study in southeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 53 (26): 345-357.

CEBALLOS, G.; PACHECO, J.; LIST, R. 1999. Influence of prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) on habitat heterogeneity and mammalian diversity in Mexico. *Journal of Arid Environments*, 41: 161-172.

CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.

FAVARO, F.L.; ANJOS, L. 2005. Microhabitat de *Habia rubica* (Vieillot) e *Trichothraupis melanops* (Vieillot) (Aves, Emberizidae, Thraupinae), em uma floresta atlântica no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (1): 213-217.

FAVARO, F.L.; ANJOS, L.; LOPES, E.V.; MENDONÇA, L.B.; VOLPATO, G.H. 2006. Efeito do gradiente altitudinal/latitudinal sobre espécies florestais da família Furnariidae na Bacia do Rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (1): 261-266.

FRONEMAN, A.; MANGNALL, M.J.; LITTLE, R.M.; CROWE, T.M. Waterbird assemblages and associated habitat characteristics of farm ponds in the Western Cape, South Africa. *Biodiversity and Conservation*, 10: 251-270.

HALAJ, L.R.; ROOS, D.W.; MOLDENKE, A.R. 2000. Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies. *Oikos*, 90: 139-152.

HUBBELL, S.P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press. 448 p.

JETZ, W.; RAHBEK, C. 2002. Geographic Range Size and Determinants of Avian Species Richness. *Science*, 297: 1548-1551.

KARR, J.R. 1990. Interactions between forest birds and their habitats: a comparative synthesis. In: KEAST, A. (Ed.). *Biogeography and ecology of forest bird communities*. The Hauge, SPB Academic Publishing. p. 379-386.

KELLER, A.; RODEL, M.O.; LINSÉNMAIR, K.E.; GRAFE, T.U. 2009. The importance of environmental heterogeneity for species diversity and assemblage structure in Bornean stream frogs. *Journal of Animal Ecology*, 78: 305-314.

LEE, D.C.; MARDSEN, S.J. 2008. Increasing the value of bird-habitat studies on tropical forests: choice of approach and habitat measures. *Bird Conservation International*, 18: 109-124.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam. 853p.

LEIBOLD, M.A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; AMARASEKARE, P.; CHASE, J.M.; HOOPE, M.F.; HOLT, R.D.; SHURIN, J.B.; LAW, R.; TILMAN, D.; LOREAU, M.; GONZALEZ, A. 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*, 7: 601-613.

LOPES, E.V.; VOLPATO, G.H.; MENDONÇA, L.B.; FAVARO, F.L.; ANJOS, L. 2006. Abundância, microhabitat e repartição ecológica de papa-formigas (Passeriformes, Thamnophilidae) na bacia hidrográfica do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (2): 395-403.

MACARTHUR, R.H. 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. *The American Naturalist*, 98: 387-397.

MACARTHUR, R.H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological Reviews*, 40: 510-533.

MCINTYRE, N.E.; RANGO, J.; FAGAN, W.F.; FAETH, S.H. 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscapes and Urban Planning*, 52: 257-274.

MAGURRAM, A.E. 2005. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford, UK, 256 p.

MELO, A.S; HEPP, L.U. 2008. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (3): 463-486.

POLETO, F.; ANJOS, L.; LOPES, E.V.; VOLPATO, G.H.; SERAFINI, P.P.; FAVARO, F.L. 2004. Caracterização do microhabitat e vulnerabilidade de cinco espécies de arapaçus (Aves: Dendrocolaptidae) em um fragmento florestal do norte do estado do Paraná, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* (Ararajuba), 12 (2): 89-96.

POULSEN, B.O. 2002. Avian richness and abundance in temperate Danish forests: tree variables important to birds and their conservation. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1551-1566.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna: Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

REMM, J.; LOHMUS, A. 2011. Tree cavities in forests - The broad distribution pattern of keystone structure for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 262: 579-585.

ROSINDEL, J.; HUBBELL, S.P.; ETIENNE, R.S. 2011. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography at Age Ten. *Trends in Ecology and Evolution*, 26 (7): 340-348.

SANTANA, C. R. AND L. ANJOS. 2010. Associação de aves a agrupamentos de bambu na porção sul da Mata Atlântica, Londrina, Estado do Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, (Edição em Português. Online) 10 (2): <http://www.biotaneotropica.org.br/>

SAUNDERS, S.C.; LERTZMAN, K.P.; FUCHS, M.A. Bird assemblages associated with vine maple gaps in Coastal Western Hemlock Forests of British Columbia. *Northwest Science*, 80 (3): 165-176.

SILVA, F.C.W. 2012. *Relação entre distribuição espacial e sensibilidade à fragmentação florestal: um estudo de caso em aves suboscines do norte do estado do Paraná*. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 49p.

SILVEIRA, M. 2006. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. In TOREZAN, J. M. D. (Org.) *Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy*. Itedes, Londrina, p. 19-27

STAGOLL, K.; LINDENMAYER, D.B.; KNIGHT, E.; FISCHER, J.; MANNING, A.D. 2012. Large trees are keystone structures in urban parks. *Conservation Letters*, 5 (2): 115-122.

STEVENS, G.C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *The American Naturalist*, 133 (2): 240-256.

TER BRAAK, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology*, 67 (5): 1167-1179.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31: 79-92.

TOREZAN, J. M. D. 2002. Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. In MEDRI, M. E., E. BIANCHINI, O. A. SHIBATA, AND J. A. PIMENTA (Eds). *A bacia do rio Tibagi*. Edição dos editores, Londrina, p. 103-107.

VIELLIARD, J.M.E.; ALMEIDA, M.E.C.; ANJOS, L.; SILVA, W. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In: VON MATTER, S.; STRAUBE, F.C.; ACCORDI, I.A.; PIACENTINI, V.Q.; CANDIDO-JR, J.F. (Orgs). *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. 1ed. Technical Books, Rio de Janeiro, p.47-60.

WILLIAMS, S.E.; MARSH, H.; WINTER, J. 2002. Spatial scale, species diversity, and habitat structure: small mammals in the Australian Tropical Rain Forest. *Ecology*, 83 (3): 1317-1329.

WINKLER, H.; PRELEUTHNER, M. 2001. Behavior and ecology of birds in tropical rainforest canopies. *Plant Ecology*, 153: 193-202.