

Maria Cecília Barbosa de Toledo

**Análise das áreas verdes urbanas
em diferentes escalas visando a
conservação da avifauna**

Botucatu – SP

Dezembro 2007

Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
Campus de Botucatu

Análise das áreas verdes urbanas em diferentes escalas visando a conservação da avifauna

Doutoranda: **Maria Cecília Barbosa de Toledo**

Orientador: **Prof. Dr. Reginaldo José Donatelli**

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia de Botucatu da Universidade
Estadual Paulista, para a obtenção de
Título de Doutor em Ciências
Biológicas, na Área de Zoologia

Botucatu – SP
Dezembro 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – CAMPUS DE BOTUCATU- UNESP

TOLEDO, Maria Cecília Barbosa de
Análise das áreas verdes urbanas em
diferentes escalas visando a conservação da
avifauna/ Maria Cecília Barbosa de Toledo. –
Botucatu: [s.n.], 2007.

Tese (doutorado) – Instituto de Biociências
de Botucatu, Universidade Estadual Paulista,
2007.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo José
Donatelli

Palavras-chaves: Avifauna urbana, ecologia de
aves, áreas verdes, paisagem

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Reginaldo José Donatelli
Orientador

A esperança é filha de um
sentimento que move
montanhas, a fé.

Aos meus pais Cecília e Odwal,
aos meus filhos Mariana e
Rafael e a minha irmã
Celene, eu dedico todo meu
trabalho e amor.

Agradecimentos

Mais que qualquer agradecimento é um sentimento de gratidão às duas pessoas as quais sempre me incentivaram: meu orientador Profº Drº Reginaldo Donatelli e minha irmã Neiva Maria Robaldo Guedes Cardoso.

Ao Carlos Alberto Lage Saad que gentilmente leu e corrigiu os textos sem entender do assunto e fez o caminho mais alegre.

Às minhas amigas Cristina e Fátima que sempre emprestaram os ouvidos e os ombros nos momentos tanto de alegria quanto de cansaço.

Aos meus estagiários Patrícia, Denise, Marco Antonio, Daniel, Eliazar e Marco que auxiliaram nesse trabalho e tiveram paciência para escutar minhas idéias.

À Maria Célia Villac, que sempre me mostrou como são as coisas e as criaturas e me quebrou muitos galhos.

À Carolina Demétrio que se tornou uma boa amiga e companheira ao longo desse curso.

À todos que sempre estiveram ao meu lado torcendo e me aconselhando para que eu nunca abandonasse o caminho certo.

Que Papai do Céu ilumine a todos.

SUMÁRIO GERAL

Lista de Figuras.....	iii
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de Anexos.....	ix
Prefácio.....	01
Capítulo 1: Relação entre diversidade de aves e tamanho da área, tipo de vegetação e grau de urbanização.....	05
Resumo.....	05
Introdução.....	06
Material e Métodos.....	08
Área de estudo.....	08
Levantamento das aves urbanas.....	09
Levantamento da vegetação nas áreas amostrais.....	11
Resultados.....	12
Estrutura da comunidade de aves urbanas.....	13
Análise da diversidade de aves e grau de urbanização.....	21
Discussão.....	23
Referências Bibliográficas.....	30
Capítulo 2: Conectividade entre as áreas arborizadas e a conservação da diversidade de aves.....	43
Resumo.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	47
Área de estudo.....	47
Análise estrutural da paisagem urbana.....	48
Levantamento das aves urbanas.....	51

Análise da diversidade.....	52
Resultados.....	52
Discussão.....	59
Referências Bibliográficas.....	64

Capítulo 3: Preferência de cor de flor e disponibilidade de recurso floral para aves nectarívoras em áreas verdes urbanas.....	70
Resumo.....	70
Introdução.....	71
Material e Métodos.....	74
Área de estudo.....	74
Observação das aves.....	74
Análise da reflectância das flores artificiais e naturais.....	78
Resultados.....	79
Discussão.....	88
Referências Bibliográficas.....	95

Capítulo 4: Análise de forrageamento do beija-flor tesourão, <i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788), em um parque urbano.....	104
Resumo.....	104
Introdução.....	105
Material e Métodos.....	108
Área de estudo.....	108
Observações de forrageamento.....	109
Resultados.....	112
Discussão.....	117
Uso dos recursos disponíveis.....	117
Tipo de recurso alimentar.....	119
Sazonalidade e o tipo de fonte alimentar.....	122
Referências Bibliográficas.....	123

Considerações Finais..... 129

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1: Análise de componentes principais para as espécies mais freqüentes e abundantes e variáveis do hábitat (número de árvores e tamanho da área). N= 10; Eigenvalues: Fator 1= 3,416583 Fator 2= 1,483748..... 17
- Figura 2: Dendrograma completo resultante da análise de *cluster* quanto à distância de similaridade (distância euclidiana) entre as espécies mais abundantes da área de estudo..... 20
..
- Figura 3: Análise canônica de grupamento dos dados de espécies e parâmetros dos locais estudados. Análise canônica: R= 0,91405; Canonical R: 0,91405; Chi²(18)=71,968 p=0,0000; número de variáveis left: 2, número de variáveis right: 9; número de casos: 42; redundância total: 71% e 22%..... 22
- Figura 4: Médias, desvio padrão e erro padrão dos índices de diversidade (H') para as amostras localizadas em áreas de alto (nível 1), médio (nível 2) e baixo nível (nível 3) de urbanização..... 2
3
..

Capítulo 2

Figura 1: Mapa de localização do Município de Taubaté, Vale do Paraíba Paulista.....	48
Figura 2: Área urbanizada do município de Taubaté e as áreas verdes arborizadas. Na área central estão representados os círculos com raios de 500m a partir do ponto central urbano.....	50
Figura 3: Definição das sete áreas verdes arbóreas e as classes de distância a partir de cada uma delas.....	51
Figura 4: Distribuição espacial das áreas verdes urbanas (ha) e da área total do polígono de acordo com as classes de distância.....	53
Figura 5: Porcentagem de área arborizada encontrada para cada uma das classes de distância a partir do ponto central amostral.....	53
Figura 6: Relação entre tamanho total e número de áreas verdes arbóreas (polígonos).....	54

Figura 7: Área (ha) coberta com espécies arbóreas nos primeiros 200 m a partir do ponto central de cada polígono formado pela área verde arborizada pública.....	55
Figura 8: Total de área no entorno das áreas arborizadas num raio de 400 e 600 m de distância.....	56
Figura 9: Relação entre as classes e o número de polígonos e área total de áreas arborizadas a partir das áreas públicas selecionadas.....	57
Figura 10: Relação entre diversidade de aves e tamanho de área e número de áreas verdes arborizadas nas distâncias de 0-200 e 200-400 m.....	58

Capítulo 3

Figura 1: Ramos de flores e nectários artificiais utilizados colocados junto à vegetação arbórea.....	76
Figura 2: Detalhe da flor artificial contendo o néctar no interior...	77
Figura 3: Localização dos ramos florais: A) ramos lilás, amarelo e vermelho abaixo da copa das árvores e B) ramo branco na borda da copa das árvores.....	77

Figura 4: Número de registros obtidos de acordo com o intervalo de 11 horas de observação.....	79
Figura 5: Total de visitas para as diferentes espécies de cores de flores nas primeiras 20 horas de observação.....	80
Figura 6: Número de visitação das 4 espécies observadas para cada cor e por localização das flores.....	82
Figura 7: Curva de reflectância das flores mais abundantes em área urbana e que são visitadas por aves nectarívoras (A: magenta; B: vermelha; C: camarão-vermelho flor e bráctea; D: lilás (Ipê-roxo interno e externo), E: Amarela e F: branca).....	85
Figura 8: Curva de reflectância das flores artificiais e naturais vermelhas, lilás, amarelas e brancas.....	86

Capítulo 4

Figura 1: Imagem de satélite OrtoQuickColor 2006; 0.60m de resolução; UTM, Datum WGS 84) da área urbana de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. Em destaque a área de estudo Parque Municipal

Renato	Corrêa	109
Penna.....		
.....		

Figura 2: Variação mensal no número de visitas em flores e folhas realizado por <i>E. macroura</i> (eixo esquerdo) e dados de chuva da Estação Meteorológica da Universidade	de	117
Taubaté.....		

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1: Relação das espécies registradas no levantamento quantitativo e os valores obtidos quanto ao número de indivíduos por espécie (N), Frequência de ocorrência (FO), Índice pontual de abundância (IPA), Local e Grupos Tróficos (GT).....	15
Tabela 2: Resultados da correlação de Pearson entre as sete espécies mais freqüentes e abundantes com as variáveis tamanho da área e número de árvores.....	16
Tabela 3: Regressão múltipla para variável tamanho da área e as espécies que obtiveram os maiores índices de freqüência de ocorrência (n=42).....	18
Tabela 4: Regressão múltipla para variável número de árvores e as espécies que obtiveram os maiores índices de freqüência de ocorrência (n=42).....	19

Capítulo 2

Tabela 1: Resultados da correlação de Pearson (r) e da regressão linear (R^2) entre diversidade de aves e tamanho de área e entre diversidade e número de polígonos.....	58
--	----

Capítulo 3

Tabela 1: Espécies produtoras de flores registradas na área urbana que foram visitadas por aves nectarívoras (Nec) e insetos (ins). As medidas de reflectância mediana, além das informações quanto a período de floração, cor e origem das espécies.....	83
---	----

Capítulo 4

Tabela 1: Espécies de plantas visitadas por <i>E. macroura</i> , a abundância relativa (AR) na área de estudo, e número de visitas por planta tanto para forrageamento quanto para defesa territorial.....	113
Tabela 2: Resultados do Pré-Teste Friedman (FR) e Pós-teste Dunn (D) utilizado para verificar as diferenças entre o comportamento de <i>E. macroura</i> para alimentação e defesa de territorial. As plantas que apresentaram uma abundância relativa menor que 10% na área de estudo, foram excluídas das análises.....	114
Tabela 3: Pré-teste Friedman (FR) e Pós-teste Dunn usado para verificar as diferenças entre o comportamento de <i>E. macroura</i> para alimentação. As plantas que apresentaram uma abundância relativa menor que 10% na área de estudo, foram excluídas das análises.....	115

ÍNDICE DE ANEXOS

Capítulo 1

- Anexo 1: Lista de espécies de vegetais encontrados nas áreas verdes avaliadas, contendo o número de indivíduos e a abundância relativa..... 36
- Anexo 2: Espécies registradas nas áreas de amostragem e de acordo com (1) Ocorrência: Ev – eventual com apenas um registro ou com ocorrência em uma área, Co – comum e Mg – migratória; (2) Habitat: Ag: água, Ar – Atmosfera, Ca – Campo, Cs – Campo sujo; CP – Capoeira, Arb – Arbóreo, AC – Área construída; (3) Local do registro: C- área urbana e P – periferia. 38

Capítulo 3

- Anexo 1: Lista de espécies de plantas arbóreas com número de indivíduos e abundância relativa por área amostral (Praças)..... 100
- Anexo 2: Lista de espécies, número de indivíduos e abundância relativa das espécies acima de 2 m registrados em ruas e avenidas..... 103

Prefácio

O ecossistema urbano é o que mais cresce no mundo segundo as Nações Unidas (2002), em 2030 o índice de urbanização será 46% maior, o que equivale dizer que a área ocupada pela urbanização será significativamente maior. Da mesma forma a pressão de exploração nas áreas naturais também será maior e muito pouco será preservado. Nesse contexto, as áreas urbanas ganham uma grande importância como um ecossistema que está diretamente relacionado com o bem estar e qualidade de vida do ser humano, sendo que as outras espécies presentes nas áreas urbanas desempenham um papel fundamental no bem estar do próprio Homem. Assim, este trabalho foi realizado com o intuito de conhecer e levantar novas linhas de pesquisa que possam contribuir com a ecologia de aves urbanas.

Investigar as variáveis, tanto bióticas quanto abióticas, relacionadas com diversidade que resulte em alternativas para melhorar o ambiente antrópico, tornando-o menos inóspito possível para as outras espécies, em especial a avifauna. As aves são bem conhecidas e muitas espécies representam paz, bem estar e estado de contemplação ao Homem além de serem conspícuas nas áreas urbanas.

Por isso o objetivo geral deste trabalho foi buscar padrões estruturais em diferentes escalas e níveis de organização ecológica que poderiam elucidar a diversidade de espécies de aves em áreas verdes urbanas. Como ponto de partida foi utilizado as bases teóricas da Biologia da Conservação que buscam explicar a diversidade observada em áreas naturais que passaram pelo processo de fragmentação, tais como Teoria de Biogeografia de ilhas, Teoria de Metapopulações e Teoria dos Corredores Ecológicos.

A partir de um “brainstorm” surgiram questões que nortearam o delineamento do trabalho, tais como: Qual a estrutura da comunidade

de aves urbanas? Quais as principais variáveis associadas à diversidade de aves no ambiente urbano? Como elas se mantêm em um ambiente aparentemente inóspito? Quanto maior a área verde maior a diversidade? O ambiente urbano satisfaz as necessidades das espécies nativas? Buscando respostas a essas e outras perguntas o trabalho resultou em quatro capítulos, sendo:

Capítulo 1: Nesse capítulo foram estudados as variáveis locais, tamanho da área e estrutura da vegetação com o objetivo de conhecer e explicar a maior ou menor diversidade de aves em áreas verde urbanas. Além disso, foi avaliado o efeito do índice de urbanização na diversidade de aves. Os resultados apontaram que tamanho da área e estrutura da vegetação tem pouca influencia na diversidade de aves, mas em nível de população *Eupetomena macroura* e *Coereba flaveola* mostraram uma forte relação com a vegetação. Outro resultado obtido foi a expressiva interferência do índice de urbanização na diversidade de aves, onde nas áreas fortemente urbanizadas ocorre um baixo número de espécies. Baseado nesses resultados discutiu-se duas hipóteses para explicar a diversidade de aves: a primeira seria em escala de paisagem e a segunda em nível de espécie. No primeiro caso a conectividade e a quantidade de áreas verdes como parâmetros importantes para a conservação das aves presentes nas áreas verdes urbanas; e no segundo caso, as características das espécies que possibilitam uma melhor adequação nas áreas verdes urbanas.

Capítulo 2: Este tópico teve como objetivo avaliar a diversidade de aves em escala de paisagem. Para tanto foi realizado um trabalho utilizando geoprocessamento onde foram avaliadas espacialmente as áreas verdes urbanas presentes em uma região urbanizada. Em seguida foram selecionadas 8 áreas verdes arborizadas públicas, onde foi realizado o levantamento da avifauna e das espécies arbóreas, em cada uma dessas amostras. A partir de um ponto central das áreas amostrais foi

realizada uma análise quanto ao número e tamanho total das áreas verdes arbóreas em função da distância, de forma a se obter uma noção de isolamento da área amostral. Os resultados mostraram que a conectividade é um fator importante para a diversidade de espécies de aves, isto é, a conectividade explica cerca de 70% da diversidade da avifauna.

Capítulo 3: Como resultado obtido no capítulo 1 a abundância da vegetação foi importante para *Eupetomena macroura* e *Coereba flaveola*, ambas espécies nectarívoras. Este fato chamou a atenção, porque no levantamento das espécies arbóreas realizado nas áreas verdes observou-se que as mesmas não apresentavam recurso suficiente para essas duas espécies. Assim o objetivo desse capítulo foi conhecer qual a preferência de cores de flores das espécies nectarívoras e avaliar o tipo de recurso disponível na área urbana para essas espécies. Os resultados apontaram para uma ausência espacial e temporal para essas espécies. No entanto, tais espécies sempre se encontram em abundância em todas as áreas verdes avaliadas. Assim, discutiu-se a importância de um estudo em nível de espécie abordando o comportamento dos nectarívoros urbanos, baseado na hipótese de complementação ou mesmo substituição da fonte alimentar viabilizando assim a permanência destas em áreas urbanas.

Capítulo 4: Agora tendo como foco *Eupetomena macroura* foi realizado um estudo com o objetivo de se observar o tipo de recurso alimentar utilizado pela espécie nas áreas verdes. Para tanto foi realizada observação de comportamento alimentar durante os meses úmidos e secos isto é, em períodos de maior e menor disponibilidade de flores. Os resultados mostraram que no caso do *E. macroura* ocorre uma ampliação do nicho trófico, em que nos meses de escassez de néctar a espécie complementa ou mesmo substitui sua dieta com artrópodes.

Assim sendo, a capacidade de permanência dessa espécie nos centros urbanos se deve a uma plasticidade comportamental inerente a espécie.

Ao final desse trabalho observou-se que muitos são os aspectos a serem explorados nas áreas urbanas, sendo este um laboratório para que se possa entender a capacidade da avifauna de se adequar a ambientes antropizados. Pode-se ainda definir técnicas de manejo adequadas para manutenção da diversidade de aves, como aumento da conectividade e enriquecimento da vegetação presentes nas áreas urbanas, de forma a melhorar a disponibilidade de recursos utilizados pelas aves.

Capítulo I

Análise da diversidade de aves quanto ao tamanho de área, tipo de vegetação e grau de urbanização.

Resumo: O objetivo deste capítulo foi analisar variáveis locais para explicar a diversidade de aves nas áreas urbanas. Para tanto foi realizado um levantamento de aves qualitativo e outro quantitativo, sendo utilizados os métodos: exaustivo e pontos fixos, respectivamente. Também foram realizados levantamento e classificação da vegetação arbórea (acima de 2 m de altura). Foram selecionadas 40 áreas amostrais divididas em áreas verdes e urbanas. Para análise dos resultados foi utilizado teste χ^2 e correlação de Pearson. Também foram realizadas análises de ordenação de dados, como CCA, PCA e CA. As variáveis ambientais locais foram: tamanho da área e características da vegetação (número de espécies e número de indivíduos) e as variáveis dependentes foram: diversidade (H'), abundância e frequência de ocorrência das espécies de aves. Quanto aos resultados obtidos para diversidade, nenhuma correlação com tamanho da área, abundância e número de espécies arbóreas. Em nível de população observou-se uma forte correlação entre *Eupetomena macroura* e tamanho da área e presença de vegetação arbórea. Outro resultado importante foi a significativa influencia do grau de urbanização na diversidade de aves. Sendo que as áreas mais urbanizadas apresentaram menores índices de diversidade quando comparados às áreas menos. Os resultados indicam que a presença de vegetação arbórea é a que melhor explica a diversidade de aves urbanas. No entanto, esse resultado não foi expressivo indicando que outras variáveis tanto em escala de paisagem quanto em nível de espécie poderiam também contribuir para diversidade de aves em centros urbanos.

I. INTRODUÇÃO

Os centros urbanos constituem a representação máxima de alteração do meio ambiente realizada pelo homem. Até mesmo as áreas verdes urbanas, na maioria das vezes, são planejadas e construídas sob a ótica exclusiva do homem e não do ecossistema como um todo. Esta visão antropocêntrica tem sido reavaliada e o conceito de qualidade de vida encontra-se ligada a outras questões como qualidade do ar, fauna e flora silvestre, além de outros fatores que tentam amenizar o estresse que a urbanização provoca (Bolund & Hunhammar 1999; Attwell 2000).

Vários são os fatores e as inter-relações entre os níveis de organização que são responsáveis pela diversidade de espécies entre diferentes locais ou regiões. São eles: processos ecológicos, evolucionários, históricos e as circunstâncias biogeográficas, todos importantes para se determinar a dimensão espacial e temporal da diversidade de espécies (Owens *et al.* 1999; Schluter & Ricklefs 1993; Bennett 1997; Cronk 1997).

Segundo Rosenzweig (1995), o número de espécies dentro de uma área pequena, composta por um hábitat relativamente uniforme, tende a ser reduzida em função de processos como: exclusão competitiva, super exploração e variação estocástica. Já os processos regionais amenizam os processos locais de forma a elevar a diversidade por meio de processos como: movimento de indivíduos entre habitats e entre fragmentos, produção de novas espécies e processos de troca de espécies entre regiões. Sendo assim, áreas pequenas que teoricamente abrigam poucas espécies, pode ser favorecida pelo contexto regional.

No entanto esses fatores determinantes da diversidade são melhores conhecidos para áreas naturais quando comparados a ambientes antrópicos, que sofrem modificações rápidas, proporcionando uma maior variação na estrutura da vegetação e

conseqüentemente nas comunidades de aves. Nas áreas urbanas a preservação e/ou estabelecimento de áreas verdes arborizadas não ocorre aleatoriamente, com o agravante que na grande maioria são pequenas e pouco é mantido da vegetação natural, quando não ocorre a substituição total das espécies nativas por espécies exóticas Argel-de-Oliveira (1996).

A avifauna responde a essas mudanças de forma variada. Algumas espécies de aves são desfavorecidas ao contrário de outras espécies que se favorecem no novo ambiente. As aves fazem parte do ecossistema urbano, sendo algumas espécies conhecidas e admiradas pela população urbana. Nesse sentido as aves são bons bio-indicadores da diversidade urbana, isto por ser de fácil identificação, ser um grupo muito estudado biológico e ecologicamente, suas espécies são predominantemente diurnas e ocupam uma ampla variedade de nichos.

Além dessas facilidades, as aves possuem um grande valor social por que sempre foram seres que inspiraram o Homem, sendo sinônima de paz, tranqüilidade, alegria entre outras qualidades que dão ao grupo um alto valor social (Clergeau *et al.* 2001). No Brasil poucos são os trabalhos realizados em áreas urbanas (Matarazzo-Neuberger 1995 e 1986; Franchin & Marçal Jr. 2000; Hofling & Camargo 2002; Develey & Endrigo 2004). Porém, poucos estudos realizados nas cidades brasileiras avaliaram a estrutura da avifauna urbana em função da capacidade de suporte do habitat, com o objetivo de entender os processos de colonização e estabelecimento dessas espécies no ambiente urbano. Dessa forma o objetivo desse trabalho foi analisar as variáveis que podem estar influenciando a diversidade e abundância das espécies em áreas verdes urbanas arborizadas.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O trabalho foi realizado na cidade de Taubaté que se localiza no Vale do Paraíba Paulista, nas coordenadas LONGITUDE 45° 33' 20" W e LATITUDE 23° 01' 35" S. O município conta com uma área total de 626 km² apresentando uma área urbanizada de 106 km². Dentro da área total urbanizada estão incluídos distritos, vilas rurais, entre outros tipos de ocupação periférica àquela urbana propriamente dita que apresenta 32,5 km² (IBGE 2000).

A cidade está localizada em sua maior parte em uma região plana sobre terrenos sedimentares com uma altitude média de 500 a 575 metros. A região de Taubaté encontra-se sob o domínio de Floresta Atlântica úmida. No entanto, pode-se encontrar manchas isoladas de cerrado e floresta estacional semidecidual (RADAMBRASIL 1985).

O clima da região de Taubaté caracteriza-se por um verão extremamente chuvoso com 42% do total da precipitação anual e o inverno seco com apenas 7% do total de chuvas anuais. Dessa forma, segundo a classificação de Thomthwaite o clima é B1rB3 'a', que determina um clima muito úmido com pequena ou nenhuma deficiência de água no solo; e mesotérmico, com evapotranspiração potencial anual de 964 mm ocorrendo no verão, segundo Fisch (1995).

Segundo Oliveira *et al.* (1999), o solo da região de Taubaté é caracterizado como: 1) LVA40: Latossolo vermelho-amarelo: distrófico com relevo suave ondulado e plano mais Argissolos vermelho-amarelo: distrófico latossólicos com relevo suave ondulado, ambos Amarelos moderado com textura argilosa; 2) GM: Gleissolos Malânicos, Gleis Húmicos, Hidromórficos Cinzentos: distróficos, Tb (argila de atividade baixa; CTC < 27 cmol₀/kg argila) com textura argilosa, mais Neossolos

Flúvicos, Tb (argila de atividade baixa; CTC < 27 cmol₀/kg argila) com textura média e mais Organossolos Distróficos, todos com relevo de várzea.

A caracterização topográfica segundo Oliveira *et al.* (1999): Plano: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%. Também são considerados planos os terrenos de várzea que correspondem às áreas situadas em planície aluvial; Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 100 m), apresentando declives suaves, variando de 8 a 20%.

Levantamento das aves urbanas

Os levantamentos foram realizados em dois tipos de habitats distintos:

1. Levantamentos das áreas arborizadas: Em todas as áreas onde foi realizada a caracterização da cobertura vegetal arbórea como número de espécies e de indivíduos (Anexo 1).
2. Levantamentos em áreas residenciais: as observações foram conduzidas na área perimetral dos quarteirões. Foram adquiridas informações quanto à avifauna, vegetação e também um levantamento da densidade de edificações/urbanização. Quanto à densidade de urbanização (número de casas por área do quarteirão), foram definidas três classes: 1) áreas com alta densidade de moradias (menor que 150m² por residência), 2) áreas com média densidade (entre 150 e 300m² por residência) e 3) áreas com baixa densidade de moradias (maior que

300m² por residência). O número de amostras foi: 10 quarteirões para as áreas de baixa densidade e alta arborização; 10 quarteirões para média densidade e média arborização e 10 quarteirões para alta densidade e baixa arborização.

No total entre áreas arborizadas e residenciais foram amostradas 40 áreas, sendo 30 amostras em áreas urbanizadas divididas em alta, média e baixa urbanização e 10 amostras em áreas arborizadas públicas. As áreas amostrais foram definidas aleatoriamente por meio de sorteio, porém as áreas arborizadas públicas foram visitadas de acordo com a acessibilidade.

Também foram realizados quatro transectos que iniciavam no centro da cidade e terminava nas áreas periféricas. Os transectos obedeceram aos pontos cardinais norte, sul, leste e oeste.

Para a observação das aves foram utilizados um binóculo (Nikon 10 x 42 mm) e guias de identificação de aves que foram: Schauensee & Phelps (1987), Frisch (1981), Dunning (1982), Sick (1997), Hofling & Camargo (2002) e Develey & Endrigo (2004) a nomenclatura das espécies seguiu o CBRO (2007). As observações foram realizadas no período matutino, das 5h00 as 11h00 horas. O método utilizado foi por caminhamento exaustivo (qualitativo) e por pontos (quantitativo) segundo Vielliard & Silva (1989).

Para categorização das maneiras de forrageamento foram utilizados grupos funcionais. Considerando-se grupo funcional o conjunto de espécies provavelmente capaz de interagir competitivamente, por usarem recurso similar em caminhos similares (Root 1967). Os grupos foram estabelecidos segundo Karr (1990) modificado para as condições urbanas. Assim, foram utilizadas duas características: (1) tipo de alimento: insetos (ins), frutos e sementes

(fru); néctar (nec); semente de gramíneas (gran); ou onívoros (oni); (2) Ambiente onde uma espécie realiza o nicho: Ag: água, Ar – Atmosfera, Ca – Campo, Cs – Campo sujo; CP – Capoeira, Arb – Arbóreo, AC – Área construída. Ainda foram coletadas informações bibliográficas e de campo quanto à (3) Ocorrência: Ev – eventual com apenas um registro ou com ocorrência em uma área, Co – comum e Mg – migratória e (4) ao local do registro: C - área urbana e P – periferia.

Análise da Diversidade (H'):

Primeiramente foi analisada a diversidade total da cidade de Taubaté, depois por área amostrada. Para tanto, se utilizou os Índices de Shannon-Wiener e Pontual de abundância por espécie, segundo Magurran (1988).

Levantamento da vegetação nas áreas amostrais:

O levantamento foi realizado nas áreas verdes, ruas e avenidas selecionadas para o trabalho. Os indivíduos foram identificados, contados e classificadas. Para tanto foi realizada coleta do material biológico (folhas, flores e frutos) e confeccionadas as exsiccatas que se encontram depositadas na coleção do Laboratório de Botânica da Universidade de Taubaté (Anexo 2).

Análise dos dados

1. Variável dependente diversidade x variáveis independentes, tamanho e vegetação das áreas verdes urbanas: inicialmente foi realizada correlação de Pearson utilizando e análise de ordenação de Componentes Principais. Posteriormente foi utilizada regressão múltipla para conhecer qual das variáveis independentes melhor explicaria as abundâncias das espécies que ocorreram em todas as áreas amostradas. Por último foi

realizado uma análise de cluster (distância euclidiana) para saber quais grupos de espécies são similares quanto às características do ecossistema urbano, para tanto também foi realizado uma análise canônica para toda a comunidade de aves.

2. Variável dependente diversidade x variável independente, grau de urbanização: o grau de urbanização foi estabelecido de acordo com as classes alto, médio e baixo índice de urbanização. Foram realizados teste não paramétrico (χ^2) de comparação entre as classes segundo Zar (1997).

III. RESULTADOS

Foram realizadas aproximadamente 250 horas de observação onde foram identificadas 107 espécies pertencentes a 36 famílias. Dessas espécies apenas duas, *Columba livia* e *Passer domesticus*, são exclusivas das áreas urbanas. No entanto, o nicho dessas espécies difere entre si, sendo que a maior parte da população da *C. livia* encontra-se nas praças e se alimentam no chão, enquanto que a segunda espécie encontra-se em praticamente todos os nichos que o ecossistema urbano oferece.

Entre o total observado 49 espécies ocorrem no centro e na periferia da cidade sendo que 26 foram comuns em áreas urbanas e periféricas. Nove espécies foram mais abundantes nas cidades que nas áreas menos alteradas e 23 espécies foram mais abundantes nas áreas periféricas, estando presente raramente ou acidentalmente nas áreas urbanas. Porém, se for considerada apenas as informações quanto a presença e ausência das espécies de aves, a diferença entre áreas altamente urbanizadas e as áreas menos urbanizadas que circundam as cidades, a diferença é de apenas três espécies. Quanto ao tipo de habitat, 43 espécies são de áreas abertas como campo e campo sujo, e 36 espécies estão associadas a algum tipo de vegetação mais arbórea

como aquelas presentes em capoeiras, fragmentos secundários e áreas verdes arborizadas (Anexo 2).

Estrutura da comunidade de aves urbanas

Foram realizadas aproximadamente 250 horas de observações, sendo que destas, 168 foram dedicadas ao levantamento quantitativo. No levantamento qualitativo foram observadas 115 espécies pertencentes a 19 famílias (Anexo 2).

Para o levantamento quantitativo foram registradas 12 famílias e 56 espécies, sendo as mais abundantes *Passer domesticus* (n=628), *Progne chalybea* (n=501), *Columba livia* (n=403), *Notiochelydon cyanoleuca* (n=335), *Columbina talpacoti* (n=321) e *Thraupis sayaca* (n=172), estas espécies representaram 80% da comunidade amostrada. As espécies com abundância média foram: *Coereba flaveola* (n= 72), *Pitangus sulphuratus* (n=57), *Troglodytes aedon* (n=45), *Eupetomena macroura* (n=32), *Sporophila caerulescens* (n=24), *Estrilda astrild* (n=23) e *Tersina viridis* (n=22). As espécies de maior frequência de ocorrência foram *P. domesticus*, *N. cyanoleuca*, *C. talpacoti*, *T. sayaca*, *C. flaveola*, *T. aedon* e *E. macroura*, as quais ocorreram de forma uniforme na maior parte das áreas amostradas (Tabela 1).

Quando correlacionado os resultados obtidos para diversidade (H') com as variáveis: tamanho da área, número espécies e número de indivíduos de plantas, os resultados mostraram que não houve correlação para tamanho da área ($y = 7531,3x + 559,91$; $R^2 = 0,1066$) e nem para vegetação, tanto para o número de indivíduos ($y = -12,271x + 82,006$; $R^2 = 0,011$) quanto para o número de espécies ($y = 84,909x + 8073,4$; $R^2 = 0,185$).

A partir da análise da comunidade foi realizada uma análise em nível de populações considerando-se as abundâncias e ocorrências das mesmas. Isto é, foram utilizados os valores quanto ao número de indivíduos de cada uma das espécies. Primeiramente foi realizada uma análise de correlação entre as sete espécies mais frequentes e as variáveis do hábitat, tamanho da área e número de árvores.

abela 1: Relação das espécies registradas no levantamento quantitativo e os valores obtidos quanto ao número de indivíduos por espécie (N), Frequência de ocorrência (FO), Índice pontual de abundância (IPA), Local e Grupos Tróficos (GT).

Espécies	N	FO	IPA	G.T.
<i>Agelaius ruficapillus</i>	2	0,024	0,017	ins
<i>Amazilia fimbriata</i>	11	0,238	0,169	nec
<i>Amazilia lactea</i>	3	0,071	0,051	nec
<i>Buteo magnirostris</i>	5	0,095	0,068	car
<i>Campstosoma obsoletum</i>	15	0,214	0,153	ins/fru
<i>Coereba flaveola</i>	72	0,548	0,390	nec
<i>Chlorostibon lucidus</i>	10	0,190	0,136	nec
<i>Claravis pretiosa</i>	13	0,167	0,119	gran
<i>Columba cayennensis</i>	2	0,048	0,034	gran
<i>Columba livia</i>	403	0,524	0,373	oni
<i>Patagioenas picazuro</i>	4	0,048	0,034	gran
<i>Columbina minuta</i>	16	0,095	0,068	gran
<i>Columbina talpacoti</i>	321	0,976	0,695	gran
<i>Coragyps atratus</i>	12	0,024	0,017	carn
<i>Crotophaga ani</i>	3	0,048	0,034	ins
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	0,024	0,017	ins/fru
<i>Elaenia flavogaster</i>	2	0,048	0,034	ins/fru
<i>Elaenia sp.</i>	1	0,024	0,017	ins/fru
<i>Estrilda astrild</i>	23	0,095	0,068	gran
<i>Eupetomena macroura</i>	32	0,214	0,153	nec
<i>Euphonia chlorotica</i>	8	0,143	0,102	fru
<i>Fluvicola nengeta</i>	1	0,024	0,017	ins
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	4	0,048	0,034	ins
<i>Leucochloris albicollis</i>	2	0,024	0,017	nec
<i>Machetornis rixosus</i>	3	0,048	0,034	ins
<i>Melanotrochilus fuscus</i>	1	0,024	0,017	nec
<i>Mimus saturninus</i>	4	0,024	0,017	oni
<i>Molothrus bonariensis</i>	1	0,024	0,017	gran/ins
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	13	0,024	0,017	ins
<i>Myiozetetes similis</i>	2	0,024	0,017	ins/fru
<i>Notiochelydon cyanoleuca</i>	335	0,690	0,492	ins
<i>Parula pitaiayumi</i>	1	0,024	0,017	ins
<i>Passer domesticus</i>	628	0,929	0,661	oni
<i>Phylomyias fasciatus</i>	4	0,048	0,034	ins
<i>Picumnus cirratus</i>	4	0,095	0,068	ins
<i>Pitangus sulphuratus</i>	57	0,619	0,441	fru/ins
<i>Progne chalybea</i>	501	0,048	0,034	ins
<i>Serpophaga subcristata</i>	8	0,024	0,017	ins/fru
<i>Sporophila caerulea</i>	24	0,048	0,034	gran
<i>Suiriri suiriri</i>	7	0,048	0,034	ins
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	25	0,071	0,051	ins
<i>Tangara cayana</i>	5	0,071	0,051	fru/ins
<i>Tersina viridis</i>	22	0,048	0,034	fru/ins
<i>Thalurania glaucopis</i>	11	0,190	0,136	nec
<i>Thlypopsis sordida</i>	2	0,048	0,034	fru
<i>Thraupis palmarum</i>	6	0,071	0,051	fru
<i>Thraupis sayaca</i>	172	0,643	0,458	fru/ins
<i>Tordirostrum cinereum</i>	12	0,048	0,034	ins
<i>Troglodytes aedon</i>	45	0,571	0,407	ins
<i>Turdus amaurochalinus</i>	5	0,048	0,034	fru/ins
<i>Turdus leucomelas</i>	6	0,119	0,085	fru/ins
<i>Turdus rufiventris</i>	2	0,024	0,017	fru/ins
<i>Tyrannus albogularis</i>	4	0,071	0,051	ins
<i>Tyrannus melancholicus</i>	9	0,167	0,119	ins
<i>Vireo olivaceus</i>	1	0,024	0,017	ins/fru
<i>Zonothrichia capensis</i>	5	0,048	0,034	gran

O resultado da análise de Correlação de *Pearson* para a variável tamanho da área foi significativo para *Eupetomena macroura*, *Pitangus sulfuratus* e *Coereba flaveola*. Para a correlação entre a variável número de árvores e as espécies com maior Freqüência de Ocorrência os resultados foram significativos para as espécies: *Eupetomena macroura*, e *Coereba flaveola* (Tabela 2). No entanto, de modo geral os valores preditivos (R^2) foram baixos, sendo que apenas *E. macroura* obteve bom resultado para ambas variáveis independentes.

Tabela 2: Resultados da correlação de *Pearson* entre as sete espécies mais freqüentes e abundantes com as variáveis tamanho da área e número de árvores.

Espécies	R (Área)	R^2	P=	(Árvores)		
				R	R^2	P=
<i>Columbina talpacoti</i>	0,243	0,0591	0,121	0,030	0,0008	0,851
<i>Eupetomena macroura</i>	0,712	0,5075	0,000	0,665	0,4419	0,000
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,517	0,2667	0,000	0,268	0,7155	0,087
<i>Troglodytes aedon</i>	-0,077	0,0059	0,626	0,056	0,0031	0,726
<i>Coereba flaveola</i>	0,570	0,3243	0,000	0,635	0,4026	0,000
<i>Thraupis sayaca</i>	0,379	0,1433	0,013	0,357	0,1276	0,020
<i>Passer domesticus</i>	0,241	0,0582	0,124	0,306	0,0937	0,049

Obs: Dados significativos para $p < 0,05$; $n = 42$

Como mostram os resultados obtidos nas análises de componentes principais da Figura 1, as espécies *C. flaveola*, *E. macroura*, *P. sulphuratus* e *T. sayaca*, são as espécies que estão mais associadas aos parâmetros de qualidade de habitat, número de árvores e tamanho da área.

Como a ocorrência das espécies pode ser dependente dos dois aspectos ambientais, procurou-se observar qual a contribuição dessas espécies em um modelo de previsão de ocorrência em áreas verdes

urbanas. Para tanto, foi realizada uma análise de regressão múltipla para as espécies de maior distribuição, tendo como variáveis dependentes *Passer domesticus*, *Columbina talpacoti*, *Thraupis sayaca*, *Coereba flaveola*, *Troglodytes aedon*, *Eupetomena macroura* e *Pitangus sulphuratus* e como variáveis independentes, o número de árvores e o tamanho da área.

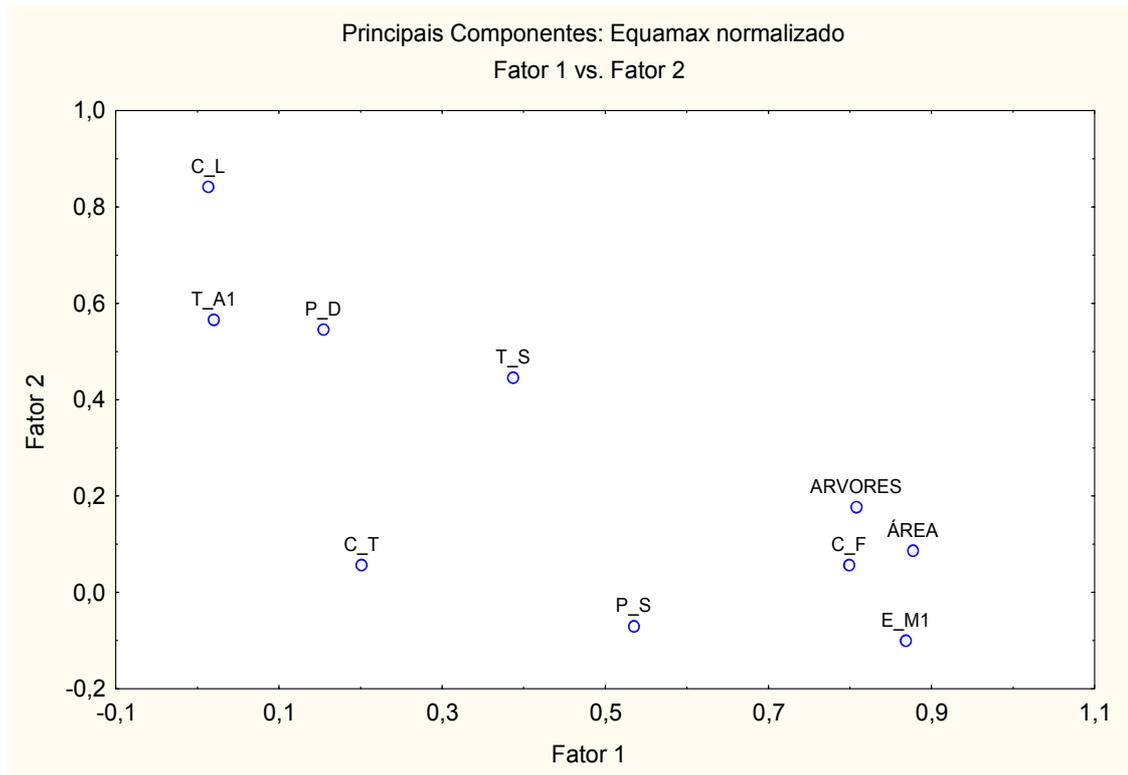


Figura 1: Análise de componentes principais para as espécies mais freqüentes e abundantes e variáveis do habitat (número de árvores e tamanho da área). N= 10; Eigenvalues: Fator 1= 3,416583 Fator 2= 1,483748. (*P. domesticus* (P_D), *C. talpacoti* (C_T), *T. sayaca* (T_S), *C. flaveola* (C_F), *T. aedon* (T_A1), *E. macroura* (E_M1) e *P. sulphuratus* (P_S)).

O resultado da análise realizada utilizando o grupo de espécies mostrou um comportamento que confirma a existência de uma relação entre as espécies com tamanho da área, onde os valores para a validade do modelo linear foram altos e significativos ($R=0,854390$; $R^2=0,729983$; $F(7,34)=13,131$; $p<0,00000$). O peso maior e significativo novamente foi obtido para *Eupetomena macroura* (49%) com relação ao tamanho da área, tornando esta espécie uma boa preditora de tamanho da área (Tabela 3).

Tabela 3: Regressão múltipla para variável tamanho da área e as espécies que obtiveram os maiores índices de frequência de ocorrência (n=42).

Espécies	Beta	SD. de Beta	Nível - p
<i>Columbina talpacoti</i>	0,154275	0,092168	0,103337
<i>Eupetomena macroura</i>	0,490517	0,129490	0,000592
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,271672	0,097202	0,008473
<i>Troglodytes aedon</i>	-0,139633	0,099779	0,170745
<i>Coereba flaveola</i>	0,138490	0,138429	0,324163
<i>Thraupis sayaca</i>	0,199990	0,095913	0,044638
<i>Passer domesticus</i>	0,154672	0,093369	0,106808

$R=0,854390$; $R^2=0,729983$; $F(7,34)=13,131$; $p<0,00000$; SD. estimativo=4882,6. Valores significativos para $p<0,05$.

Para a correlação entre as espécies mais frequentes e o número de árvores (Tabela 4), os resultados apontaram uma relação significativa ($R= 0,79977801$ $R^2= 0,63964486$; $F(7,34)=8,6216$; $p<,000005$) e novamente a maior contribuição foi para *Eupetomena macroura* (43%) seguida de *Coereba flaveola* (34%).

Tabela 4: Regressão múltipla para variável número de árvores e as espécies que obtiveram os maiores índices de frequência de ocorrência (n=42)

Espécies	Beta	SD. de Beta	Nível - p
<i>Columbina talpacoti</i>	-0,126047	0,106475	0,244697
<i>Eupetomena macroura</i>	0,433884	0,149592	0,006489
<i>Pitangus sulphuratus</i>	-0,011528	0,112291	0,918833
<i>Troglodytes aedon</i>	-0,071951	0,115268	0,536658
<i>Coereba flaveola</i>	0,346775	0,159918	0,037213
<i>Thraupis sayaca</i>	0,152588	0,110802	0,177474
<i>Passer domesticus</i>	0,285745	0,107863	0,012153

R= 0,79977801 R²= 0,63964486; F(7,34)=8,6216; p<,000005; SD estimativo= 53,206.
Valores significativos para p<0,05.

Assim, para *E. macroura* quanto maior a área e o número de árvores maior a ocorrência dessa espécie.

Para as espécies que obtiveram maiores valores quanto à abundância e distribuição e frequência foi realizada uma análise de agrupamento para separação dos grupos quanto à similaridade entre elas (Figura 2).

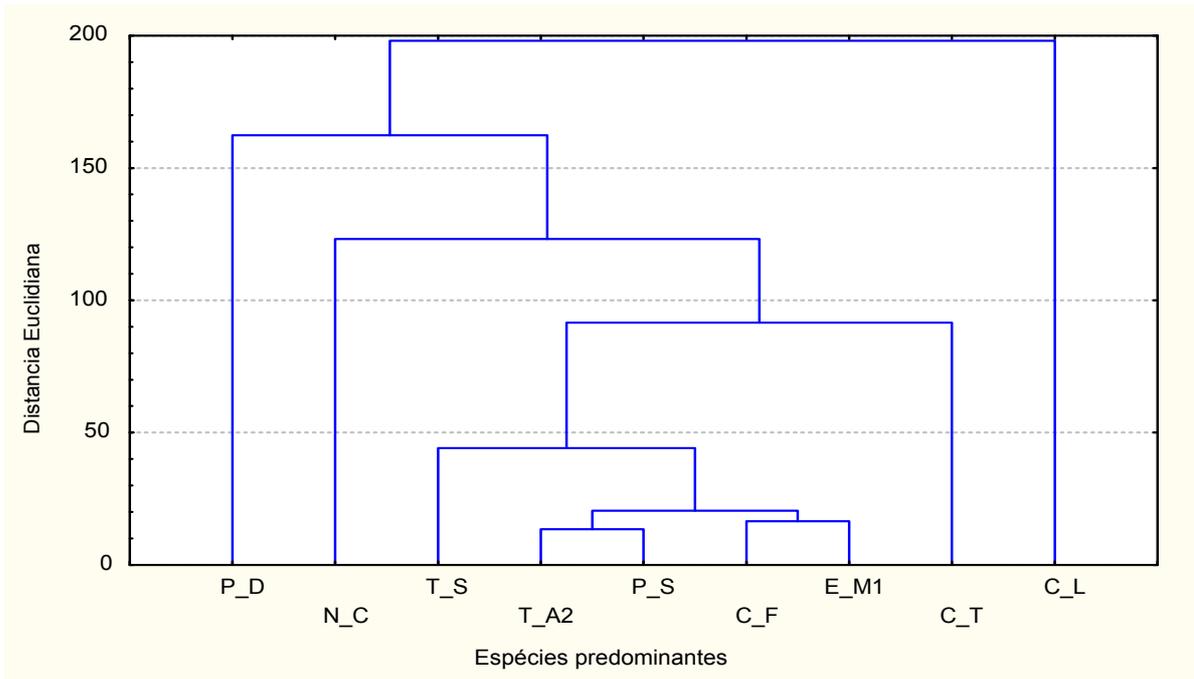


Figura 2: Dendrograma completo resultante da análise de cluster quanto à distância de similaridade (distância euclidiana) entre as espécies mais abundantes da área de estudo (P_D= *P. domesticus*; N_C= *P. cyanoleuca*; T_S= *T. sayaca*; T_A2= *T. aedon*; P_S= *P. sulfuratus*; C_F= *C. flaveola*; E_M1= *E. macroura*; C_T= *C. talpacoti*; C_L= *C. livia*).

Observou-se que os grupos formados foram divididos segundo a sua frequência, *P. domesticus* e *C. livia* são espécies exóticas e extremamente abundantes. No entanto, a distribuição e a frequência diferem entre essas espécies. Sendo que *P. domesticus* ocorre em todas as áreas independentemente da urbanização e da arborização enquanto que *C. livia* tem sua distribuição mais limitada a praças e parques.

Para *P. cyanoleuca* que também possuiu abundância semelhante, porém menor que as duas primeiras observou-se uma frequência uniforme ocorrendo tanto em áreas urbanas quanto arborizadas. O restante das espécies teve uma distribuição que variou da mais dependente das áreas verdes arborizadas as menos dependentes, de

forma que todas elas foram mais ou menos restritas as áreas arborizadas. Como exemplo *P. sulfuratus* comumente ocorre em áreas verdes independente da presença ou não de espécies arbóreas assim como *T. aedon*. Para as outras, *C. flaveola* e *E. macroura* observou-se que ocorrem estritamente em áreas com presença de arbustos e árvores. O mesmo acontecendo com *T. sayaca* que se alimenta basicamente nas copas das árvores. Assim o maior grupo formado por seis espécies são aquelas que possuem variados graus de dependência das áreas arborizadas.

Quanto à análise dos grupos tróficos os resultados mostraram que o grupo mais abundante foi o dos insetívoros seguido pelos onívoros.

Análise da diversidade de aves e grau de urbanização

Como a distribuição e abundância podem estar relacionadas com o tipo de hábitat que as espécies ocupam, foi realizada uma análise canônica para observar se os locais amostrados eram distintos ou não entre si.

A análise resultou em três grupos (Figura 3), sendo eles: um grupo menor formado pelas áreas amostrais que obtiveram maiores índices de abundância de indivíduos, número de espécies de aves e árvores e que possuíam áreas maiores. O segundo grupo contendo um número intermediário de amostras que obtiveram menores valores para todas as variáveis analisadas principalmente de arborização. O último grupo reuniu a grande maioria das amostras que apresentaram grande similaridade entre elas quanto aos parâmetros avaliados.

Observou-se que a comunidade de aves não é uniforme em toda a área urbana, isto é, as áreas mais arborizadas abrigam espécies que não são encontradas em áreas com maior índice de urbanização. Já as áreas construídas e com pouca arborização apresentam uma avifauna

mais homogênea. Observou-se ainda, que algumas amostras arborizadas estavam incluídas no último grupo. Isso se explica por essas áreas estarem isoladas, estando muitas delas ilhadas em um complexo de construções sem jardins ou quintais e ruas sem arborização, causando assim um declínio, principalmente, no número de espécies.

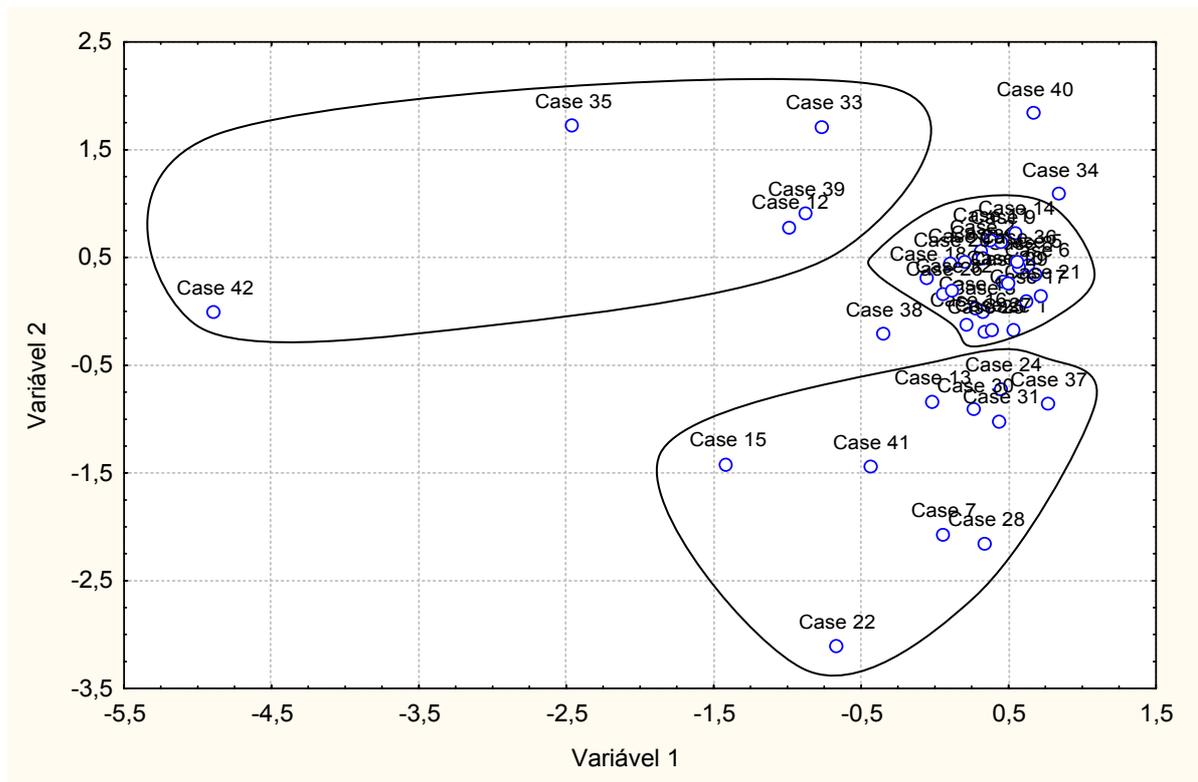


Figura 3: Análise canônica de agrupamento dos dados de espécies e parâmetros dos locais estudados. Análise canônica: $R= 0,91405$; Canonical R: $0,91405$; $\text{Chi}^2(18)=71,968$ $p=0,0000$; número de variáveis left: 2, número de variáveis right: 9; número de casos: 42; redundância total: 71% e 22%.

Os resultados do índice de diversidade (H'), de acordo com os níveis de urbanização estão apresentados na Figura 4. Pode-se observar que os valores de H' foram inversos aos níveis de urbanização, isto é, as áreas com alto nível apresentaram os menores

índices de diversidade e os níveis baixos de urbanização apresentaram os índices mais altos de diversidade.

Os resultados dos testes não paramétricos mostraram que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre nível médio e o de baixa de urbanização ($\text{Chi}^2 1,6$; $p = 0,25$). Para os dados de diversidade encontrados nas amostras com alto nível de urbanização observaram-se diferenças entre as áreas de média ($\text{Chi}^2 = 3,6$; $p = 0,057$) e áreas com alto nível de urbanização ($\text{Chi}^2 = 4,45$; $p = 0,034$).

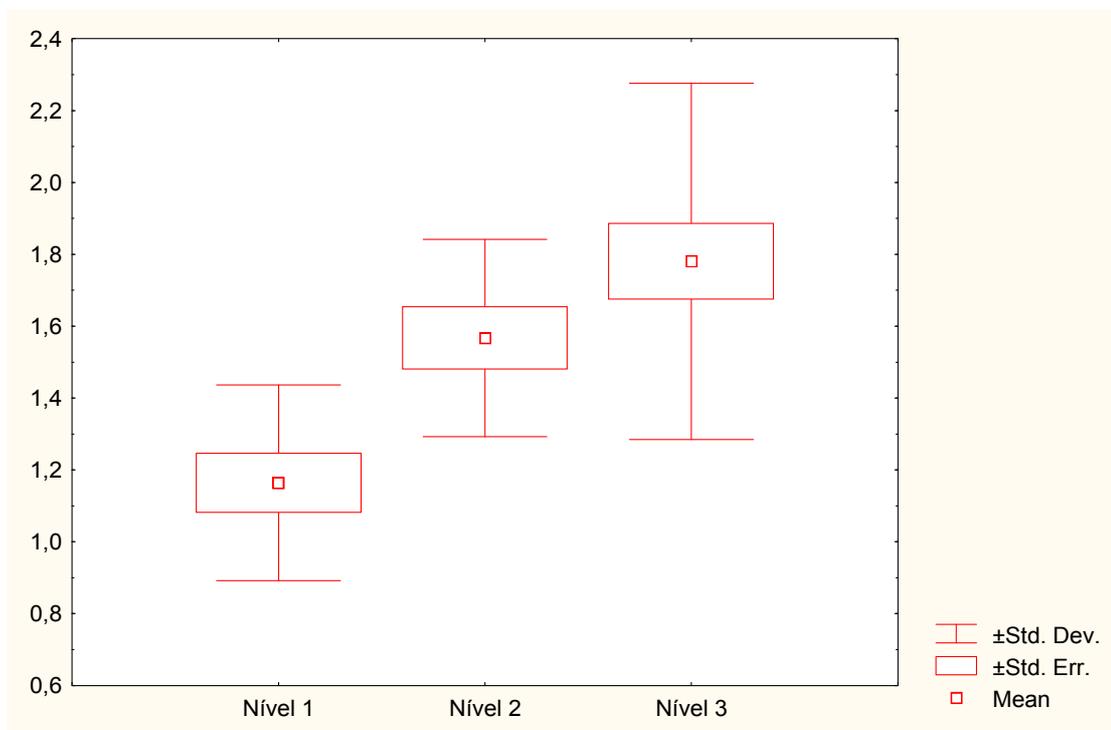


Figura 4: Médias, desvio padrão e erro padrão dos índices de diversidade (H') para as amostras localizadas em áreas de alto (nível 1), médio (nível 2) e baixo nível (nível 3) de urbanização.

IV. DISCUSSÃO

Muitos são os fatores bióticos e abióticos que podem aumentar ou diminuir o número de espécies em uma determinada área natural. Para Owens *et al.* (1999) a taxa de extinção/especiação, que depende de fatores biológicos inerentes à espécie como história de vida e tamanho corporal, são importantes para determinar a diversidade de

espécies de uma dada área natural. No entanto, esses fatores somente são detectados num intervalo de tempo compatível a esses fenômenos. Já fatores abióticos como solo, clima e topografia também podem determinar maior ou menor diversidade de espécies em função da diversidade de habitats (Wiens 1992). O homem desempenha o papel de modificador das características físicas e biológicas do meio e, portanto tornou-se um agente que pode alterar a diversidade de espécies nos ambientes antrópicos.

Argel-de-Oliveira (1996) comenta que as cidades brasileiras tiveram uma ação antrópica profunda de forma a descaracterizar todo o ambiente natural na qual a área urbana está inserida. As áreas verdes que foram mantidas durante esse processo de urbanização não tiveram nenhum planejamento e hoje se observa que a fisionomia vegetal das cidades tem pouco ou quase nada do ambiente natural, tornando a paisagem urbana totalmente diferente da paisagem original (Kirchner *et al.* 1990).

Um bom exemplo da descaracterização da vegetação em áreas verdes urbanas é a predominância da Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) indo de 70% a 50% de incidência em algumas cidades do estado de São Paulo (Souza *et al.* 1990; Winters *et al.* 1992) e 26% nas áreas verdes de Taubaté (Anexo 1). Essa descaracterização das áreas verdes urbanas em relação à vegetação pode explicar a ausência de relação entre estrutura da vegetação e tamanho da área com a diversidade de aves observada neste trabalho. Donnelly & Marzlluf (2004) estudaram fragmentos de diferentes tamanhos em áreas urbanas, suburbanas e periféricas, os resultados dos autores mostraram que as áreas urbanas também não apresentaram relação com tamanho da área nem com a vegetação. Já as áreas periféricas com uma estrutura florestal mais complexa apresentaram uma avifauna mais diversificada.

No entanto, as áreas urbanas parecem favorecer algumas espécies de aves. Argel-de-Oliveira (1996) comenta que, por ser as cidades um ambiente novo, este pode oferecer condições de colonização pela avifauna, principalmente as mais generalistas, as que apresentam uma ampla plasticidade genotípica (Marzlluf 2007 com. pess.) e ainda aquelas que apresentam maior capacidade de dispersão dos indivíduos (Hodgson *et al.* 2007).

Outro fator importante para diversidade de aves é a capacidade de suporte trófico do hábitat. De acordo com Hodgson *et al.* (2007) as espécies mais abundantes nas áreas com alta densidade de casas são onívoras e nectarívoras. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com o autor acima, pois *Columba lívia*, *Passer domesticus*, *Columbina talpacoti*, *Thraupis sayaca*, *Troglodytes aedon* e *Pitangus sulphuratus* podendo ser consideradas todas espécies onívoras e *Coereba flaveola* e *Eupetomena macroura* espécies nectarívoras.

Um trabalho realizado por Matarazzo-Neuberger (1986) analisou a comunidade de aves em áreas verdes localizadas no centro urbano de duas cidades São Bernardo do Campo e Santo André, Estado de São Paulo. O resultado foi um total de 23 espécies para as áreas localizadas em regiões fortemente urbanizadas e com vegetação similar entre elas sendo na maioria espécies exóticas e de importância paisagística. Do total de espécies de aves registradas 97% ocorreram em todos os fragmentos localizados em centros urbanos.

Matarazzo-Neuberger (1995), na mesma região analisou a comunidade de aves em quatro áreas localizadas em áreas suburbanas sendo: PLG com 1,5ha e 32 espécies; CC com 4,2ha e 45 espécies; PAF com 3,5ha e 36 espécies e PDC com 9,3ha e 48 espécies. O autor discutiu os resultados quanto ao número de espécies segundo a diversidade vegetal, sendo as áreas PLG e PAF compostas com baixa variedade de espécies e em sua maioria espécies introduzidas,

enquanto que as outras áreas apresentavam uma vegetação mais variada e algumas espécies arbóreas nativas.

Franchin & Marçal Jr. (2000) na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, realizou o levantamento em cinco áreas verdes urbanas com tamanho que variou entre 1,2 e 0,06 hectares. Os resultados quanto ao número de espécies de aves também não tiveram relação com o tamanho da área, e sim com o número de espécies arbóreas.

Como se observa nos trabalhos de Franchin & Marçal Jr. (2000) e Matarazzo-Neuberger (1986), a relação área-espécie parece ser pouco aparente nos fragmentos localizados nas áreas urbanas. A complexidade da vegetação e conseqüentemente um maior número de nichos parece ter uma influencia maior na determinação de uma maior riqueza de espécies de aves.

Segundo Matarazzo-Neuberger (1995) 19% das espécies observada pelo autor também foram observadas em outras cinco cidades localizadas em diferentes eco-regiões do Brasil e apenas 4% das espécies foram endêmicas da região onde essas cidades estão inseridas. Já o restante das espécies que compunham a comunidade de aves encontrava-se ajustadas ao ambiente urbano estando presente nas áreas verdes urbanas independentemente do tamanho da área. Assim, a relação área x espécie em áreas urbanas parece ocorrer em função da espécie e não da comunidade. Isto é, algumas espécies como *E. macroura* e *C. flaveola* estão mais associadas à área e a presença de espécies arbóreas quando comparada ao restante das espécies. Interessante nesse resultado é que a princípio a cidade parece oferecer pouco recurso alimentar, pelo menos no que se refere às áreas públicas, para manutenção de grandes populações dessas espécies. Uma sugestão nesse caso é que a espécie poderá estar ampliando o nicho realizado, nesse caso a maior ou menor diversidade poderá estar

associada a plasticidade genética da espécie para se ajustar ao meio urbano.

Um trabalho realizado Crooks *et al.* (2004) em San Diego, Estados Unidos, observou que as espécies mais desfavorecidas nas áreas verdes urbanas são as de sub-bosque. Assim, a estrutura da vegetação é considerada como uma variável importante que pode explicar a maior ou menor diversidade de aves. Essa idéia é confirmada por Hostetler & Knowles-Yanes (2003), que argumentam quanto à quantidade e a espécie de árvores serem provavelmente o principal fator que interfere na distribuição das aves em um ambiente urbano. Conforme foi observado nesse trabalho, as áreas com alto índice de urbanização e conseqüentemente pobre em vegetação, apresentaram os menores índices de diversidade.

Rietkerk *et al.* (2002), comentam que a presença de uma dimensão vertical da vegetação tem importante implicação para as propriedades funcionais de um ecossistema. Dessa forma, a relação área-espécie para a comunidade de aves de um hábitat urbanizado é limitada pelo número de nichos característico do hábitat, porém poucas espécies de aves residentes se ajustam ao ambiente urbanizado ou a uma matriz urbana.

Bowman & Marzluff (2001) argumentam que as cidades podem apresentar um maior número de espécies quando comparada a sua vizinhança, pois exhibe um mosaico de hábitats e micro-ambientes como jardins, gramados, pomares, lagos, muros, cercas vivas, entre inúmeros outros.

Outro fato importante quanto à diversidade de aves urbanas, é que ambientes urbanos podem incrementar a diversidade não só com espécies dependentes do Homem, como *Passer domésticus*, como também por meio de espécies exóticas regional, como é o caso de

Amazona brasiliensis que hoje é observada no município estudado em função de solturas deliberadas ou acidentais (Pautasso 2007).

Quanto à análise dos grupos tróficos os resultados mostraram que o grupo mais abundante foi o dos insetívoros seguido pelos onívoros. O mesmo resultado quanto à proporção dos grupos tróficos foi observado no estudo realizado por Matarazzo-Neuberger (1995) em cinco parques e praças da Grande São Paulo.

Considerando-se ainda que a classificação das espécies segundo uma categoria trófica diferiu entre este e o trabalho de Matarazzo-Neuberger (1995). Este resultado pode estar em função do tipo de vegetação que é implantada nas praças e ruas que parece não favorecer a presença de frugívoros. Como exemplo, pode-se citar a Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) que compõe 26% das espécies registradas nas áreas arborizadas, podendo algumas áreas chegar a 72% de ocorrência relativa (Anexo 1 – Capítulo 2).

No entanto, no resultado quantitativo deste trabalho, quase todas as espécies observadas foram consideradas generalistas (mais de um tipo de recurso alimentar) e nenhuma especialista (apenas um tipo de recurso alimentar) quanto à fonte alimentar. Morneau *et al.* (1999) observou que em áreas muito impactadas existe o predomínio de espécies generalistas e menos exigentes quanto à qualidade do habitat, de forma a apresentarem uma ampla distribuição. O que pode explicar a abundância das espécies onívoras nos centros urbanos.

Assim, os resultados encontrados neste trabalho estão em consonância com os resultados encontrados por outros autores que estudaram centros urbanos, onde o número de espécies de aves declina com o aumento da urbanização e que a assembléia de espécies que resistem ao alto grau de urbanização é formada por espécies altamente abundante (Melles *et al.* 2003; Edgar and Kershaw 1994).

Este grupo é conhecido como urbanos adaptados e normalmente é composto por quatro ou cinco espécies (Melles *et al.* 2003). Um estudo realizado numa cidade da Finlândia mostrou que a maior diferença estava na abundância das espécies onde nas áreas com alto índice de urbanização o número de indivíduos onívoros foi significativamente maior que nas duas outras áreas. Além disso, a porcentagem de onívoros aumentou de 44% em áreas com baixo índice de urbanização para 79% nas áreas drasticamente urbanizadas (Jokimäki & Suhonen 1998).

Com exceção das aves estritamente urbanas, as outras espécies apresentam uma grande mobilidade nas áreas urbanas. De modo geral os resultados demonstram que a presença da vegetação é importante para as aves. No entanto, esse resultado não foi expressivo como inicialmente se esperava.

Uma hipótese é que a presença ou ausência de uma determinada espécie em uma área verde urbana não significa que a mesma seja residente em uma única área verde, mas sim que utilize um conjunto de áreas verdes próximas entre si. Dessa forma uma única área pequena que contenha uma vegetação arbórea seria suficiente para observar a espécie na área.

Outro argumento, é que tanto os parâmetros locais quanto aqueles em escala de paisagem podem estar atuando no aumento da diversidade. Melles *et al* (2003) e Pautasso (2007) acreditam nesse argumento baseado em resultados que mostram que a permanência de algumas espécies numa área verde urbana está relacionada, por exemplo, à vegetação. Já outras espécies estão altamente correlacionadas com as características da paisagem como grau de isolamento.

Nesse sentido um manejo que vise o enriquecimento de espécies de plantas e um programa de arborização pública poderá beneficiar o aumento da diversidade de aves em centros urbanos.

V. BIBLIOGRAFIA

ARGEL-DE-OLIVEIRA, M.M., 1996. Aves Urbanas. *Anais V Congresso Brasileiro de Ornitologia*, UNICAMP, Campinas, SP. 151-156.

ATTWELL, K., 2000. Urban land resources and urban planting – case studies from Denmark. *Landscape and Urban Planning*. 52:145-163.

BENNET, K.D., 1997. *Evolution and ecology: the pace of life*. Cambridge University Press. 241p.

BOLUND, P. and HUNHAMMAR, S., 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.

BOWMAN, R. & MARZLUFF, J.M., 2001. Integrating avian ecology into emerging paradigms in urban ecology. p. 569 – 578. In Marzluff, J.M., Bowman R., and Donnelly, R.E. [EDS.], *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic, Norwell, MA.

CBRO - COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (2007) Listas das aves do Brasil. Versão 16/8/2007. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: [14/12/2007].

CLERGEAU, P, M., SAUVAGE A. G., & LEMOINE A., 2001. Human perception and appreciation of birds: A motivation for wildlife conservation in urban environments of France. p 69–86. In Marzluff JM, Bowman, R., Donnelly, R. (eds.). *Avian ecology and*

conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic, Norwell, MA

- CRONK, Q.C.B., 1997. Island: stability, diversity, conservation. *Biodiversity and Conservation*. 6: 477-493.
- CROOKS, K.R., SUAREZ, A. V. & BOLGER, D. T., 2004. Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape. *Biological Conservation*. 115(3): 451-462.
- DEVELEY, P. F. & ENDRIGO E., 2004. *Guia de Campo: Aves da grande São Paulo*. Ed. Aves e Fotos. 295 p.
- DONNELLY, R. & MARZLLUF, J. M., 2004. Importance of reserve size and landscape context to urban bird conservation. *Conservation Biology*. 18(3): 733-745.
- DUNNING, J.S., 1982. *South american land bird*. Pennsylvania, Harrowood Books, 364p.
- EDGAR, D. R. & KERSHAW, G. P., 1994. The density and diversity of the bird populations in three residential communities in Edmonton, Alberta. *Canadian field-naturalist*. Ottawa. 108(2):156-161.
- FISCH, G., 1995. Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté (SP). *Revista Biociências-UNITAU*, 1(1): 81-90.
- FRANCHIN, A.G. & MARÇAL JR., O., 2000. A riqueza da avifauna urbana em praças de Uberlândia (MG). [on line]. <<http://www.propp.ufu.br>>.
- FRISH, J.D., 1981. *Aves brasileiras*. São Paulo, Ecoltec, p. 330.

- HODGSON, P., FRENCH, C. & MAJOR, R. E., 2007. Avian movement across abrupt ecological edges: Differential responses to housing density in an urban matrix. *Landscape and Urban Planning*. 62: 55-68.
- HOFLING, E. & CAMARGO, E. F., 2002, *Aves no campus da Cidade Universitária Armando Salles Oliveira*. 3ª Ed. Ed. USP. 157pp.
- HOSTETLER, M. & KNOWLES-YANEZ, K. 2003. Land use, scale, and bird distributions in the Phoenix metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*. 62: 55-68.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. www.ibge.br/Censo.
- JOKIMÄKI, J. & SUHONEN, J., 1998. Distribution and habitat selection of wintering birds in urban environments. *Landscape and Urban Planning* 39: 253-263.
- KIRCHNER, F. F., DETZEL, V. A. & MITISHITA, E. A., 1990. Mapeamento da vegetação urbana. *In: Anais do Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana 3*. Curitiba – FUPEF do Paraná. 72-86.
- KARR, J.R. & BRAWN, J.D., 1990. Food resources of understory birds in central Panama: Quantification and effects on a avian population. *Studies in Avian Biology*. 13:58-64.
- MAGURRAN, A E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- MATARAZZO-NEUBERGER, W.M., 1986. *Avifauna urbana de dois municípios da Grande São Paulo*, São Paulo: Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo. São Paulo, Br.

- MATARAZZO-NEUBERGER, W.M., 1995. Comunidade de aves de cinco parques e praças da Grande São Paulo, Estado de São Paulo. *Ararajuba. Revista Brasileira de Ornitologia*. 3: 13-19.
- MELLES, S., GLENN S. & MARTIN, K., 2003. Urban bird diversity and landscape complexity: Species–environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology* 7(1): 5. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss1/art5>.
- MORNEAU, F., DÉCARIE, R., PELLETIER, R., LAMBERT, D., DES GRANGES, J. & SAVARD, J P., 1999. Changes in breeding birds richness and abundance in Montreal parks over a period of 15 years. *Landscape and Urban Planning*. 44: 111-121.
- OLIVEIRA, J.B., CAMARGO, M.N., ROSSI, M. & CALDERANO-FILHO, B., 1999. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto agrônomo; Rio de Janeiro – EMBRAPA-SOLOS, 64p: mapas.
- OWENS, I.P.F., BENNETT, P.M. & HARVEY, P.H., 1999. Species richness among birds: body size, life history and sexual selection or ecology? *Proc. S. Soc. Lond. B*. 266: 933-939.
- PAUTASSO. M., 2007. Scale dependence of the correlation between human population presence and vertebrate and plant species richness. *Ecology Letters*. 10: 16–24.
- RADANBRASIL, Folhas S.F 23/24. Rio de Janeiro/Vitória; Geologia, geomorfologia, vegetação e uso potencial da terra – Rio de Janeiro – v. 32, p.780 1985.
- RIETKERK, M., KOPPEL, VAN De. J., KUMAR, L. & PRINS, L.H.H.T., 2002. The ecology of scale. *Ecological Modelling* 149: 1-4.

- ROOT, R.B., 1967. The niche exploitation pattern of the Blue-gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs*. 37: 317-350.
- ROSENZWEIG, M.L., 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- SCHAUENSEE, R.M. & Phelps, W.J., 1987. *A guide to the birds of Venezuela*. Princeton, Princeton University Press, 425p.
- SCHLUTER, D. & RICKLEFS, R.E., 1993. *Convergence and the regional component of species diversity*. In: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (eds) *Species diversity: historical and geographical perspectives*. University Chicago Press, Chicago. 230-240.
- SICK, H., 1997. *Ornitologia Brasileira*. Edição revisada por Pacheco, J.F. Editora Nova Fronteira. p. 912.
- SOUZA, M. A. L. B., CONTE, A. M., BARDELLI, G. & LATINI, M., 1990. Análise e caracterização da arborização viária da parte central da cidade de Botucatu, SP. *In: Anais do Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana*. Curitiba – FUPEF do Paraná. 236-243.
- VIELLIARD, J.M. & SILVA, W.R., 1989. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo, Brasil. *In: IV ENAV*.
- WIENS J. A., 1992. *The ecology of communities. Processes and variations*. v. 2. Cambridge University Press
- WINTERS, G. H. M., PERRENOUD, L. A. S. & MOHAMED, M. H. M., 1992. A arborização urbana em 295 municípios de São Paulo. *In: Anais do Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana* 4. Vitória – Prefeitura Municipal. 2: 175-192.

ZAR, J. H., 1997, *Biostatistical Analysis*. 3rd edition, New Jersey:
Prentice Hall Inc.

Anexo 1: Lista de espécies de vegetais encontradas nas áreas verdes avaliadas, contendo o número de indivíduos e a abundância relativa.

Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	162	26,3
<i>Tabebuia avallenedae</i>	37	6,0
<i>Muntingia calabura</i>	32	5,2
<i>Tibouchina granulosa</i>	25	4,1
<i>Canafistula ferruginea</i>	22	3,6
<i>Bauhinia sp</i>	20	3,3
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	19	3,1
<i>Cupressus lusitanica</i>	18	2,9
<i>Syagrus sp</i>	17	2,8
<i>Delonix regia</i>	16	2,6
<i>Ficus guaranitica</i>	15	2,4
<i>Tabebuia ochracea</i>	13	2,1
<i>Caesalpinia echinata</i>	12	2,0
<i>Mangifera indica</i>	11	1,8
<i>Malvaviscus arboreus</i>	10	1,6
<i>Tabebuia umbelata</i>	9	1,5
<i>Bauhinia purpurea</i>	8	1,3
<i>Psidium guajava</i>	8	1,3
<i>Yucca elephantipes</i>	8	1,3
<i>Araucaria angustifolia</i>	7	1,1
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	7	1,1
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	7	1,1
<i>Filicium decipiens</i>	6	1,0
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	6	1,0
<i>Mimosa bimucronata</i>	6	1,0
<i>Plumeria sp</i>	6	1,0
<i>Cecropia hololeuca</i>	5	0,8
<i>Cycas circinalis</i>	5	0,8
<i>Euterpe oleracea</i>	5	0,8
<i>Syzygium jambos</i>	5	0,8
<i>Terminalia catappa</i>	5	0,8
<i>Cinammomum sp.</i>	4	0,7
<i>Eucalyptus sp.</i>	4	0,7
<i>Eugenia uniflora</i>	4	0,7
<i>Ficus sp</i>	4	0,7
<i>Jenipa americana</i>	4	0,7
<i>Maclura tinctoria</i>	4	0,7
<i>Ravenala madagascarienses</i>	4	0,7
<i>Caryocar sp</i>	3	0,5
<i>Chorisia speciosa</i>	3	0,5
<i>Eugenia florida</i>	3	0,5
<i>Ficus Auriculata</i>	3	0,5
<i>Ficus auriculata</i>	3	0,5
<i>Malpighia glabra</i>	3	0,5
<i>n.i.01</i>	3	0,5
<i>Roystonea oleracea</i>	3	0,5
<i>Thuja sp.</i>	3	0,5
<i>Bougainvillea glabra</i>	2	0,3
<i>Casearia sp.</i>	2	0,3

Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Citharexylum myrianthum</i>	2	0,3
<i>n.i.</i>	2	0,3
<i>Araucaria columnaris</i>	1	0,2
<i>Bombacopsis glabra</i>	1	0,2
<i>Callitris preissii</i>	1	0,2
<i>Cassia leptophylla</i>	1	0,2
<i>Cássia sp</i>	1	0,2
<i>Codiaeum variegatum</i>	1	0,2
<i>Eriobotrya japonica</i>	1	0,2
<i>Erythrina speciosa</i>	1	0,2
<i>Havea brasiliensis</i>	1	0,2
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	1	0,2
<i>Inga sp</i>	1	0,2
<i>Ligustrum japonicum</i>	1	0,2
<i>n.i.02</i>	1	0,2
<i>Peltophorum dubium</i>	1	0,2
<i>Persea gratissima</i>	1	0,2
<i>Syzygium aromaticum</i>	1	0,2
<i>Tabebuia insignis</i>	1	0,2
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	1	0,2
<i>Tamarindus indica</i>	1	0,2
<i>Triplaris americana</i>	1	0,2

Accipitridae												
<i>Elanus leucurus</i>	X				X	X	X				X	
<i>Ictinia plumbea</i>	X				X	X	X				X	
<i>Rupornis magnirostris</i>		X			X	X	X				X X	
Falconidae												
<i>Milvago chimachima</i>		X			X	X					X X	
<i>Caracara plancus</i>		X			X	X					X X	
<i>Falco peregrinus</i>	X				X						X	
<i>Falco sparverius</i>		X			X						X	
Tytonidae												
<i>Tyto alba</i>	X									X	X	
Strigidae												
<i>Megascops choliba</i>		X		X						X	X X	
<i>Asio stygius</i>										X	X X	
<i>Athene cunicularia</i>	X					X	X				X X	
Nyctibiidae												
<i>Nyctibius griseus</i>	X					X	X				X X	
Columbidae												
<i>Columba livia</i>		X				X					X	
<i>Patagioenas picazuro</i>		X							X		X X	
<i>Zenaida auriculata</i>		X				X			X	X	X X	
<i>Columbiana talpacoti</i>		X				X			X		X X	
Cuculidae												
<i>Pygia cayana</i>	X								X		X	
<i>Guira guira</i>		X					X	X	X		X X	
<i>Crotophaga ani</i>		X					X	X	X		X X	
Psittacidae												
<i>Aratinga leucophthalma</i>	X				X						X X	
<i>Pyrrhura frontalis</i>	X										X	
<i>Forpus xanthopterygius</i>		X				X	X	X			X X	
Trochilidae												
<i>Eupetomena macroura</i>		X						X	X		X X	
FAMÍLIA / Espécies	Ocorrência					Cobertura					Local	
	Ev	Co	Mg	Ág	Ar	Ca	Cso	Cp	Arb	Ac	C	P
<i>Florisuga fusca</i>		X						X	X		X	X
<i>Thalurania glaucopis</i>		X						X	X		X	X

<i>Leucochloris albicollis</i>	X							X	X		X	X
<i>Amazilia lactea</i>		X						X	X		X	X
<i>Amazilia fimbriata</i>	X							X	X		X	X
<i>Chlorostilbon lucidus</i>		X										
Bucconidae												X
<i>Nystalus chacuru</i>		X										
Picidae												
<i>Picumnus cirratus</i>		X							X		X	X
<i>Colaptes campestris</i>		X			X		X				X	X
<i>Dryocopus lineatus</i>		X					X		X		X	X
Furnariidae												
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	X			X				X	X			X
<i>Lochmias nematura</i>	X			X				X	X			X
<i>Furnarius rufus</i>		X						X	X		X	X
Tyrannidae												
<i>Phyllomyias griseicapilla</i>		X						X	X		X	X
<i>Camptostoma obsoletum</i>		X			X		X		X		X	X
<i>Todirostrum cinerium</i>		X									X	
Elaeniidae												
<i>Suiriri suiriri</i>		X			X							
<i>Elaenia flavogater</i>		X			X		X				X	X
<i>Serpophaga sbcristata</i>		X									X	
<i>Tolmomyias policephalus</i>	X											X
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	X											X
Fluvicolinae												
<i>Fluvicola nengeta</i>		X			X						X	X
<i>Hirundinea ferruginea</i>	X		X		X					X	X	X
<i>Machetornis rixosa</i>		X			X		X			X	X	X
<i>Myiarchus tyrannulus</i>		X			X				X		X	X
<i>Pitangus sulphuratus</i>		X			X				X	X	X	X
FAMÍLIA / Espécies	Ocorrência				Cobertura						Local	
Local	Ev	Co	Mg	Ág	Ar	Ca	Cso	Cp	Arb	Ac	C	P
<i>Myiodynastes maculatus</i>			X									
<i>Megarynchus pitangua</i>		X				X					X	X
<i>Myiozetetes similis</i>		X				X					X	X
<i>Tyrannus savana</i>		X	X			X				X	X	X

<i>Tyrannus melancholicus</i>	X					X				X		X	X
<i>Lathrotricus euleri</i>	X											X	X
<i>Myiophobus faciatus</i>	X											X	X
<i>Sublegatus modestus</i>	X	X										X	
Vireonidae										X	X		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	X									X	X	X	X
<i>Vireo olivaceus</i>	X									X	X	X	X
Corvidae													
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	X					X				X			X
Hirundinidae													
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	X						X						X
<i>Progne chalybea</i>		X	X									X	
<i>Hirundo rustica</i>	X		X										X
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>		X										X	
Troglodytidae													
<i>Troglodytes musculus</i>	X										X		X
Turdidae													
<i>Turdus flavipes</i>	X						X			X		X	X
<i>Turdus amaurochalinus</i>		X				X	X	X		X		X	X
<i>Turdus rufiventris</i>	X												
<i>Turdus leucomelas</i>		X				X	X	X		X		X	X
Mimidae	X												
<i>Mimus saturninus</i>		X				X	X			X		X	X
Coerebidae													
<i>Coereba flaveola</i>		X						X		X	X	X	X
Thraupidae													
<i>Schistoclamys ruficapillus</i>	X									X		X	X
<i>Ramphocelus bresilius</i>	X									X		X	X
FAMÍLIA / Espécies	Ocorrência					Cobertura					Local		
	Ev	Co	Mg	Ág	Ar	Ca	Cso	Cp	Arb	Ac	C	P	
<i>Tangara cayana</i>		X							X		X	X	
<i>Thraupis sayaca</i>		X							X		X	X	
<i>Thraupis palmarum</i>		X							X		X	X	
<i>Tangara cayana</i>									X				
<i>Tersina viridis</i>	X								X		X	X	
<i>Dacnis cayana</i>	X								X		X	X	

	<i>Thlypopsis sordida</i>							
	<i>Conirostrum speciosum</i>						X	
	<i>Pyrrhocomma ruficeps</i>	X					X	X X
Emberizidae								
	<i>Zonothrincha capensis</i>	X		X	X		X	X
	<i>Volatinia jacarina</i>	X		X				X
	<i>Sporophila caerulescens</i>	X		X				X X
	<i>Sporophila lineola</i>							
Parulidae								
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	X					X	X X
	<i>Parula pitiaiyumi</i>	X					X	X X
Icteridae								
	<i>Molothrus bonariensis</i>		X				X	X X
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	X					X	X
Fringillidae								
	<i>Euphonia chlorotica</i>	X					X	X X
Estrildidae								
	<i>Estrilda astrild</i>	X		X				X X
Passeridae								
	<i>Passer domesticus</i>	X					X	X X

Capítulo II

Conectividade entre as áreas arborizadas e a conservação da diversidade de aves

Resumo: No Brasil a diversidade de aves urbanas é muito pouco estudada, entretanto este ecossistema é o que mais se expande e a tendência, segundo as Nações Unidas (2002), é que haverá um aumento de 50% da população urbana, após 2030. Então, torna-se necessário conhecer os padrões que determinam a diversidade de espécies nas áreas urbanas para que se possa manejar de forma a torná-lo o menos inóspito possível. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi conhecer a distribuição das espécies arbóreas em uma área urbana e por meio de áreas amostrais relacionar a paisagem com a diversidade de aves urbanas. O trabalho foi realizado no município de Taubaté, considerando apenas a área urbanizada. Para a análise da paisagem urbana foi utilizada uma imagem de satélite (OrtoQuickColor, fusão de 3 bandas Multiespectrais, resolução de 2,40m e uma banda pancromática com 0,06m de resolução espacial) onde foi digitalizada e poligonizada toda a vegetação arbórea que ocupava a área mínima de 100 m². Após a digitalização dos polígonos foi confeccionado um mapa de distância para toda área do município e outro para as áreas verdes arborizadas amostrais (n= 8). Para o município foi estabelecido classes de distância de 500 m, indo de 0 a 2500 m e para as áreas amostrais foi utilizado um raio de 200 m indo de 0 até 1000 m de distância. Usando os mapas de distância calculou-se a quantidade total de áreas arborizadas e o número de áreas arborizadas (polígonos) em cada uma das classes tanto para o município quanto para as amostras. Os resultados indicaram que a área central do município era a que continha menor área total e menor

número de áreas verdes quando comparado à região periférica. Quando foi relacionado à área total e o número de áreas verdes com a diversidade de aves, os resultados indicaram que as áreas menos isoladas, numa distância de 400 a 600 m, foram as que melhor explicaram a diversidade de aves.

I. INTRODUÇÃO

A análise da biodiversidade nos diferentes tipos de ecossistemas se faz cada vez mais urgentes em função das mudanças antrópicas que ocorrem de forma assustadoramente rápida. Esta rapidez tem como fator causal o crescimento populacional humano e, conseqüentemente, o aumento da demanda de bens de consumo que visam à melhoria da qualidade de vida do Homem. A resultante desse desenvolvimento não sustentável é o aumento do número, da intensidade e das formas de impactos ambientais causados pelo Homem. Com isso, muitas espécies têm sido extintas e/ou têm suas populações reduzidas e restringidas ao que restou do seu habitat (Goudie 2000).

Por outro lado, algumas espécies conseguem ajustar-se aos ambientes transformados e simplificados, resultando num aumento da área de distribuição. No lado oposto da extinção estão às espécies associadas ao Homem ou dependentes do habitat antropizado que acaba tendo suas populações beneficiadas, tornando-se muitas vezes danosas ao próprio Homem (Pautasso 2007).

Assim, é necessário que se conheça as transformações, ocorridas nas comunidades naturais, resultantes do fenômeno da antropização. Para tanto, pesquisas têm sido realizadas (Catterall *et al.* 1998; Swenson & Franklin 2000; Kline *et al.* 2001; Nagendra 2001) com o intuito de conhecer os padrões, os processos e as propriedades emergentes dos novos sistemas implantados pelo Homem.

Durante a substituição do habitat natural ou semi-natural por áreas urbanizadas, as quais são planejadas e implementadas com o objetivo de trazer um conforto ambiental à população humana, inexistente a preocupação com a conservação e manejo da vida silvestre. No entanto, não só o conforto ambiental é importante, mas tudo o que está a ele relacionado, isto é, benefícios sociais como recreação, paisagismo, melhoria da qualidade do ar, fauna e flora silvestre, além de outros fatores ligados à melhoria da qualidade de vida que o Homem necessita em função do estresse que a urbanização provoca (Bolund & Hunhammar 1999; Attwell 2000).

A crescente preocupação com o manejo ecológico dos centros urbanos tem estimulado a busca de técnicas alternativas multidisciplinares de manejo para aumentar a biodiversidade nas cidades. Ainda recente como área de pesquisa, os processos que regem a manutenção da diversidade da fauna e da flora urbana são pouco conhecidos e têm como base o seu valor social (Fernández-Juricic & Jokimäki 2001 a e b).

Muitas técnicas avançadas estão disponíveis e são amplamente utilizadas nos estudos dos ecossistemas naturais, tais como: sensoriamento remoto, geoprocessamento, índices de diversidade, entre outras, os quais podem auxiliar no estudo da biodiversidade urbana.

Dessa forma, este trabalho tem como base a utilização de técnicas de levantamentos rápidos da diversidade de espécies, índices de diversidade, imagens de satélite, sistemas de informação geográfica (SIG) e técnicas de análise espacial utilizadas em ecologia da paisagem, que juntas têm o objetivo de desenvolver um método de avaliar, monitorar e planejar a diversidade urbana em uma escala espacial mais ampla (Blaschke & Kux 2007).

De modo geral os trabalhos que buscam analisar a diversidade urbana em escala de paisagem são poucos em todo o mundo (Marzluff *et al.* 2001). No Brasil poucos trabalhos são realizados em áreas urbanas com o objetivo de avaliar a fauna urbana. Mesmo os poucos que são realizados estão limitados ao registro de espécies, suas freqüências e abundâncias em áreas pontuais sem preocupação com a dinâmica em escala de paisagem. Normalmente pouca atenção e importância são dadas para ambientes urbanos mesmo sendo este o ambiente que mais cresce no mundo.

Por outro lado muitos estudos em regiões agrícolas avaliam a diversidade de aves que ocorre em fragmentos de floresta buscando conhecer os processos que podem melhorar a diversidade de aves. Porém, um atributo importante da paisagem para a conservação da diversidade de aves é o isolamento de um fragmento, isto é, a distância do fragmento mais próximo e a quantidade de habitat na paisagem (Fahrig 2003).

Ricketts (2001), afirma que em caso de fragmentos de habitat, é necessário considerar não apenas o isolamento, mas também a conectividade entre as áreas remanescentes. No caso de conectores entre remanescentes, corredores e micro habitats espalhados pela paisagem (*stepping stones*), como por exemplo, as árvores isoladas, podem auxiliar no aumento da diversidade de espécies nos remanescentes.

Toda a teoria empregada para estudo de paisagens fragmentadas pode ser utilizada para compreender melhor a dinâmica da paisagem urbana, considerando fragmentos as áreas verdes arborizadas e conectores, as árvores isoladas. A partir desses parâmetros pode-se buscar entender a diversidade de aves em áreas urbanas (Fernández-Juricic 2000).

Dessa forma o objetivo desse capítulo foi avaliar as áreas verdes arborizadas presentes na paisagem urbana e relacioná-las com a diversidade de aves de forma a fornecer informações para o planejamento e manejo de áreas verdes objetivando o aumento da diversidade de aves.

II. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Área de Estudo

O trabalho foi realizado na cidade de Taubaté que se localiza no Vale do Paraíba Paulista, Estado de São Paulo (Figura 1), nas coordenadas LONGITUDE 45° 33' 20" W e LATITUDE 23° 01' 35". O município conta com uma área total de 626 km² apresentando uma área urbanizada de 66,88 km². Dentro da área total urbanizada estão incluídos distritos, vilas rurais, entre outros tipos de ocupação. A área de estudo foi o centro urbano propriamente dito que apresenta 32,5 km².

A cidade está localizada em sua maior parte em uma região plana sobre terrenos sedimentares com uma altitude média de 500 a 575 metros. A região de Taubaté encontra-se sob o domínio de Floresta Atlântica úmida. No entanto, pode-se encontrar manchas isoladas de cerrado e floresta estacional semi-decidual (RADAMBRASIL 1985).

O clima da região de Taubaté caracteriza-se por um verão extremamente chuvoso com 42% do total da precipitação anual e o inverno é seco com apenas 7% do total de chuvas anuais. Dessa forma, segundo a classificação de Thomthwaite o clima é B1rB3 'a', que determina um clima muito úmido com pequena ou nenhuma deficiência de água no solo; e mesotérmico, com evapotranspiração potencial anual de 964 mm ocorrendo no verão, segundo Fisch (1995).



Figura 1: Mapa de localização do Município de Taubaté, Vale do Paraíba Paulista.

A caracterização topográfica segundo Oliveira *et al.* (1999): Plano: superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%. Também são considerados planos os terrenos de várzea que correspondem às áreas situadas em planície aluvial; Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 100 m), apresentando declives suaves, variando de 8 a 20%.

2.2 Análise estrutural da Paisagem urbana:

Análise da área urbana por meio de geotécnicas foi realizada a partir de uma imagem do satélite OrtoQuickColor, fusão de 3 bandas

Multiespectrais, resolução de 2,40m e uma banda pancromática com 0,06m de resolução espacial conforme pode-se observar na Figura 2.

Através do SIG desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2006), o SPRING Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas, versão 4.3.3, foi realizado a digitalização das áreas verdes arborizadas da área urbanizada do município de Taubaté. Foi considerada área verde arbórea os polígonos formados por copas com mais de 100 m², nesse caso os polígonos poderiam ser constituídos de uma única copa ou de várias interligadas.

Caracterização da distribuição espacial das áreas verdes arborizadas urbanas: Após a digitalização direta dos polígonos na imagem foi gerado um mapa temático vetorial. Posteriormente cada polígono foi classificado como área arbórea e a matriz como área impermeabilizada sendo gerado um mapa de áreas verdes arbóreas.

Considerando toda a área urbana do município foi estabelecido um ponto central na região mais antiga e também por ser a área conhecida como centro comercial do município. A partir desse ponto foi criado um mapa de distância contendo classes de 500m de largura, isto é, foram criadas cinco classes de distância: 0-500 m, 500 – 1000 m, 1000 – 1500 m, 1500 – 2000 e 2000 – 2500m. O limite de 2500m foi determinado pelo limite entre a área urbana e rural (Figura 2).

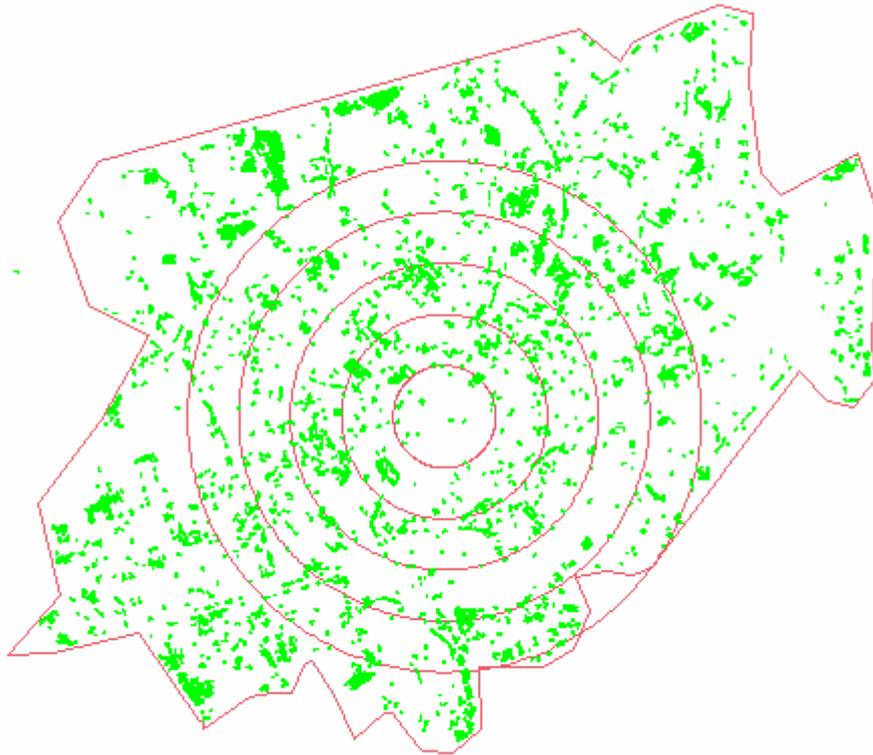


Figura 2: Área urbanizada do município de Taubaté e as áreas verdes arborizadas. Na área central estão representados os círculos com raios de 500m a partir do ponto central urbano.

Análise do grau de isolamento das áreas verdes arborizadas públicas: Foram selecionadas oito áreas amostrais arborizadas, localizadas no centro urbano e pertencente ao município de Taubaté. As áreas amostrais apresentaram diferentes tamanhos e composição arbórea, porém todas elas estão localizadas no centro urbano de forma dispersa. Foram consideradas áreas arborizadas as praças compostas de árvores adultas com altura mínima de cinco metros.

Do mesmo modo que foi feito para toda a área urbana, também foi realizado para as áreas verdes. Assim, foi feita a demarcação de um ponto central, do qual foi construído um mapa de distância a cada 200 m, indo de 0 a 1000 m. A partir do mapa de distância, foram definidas cinco classes: 0-200 m, 200 – 400 m, 400 – 600 m, 600 – 800 m e de

800 – 1000 m. A partir daí foram obtidos o número de polígonos e a área total de áreas verdes arbóreas para cada uma das classes de distância (Figura 3).



Figura 3: Definição das sete áreas verdes arbóreas e as classes de distância a partir de cada uma delas.

2.3 Levantamento das aves urbanas.

Para a observação das aves foi utilizado um binóculo (Nikon 10 x 42 mm), uma planilha de campo e guias de identificação de aves que foram: Schauensee & Phelps (1987), Frisch (1981), Dunning (1982) e Sick (1997). Também foram anotados: horário de início e término das observações, espécie, quantidade de indivíduos, tipo de contato (vista ou ouvida). As observações foram realizadas no período matutino, das 05:00 as 11:00 horas. O método utilizado foi ponto fixo, o qual permite uma análise quantitativa das informações (Vielliard & Silva 1989).

Análise da Diversidade (H'):

A partir dos resultados obtidos após 110 horas de observação foi calculado o índice de diversidade para cada uma das áreas amostrais. Para tanto, foi calculado o Índice de Shannon-Wiener (H').

- Índice de diversidade de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

onde: H' : índice de diversidade de Shannon-Wiener;
 p_i : proporção dos indivíduos da espécie i em relação ao número total de indivíduos da comunidade;
 \ln : Logaritmo neperiano ou natural na base e .

III. Resultados

Do total da área urbana do município de Taubaté apenas 1,3% é ocupada por área verde arborizada. Este resultado inclui todas as áreas públicas e privadas, considerando ruas e avenidas, parques, praças, quintais e jardins, sendo todas as áreas iguais e maiores de 100m² foram consideradas no levantamento.

O resultado obtido para a análise da distribuição espacial das áreas verdes arborizadas de acordo com as classes de distância, a partir do ponto central de urbanização, mostrou que nos primeiros 500 m a área arborizada é muito pequena e que essa quantidade tende a aumentar quando se aproxima da área periférica (Figura 4)

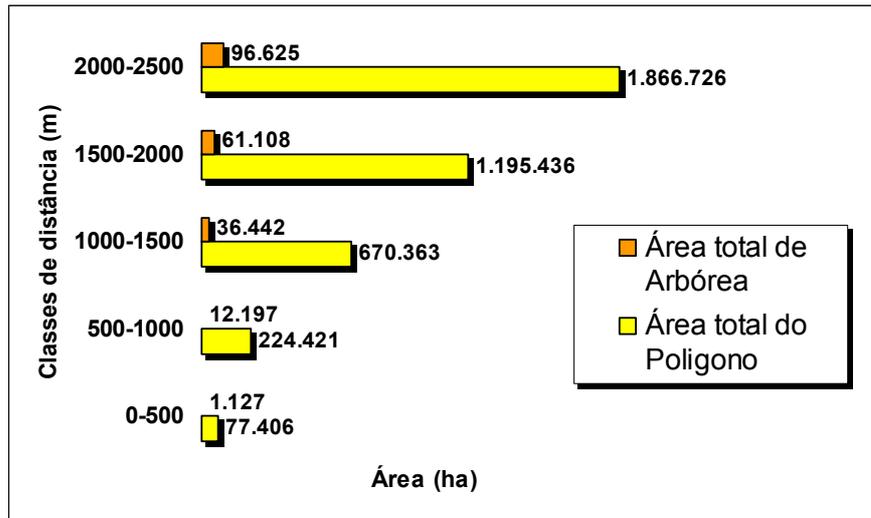


Figura 4: Distribuição espacial das áreas verdes urbanas (ha) e da área total do polígono de acordo com as classes de distância.

Foi calculada uma taxa de arborização a partir do tamanho total da área dos polígonos em cada uma das classes de distância dividido pela quantidade de área arborizada dentro do polígono. Para o polígono formado de 0 a 500 m a taxa de arborização obtida foi de 1,5%, sendo o menor valor quando comparado com as taxas de arborização obtidas nas outras classes de distância (Figura 5) que juntas apresentaram uma média de 5,3% de área arborizada.

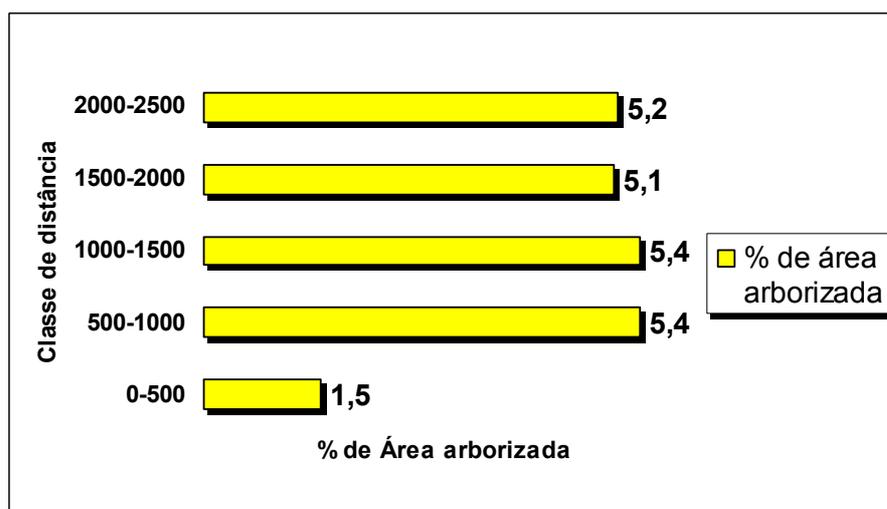


Figura 5: Porcentagem de área arborizada encontrada para cada uma das classes de distância a partir do ponto central amostral.

Não linear foi à regressão obtida entre o número de polígonos e o tamanho total de área arborizada ($r^2= 0,99$; $Y= Span*(1-exp(-k*x))+Botton$, onde: $Span= 5,3$; $K= 1,2$; $Botton: 0,8$). De acordo com o que se observa é que os tamanhos das áreas verdes aumentam na medida em se afastam do ponto central. No entanto, o número de áreas verdes isoladas tendem a se estabilizar quando se aproxima da periferia da cidade. No entanto, esse aumento em número de polígonos é limitado, sendo que quando próximo da periferia o número de áreas verdes se mantém, mas o tamanho continua aumentando (Figura 6).

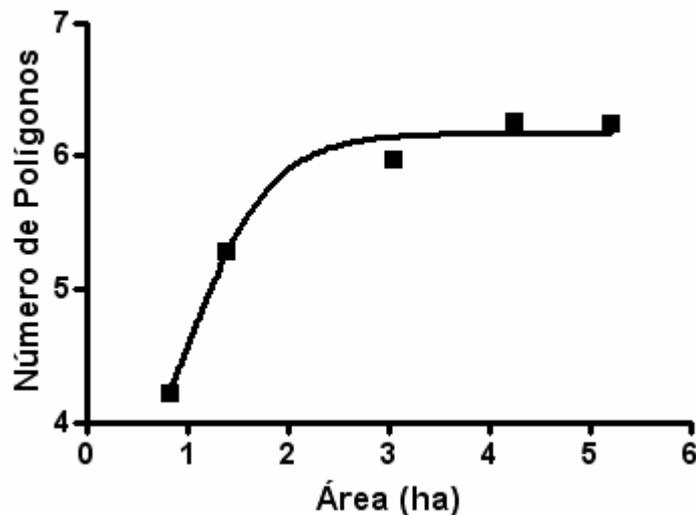


Figura 6: Relação entre tamanho total e número de áreas verdes arbóreas (polígonos)

Na análise do contexto da paisagem de entorno das áreas verdes arborizadas públicas obteve-se que os primeiros 200 m foram, praticamente, referentes ao tamanho da área amostrada. Em média o tamanho das áreas verdes arbóreas foram $0,82 \pm 0,16$ ha. Assim sendo as áreas de menor tamanho foram as Praças Desembargador (DES), Dom Epaminondas (DE) e do Fórum (F/E) como mostra a Figura 7.

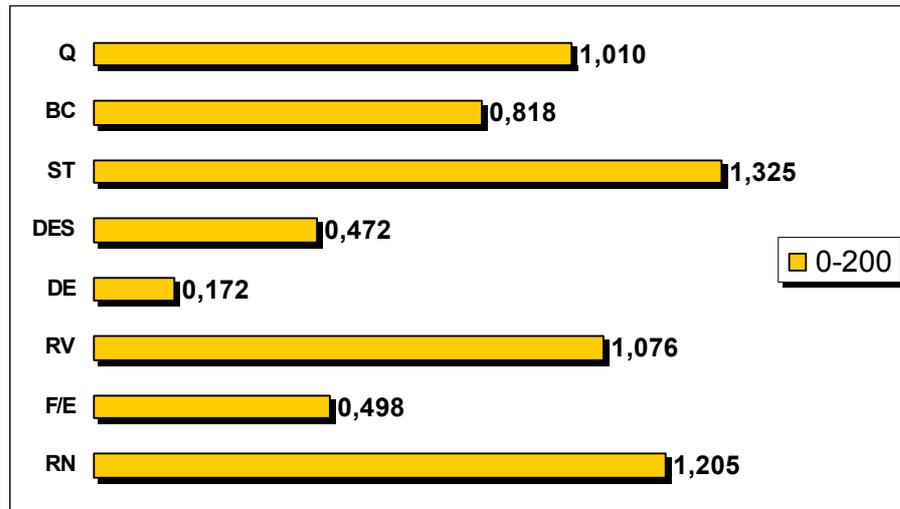


Figura 7: Área (ha) coberta com espécies arbóreas nos primeiros 200 m a partir do ponto central de cada polígono formado pela área verde arborizada pública. (Praças Quartel - Q, Bom Conselho - BC, Santa Terezinha - ST, Desembargador - DES, Dom Epaminondas - DE, Rodoviária Velha - RV, Fórum - F/E e Rodoviária Nova - RN).

A quantidade de áreas arborizadas a partir de 200 m até 600 m variou bastante. Uma área pequena como a Praça Bom Conselho (BC) apresentou uma grande quantidade de área arbórea no entorno quando comparado a outra área relativamente grande (Figura 8), como é o caso das Praças Santa Terezinha (ST) e Rodoviária Velha (RV).

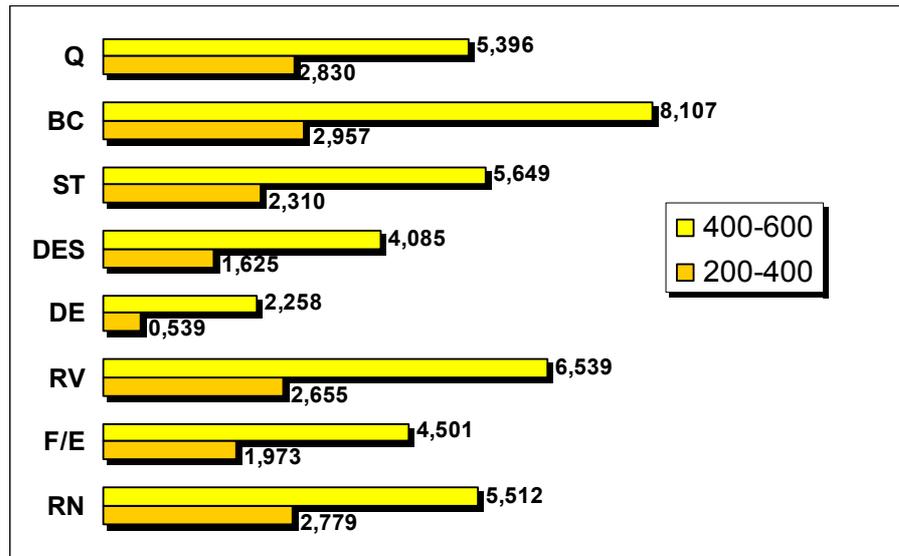


Figura 8: Total de área no entorno das áreas arborizadas num raio de 400 e 600 m de distância. (Praças Quartel - Q, Bom Conselho - BC, Santa Terezinha - ST, Desembargador - DES, Dom Epaminondas - DE, Rodoviária Velha - RV, Fórum - F/E e Rodoviária Nova - RN).

Para os resultados quanto à quantidade de área total arborizada em função da distância dos fragmentos, observou-se um aumento linear e positivamente correlacionado ($r^2= 0,98$; $F= 177,8$; $p= 0,0009$). Por outro lado o número de áreas verdes arborizadas (número de polígonos) apresentou um comportamento não linear, isto é, até os 600 m o aumento foi exponencial ($r^2= 0,99$; $Y=Bottom + (TOP-Bottom)*(1-exp(-k*x))$, onde: $Bottom= 1,8$; $Top= 6,4$; $k= 0,0035$) e depois dos 600 m até 1000 m o número de polígonos tendeu a estabilizar como mostra a figura 9. Assim observou-se que na periferia as áreas verdes são em menor número porém apresentam um menor tamanho, repetindo o padrão que foi observado para todo o município.

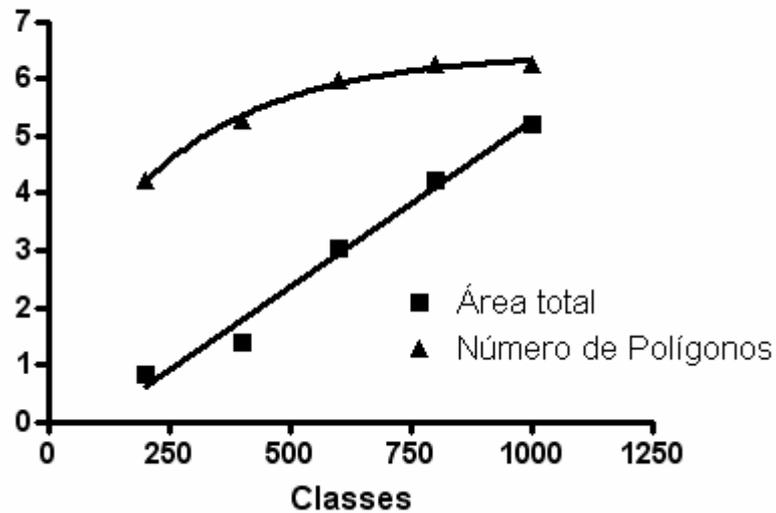


Figura 9: Relação entre as classes e o número de polígonos e área total (ha) arborizada a partir das áreas públicas selecionadas.

Quando realizada a correlação entre tamanho da área e número de áreas arborizadas com a diversidade de espécies de aves registradas nas classes de distância de 0-200 e 200-400 m obteve-se que a maior diversidade de aves foi registrada nos fragmentos que apresentaram maior quantidade e densidade de áreas verdes arborizadas distante 400 m da área amostral. Para as outras classes de distância não foi observada nenhuma correlação acima de 30% além de poucas terem sido significativas.

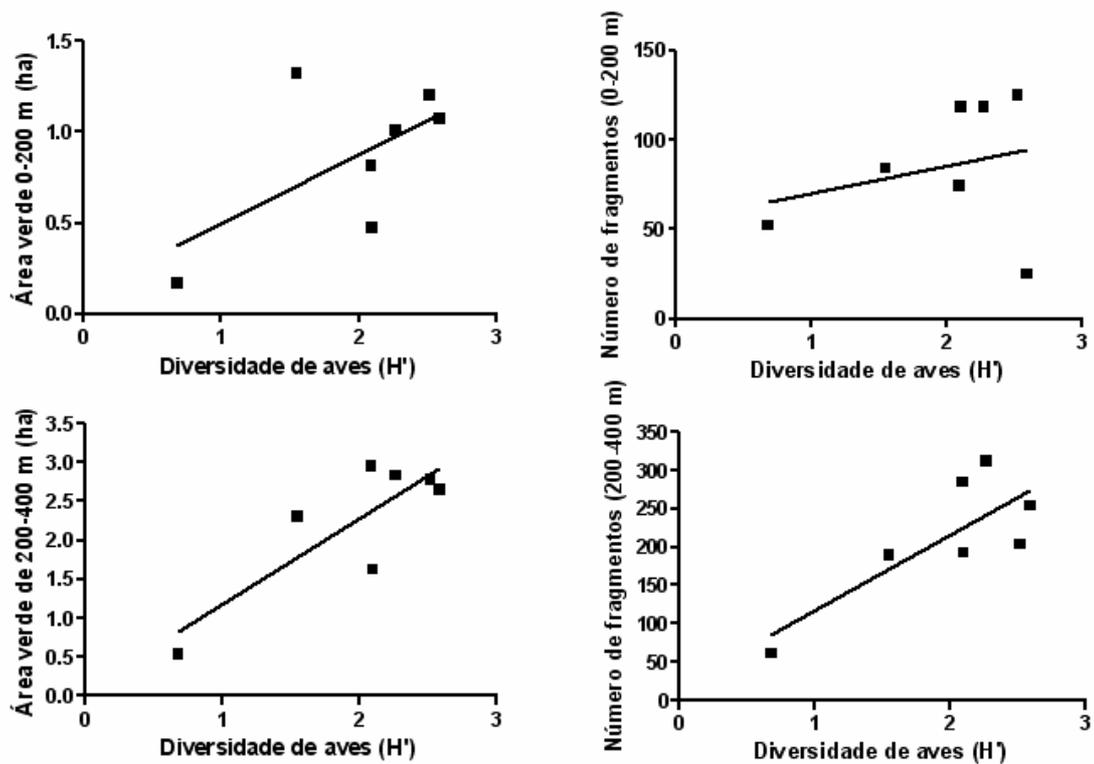


Figura 10: Relação entre diversidade de aves versus tamanho de área e número de áreas verdes arborizadas (fragmentos) nas distâncias de 0-200 e 200-400 m.

Como mostra a Tabela 1, quando ocorre um aumento (Figura 10) da área total e do número de áreas verdes distante 400m, ocorre um aumento de 69% e 63% da diversidade de aves, respectivamente. Ao que parece o tamanho da área verde em si é pouco relevante para as aves urbanas.

Tabela 1: Resultados da correlação de Pearson (r) e da regressão linear (R^2) entre diversidade de aves e tamanho de área, e, entre diversidade e número de polígonos.

	Tamanho total (ha)	Número de Polígonos
0-200	$r = 0.60$; $R^2 = 0,37$; $F = 2,9$; $p = 0,14$	$r = 0.26$; $R^2 = 0,07$; $F = 0,39$; $p = 0,39$
200-400	$r = 0.83$; $R^2 = 0,69$; $F = 11,17$; $p = 0,02$	$r = 0.79$; $R^2 = 0,63$; $F = 8,66$; $p = 0,03$

IV. DISCUSSÃO:

Avaliação da paisagem urbana

Segundo Miller & Small (2003) a urbanização é um fenômeno que começou no início da metade do século vinte, tendo seu grande impulso durante o período da revolução industrial e a partir daí vem crescendo rapidamente. Esse crescimento está relacionado com a densidade populacional da Terra que tem aumentado dramaticamente, sendo mais de seis bilhões de pessoas em 2002 e provavelmente atingirá 8.9 bilhões em 2050 (Bolund & Hunhammar 1999).

As estimativas mostram que em 2030 serão 5 bilhões de pessoas vivendo em centros urbanos, um aumento de 60% em relação a 2002. O que equivale dizer que nos próximos 37 anos, 2 bilhões de pessoas serão alocadas em regiões menos desenvolvidas, aumentando assim em 46% o índice de urbanização (UN 2002).

Segundo Costa & Cintra (1999) o Brasil, desde o início do processo de industrialização, vem mudando suas características quanto a distribuição populacional visto que, em 1940 a população urbana era de apenas 32,4% enquanto a população rural totalizava 68,7%. Posteriormente, de 1995 a 2000 a população presente nas áreas urbanas ultrapassou 20% a mais do que a população rural (IBGE 2000) acarretando um rápido e desordenado processo de urbanização.

A paisagem urbana, sem dúvida, representa a área mais modificada por atividades humanas, formando assim um ecossistema heterogêneo em função da diversidade de estruturas artificiais e naturais projetadas e construídas pelo homem (Luchiari 2001; Flores *et al.* 1998).

As áreas verdes urbanas constituem a fatia mais próxima do ambiente natural e suas funções ambiental e social são mais representativas para os cidadãos do que a função de produtividade natural (Bolund & Hunhammar 1999).

O município analisado apresentou apenas 1,4% de cobertura arbórea no centro da cidade e no sentido centro-periferia essa porcentagem aumentou para aproximadamente 5%. Sandström *et al.* (2006) avaliando uma área urbana na região de Suécia, registrou o mesmo padrão, isto é, um menor índice de áreas verdes no centro e um aumento em direção a periferia. No entanto, os resultados obtidos pelo autor foram melhores, sendo 5% no centro e chegando a aproximadamente 20% na periferia.

O aumento em tamanho dos fragmentos na região periférica do município talvez possa auxiliar algumas espécies nativas a se aproximarem das áreas urbanizadas, como foi observado nos resultados do capítulo 1 (Anexo 2), em que 23 espécies foram mais abundantes nas áreas periféricas, visto que algumas nem chegam as áreas verdes localizadas na região mais urbanizada.

As cidades necessitam das áreas verdes por inúmeros motivos, entre eles está o paisagismo, infiltração de água, recreação entre outros. São consideradas áreas verdes aquelas que estão mergulhadas na matriz urbana fazendo parte da infra-estrutura das cidades e diariamente são utilizadas como vias de ciclistas e pedestres que representam boa parte da população além de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (Chiesua 2004; Flores *et al.* 1998). Assim, as áreas verdes urbanas muitas vezes possuem características especiais de manejo e conservação para garantir suas funções sociais e ambientais, sendo de responsabilidade das diferentes escalas governamentais (Fernandez-Juricic & Jokimäki 2001; Sarvad *et al.* 2000).

Atualmente, os planejadores urbanos têm uma função emergente que é a função ecológica das áreas verdes urbanas, de forma a auxiliar na manutenção da biodiversidade das cidades, tornando-se um refúgio para espécies de plantas e animais (Bowman & Marzluff 2001; Pirnat 2000).

Uma das técnicas mais recentemente utilizadas para análise e posterior manejo de áreas são aquelas abordadas pela ecologia da paisagem que visa procurar respostas para questões ecológicas voltadas para uma análise espacial e temporal utilizando escalas maiores (Johnston 1998). Um dos parâmetros para avaliar a paisagem é a proximidade/isolamento entre áreas (Mcgarigal & Marks 1994).

No município avaliado, o centro, área mais antiga e mais urbanizada, foi aquele que apresentou o maior índice de isolamento entre as áreas, num raio de 500 m. No entanto, indo em direção à periferia o número de arbóreas foi se tornando maior e mais numeroso, tendendo a estabilização nas bordas da periferia. Talvez por haver uma maior quantidade de assentamentos novos, as áreas mais periféricas apresentam uma situação ambígua, áreas recém urbanizadas sem vegetação ou com apenas indivíduos jovens e áreas residuais de florestas que apresentam maior tamanho.

Morneau *et al.* (1999), observou que em áreas muito pequenas existe o predomínio de espécies generalistas e, menos exigentes quanto à qualidade do habitat, de forma a apresentarem uma ampla distribuição. Áreas maiores com vegetação complexa e nativa tendem a abrigar um maior número de espécies, tanto generalistas quanto especialistas (With & Crist 1995; Bierreggard *et al.* 1992).

O grau de urbanização também parece ser um fator importante quanto a presença ou não de uma determinada espécie. Em áreas pouco antropizadas e que conservam alguma similaridade com a vegetação nativa, o número de espécies sofre redução quando

comparado a fragmentos localizados em áreas rurais. Já aquelas que nada têm de similar com a vegetação nativa e estão inseridas em uma área fortemente urbanizada o número de espécies reduz drasticamente perdendo a relação com a diversidade, que é substituída pela maior abundância das espécies ajustadas ao ambiente antrópico.

No caso do município de Taubaté, a área DE (Praça Dom Epaminondas) é uma praça localizada na região mais antiga e mais desenvolvida, que abriga uma arborização composta por uma única espécie (Anexo 1 – Capítulo 3) e que apresenta a menor quantidade de áreas verdes no entorno de 200, 400 e 600 m de distância e conseqüentemente a que apresentou a menor diversidade de espécies.

Melles *et al.* (2003) e Hermy & Cornelis (2000) demonstraram, para cidades localizadas em regiões temperadas, que a diversidade de aves em áreas verdes arborizadas urbanas parece estar mais relacionada a uma complexidade vertical e a conectividade dessas áreas.

Os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com a hipótese de que áreas mais conectadas apresentam uma maior diversidade de aves como foi o caso da área BC (Praça Bom Conselho) que apesar de ser uma área pequena, apresentou alta conectividade entre 400 e 600 m de distância, fato que explica boa parte da diversidade de aves registrada na área.

Sendo assim, a conectividade entre as áreas verdes parece ser um parâmetro fundamental para o aumento da diversidade nas áreas verdes urbanas de forma a aumentar, a probabilidade de permanência de espécies nativas que apresentam baixa capacidade de colonização e que sejam dependentes da paisagem (Pino *et al.* 2000; Sodhi *et al.* 1999).

Outro detalhe importante é que os resultados obtidos neste trabalho quanto à quantidade de arborização, inclui áreas tanto

públicas quanto particulares, e que se fosse considerado apenas áreas públicas como praças, parques e arborização de ruas e avenidas, a situação seria insustentável.

Uma teoria recentemente discutida é a homogeneização da fauna causada pela urbanização. Jokimäki & Jokimäki (2003) e Clergeau *et al.* (2006) realizaram um trabalho em escala de paisagem comparando vários centros urbanos localizados na Europa e diferiram em tamanho populacional e localização geográfica. Os resultados demonstraram que a comunidade de aves diferiu muito pouco o que levou os autores a suportarem a hipótese de que as cidades realmente levam a homogeneização da comunidade.

Para estudos realizados em paisagem que incluía o ecossistema urbano, a contribuição de uma área urbana na diversidade de aves é de apenas 3 espécies exclusivamente urbanas, que em média corresponde a 2% do total de espécies, (Melles *et al.* 2003; Clergeau & Burel 1997). O restante das espécies que compõe a diversidade urbana é formado geralmente de espécies nativas de distribuição variada e que são, na maioria, dependente da presença de espécies arbóreas para transitarem e permanecerem nas áreas urbanas.

Paulasso (2007) em seu trabalho de revisão comenta que as pesquisas que utilizaram parâmetros métricos em escala de paisagem, como a conectividade, para explicar a diversidade de espécies, concluíram sobre a importância da paisagem na determinação da diversidade. Entretanto este não é o único fator determinante da diversidade, mas sim que o número de espécies presentes nos centros urbanos é resultado da soma de muitos atributos tanto locais como paisagísticos.

Considerando-se os resultados obtidos neste trabalho e suas implicações para o manejo das áreas verdes urbanas, constata-se a importância da criação de áreas verdes lineares ou conservação e

plântio de árvores isoladas como uma forma de manejo. Estas irão diminuir o grau de isolamento entre as áreas verdes e conseqüentemente, irão auxiliar para um aumento da diversidade de aves nas áreas urbanas.

V. BIBLIOGRAFIA

ATTWELL, K. 2000. Urban land resources and urban planting – case studies from Denmark. *Landscape and Urban Planning*. 52:145-163.

BIERREGAARD, R.O., LOVEJOY, T.E., KAPOV, V., DOS SANTOS, A.A. & HUTCHINGS, R.W. 1992. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. *Bioscience*. 42: 859-866.

BLASCHKE, T. & KUX, H. 2007. *Sensoriamento remoto e SIG avançados*. 2ª ed. Editora Oficina de Textos. São Paulo, SP. 303p.

BOLUND, P. & HUNHAMMAR, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.

BOWMAN, R. & MARZLUFF, J.M. 2001. *Integrating avian ecology into emerging paradigms in urban ecology*. p. 569 – 578. In J. M. Marzluff, R. Bowman, and R. E. Donnelly [EDS.], *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic, Norwell, MA.

CATTERALL, C.P., KINGSTON, M.B., PARK, K. & SEWEL, L. 1998. Deforestation, urbanization and seasonality: interacting effects on a regional birds assemblage. *Biological Conservation*, n.84, p.65-81.

CHIESURA, A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*. Disponível em www.sciencedirecty.com. (article in press).

- CLERGEAU, P. & BUREL, F. 1997. The role of spatio-temporal patch connectivity at the landscape level: an example in a bird distribution. *Landscape and Urban Planning*. 38: 37-43.
- CLERGEAU, P., CROCI, S., JOKIMÄKI, J., JOKIMÄKI, M. L. K. & DINETTI, M. 2006. Avifauna homogenization by urbanization: analysis at different European latitudes. *Biological Conservation*. 127: 336-344.
- COSTA, S.M.F & CINTRA, J.P.1999. Environmental analysis of the metropolitan areas in Brazil. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 54(1999), pp. 41-19.
- DUNNING, J.S. *South american land bird*. Pennsylvania, Harrowood. Books, 1982. 364p.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34: 487-515.
- FERNÁNDEZ-JURICIC, E. 2000. Avian spatial segregation at edges and interiors of urban parks in Madrid, Spain. *Conservation Biology*, 14(2): p. 513-521.
- FERNÁNDEZ-JURICIC, E. 2001. Avian spatial segregation at edges and interiors of urban parks in Madrid, Spain. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1303-1316.
- FERNÁNDEZ-JURICIC, & JOKIMÄKI, J. 2001. A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. *Biodiversity and Conservation*, 10: 2023-2043.
- FISCH, G. 1995. Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté (SP). *Revista Biociências-UNITAU*, 1(1): p. 81-90.

- FLORES, A., PICKETT, S. T.A., ZIPPERER, W. C., POUYAT, R. V. & PIRANI, R. 1998. Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region. *Landscape and Urban Planning*. 39: 295–308.
- FRISH, J.D. 1981. *Aves brasileiras*. São Paulo, Ecoltec. p. 330.
- GOUDIE, A. 2000. The human impact. On the natural environment. 5^a ed. MIT Press. p.490.
- HERMY, M., CORNELIS, J. & TOWARD, S. 2000. A monitoring method and a number of multifaceted and hierarchical biodiversity indicators form urban and suburban parks. *Landscape and Urban Planning*. n.49, p.149-162.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. disponível em: www.ibge.br/Censu.
- INPE. 2006. Manual do SPRING. Versão 4.3.3. São José dos Campos.
- JOHNSTON, C.A. 1998. *Geografic information systems in ecology – methods in ecology series*. Blackwell Science Ltd. Oxford, UK. 239 p.
- JOKIMÄKI, J. & JOKIMÄKI, M-L. K. 2003. Spatial similarity of urban bird communities: a multiscale approach. *Journal of Biogeography*. 30: 1183-1193.
- KLINE, J. D., MOSES, A. & ALIG, R. J. 2001. Integrating Urbanization into Landscape-level Ecological Assessments. *Ecosystems* 4: 3-18.
- LUCHIARI, A . 2001. Identificação da cobertura vegetal em áreas urbanas por meio de produtos de sensoriamento remoto e de um sistema de informação geográfica. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, 4: 47-58.

- MARZLUFF, J.M., BOWMAN, R. & DONNELLY, R. 2001. A historical *perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches*. In: Marzluff, J.M., Bowman, R., Donnelly, R. (Eds.), *Avian Conservation and Ecology in an Urbanizing World*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 1–17.
- MCGARIGAL, K. & MARKS, B.J., 1994. FRAGSTAT – *Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Version 6.0, 67 p.
- MELLES, S., GLENN S. & MARTIN, K., 2003. Urban bird diversity and landscape complexity: Species–environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology* 7(1): 5. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss1/art5>
- MILLER, R. B. & SMALL, C., 2003. Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy. *Environmental Science & Policy*. 6: 129–137.
- MORNEAU, F., DÉCARIE, R., PELLETIER, R., LAMBERT, D., DES GRANGES, J. & SAVARD, J P., 1999. Changes in breeding birds richness and abundance in Montreal parks over a period of 15 years. *Landsc. and Urban Plann* 44: 111-121.
- NAGENDRA, H., 2001. Incorporating landscape transformation into local conservation prioritization: A case study in the western ghats, India. *Biodiversity And Conservation*.10: 353-365.
- OLIVEIRA, J.B., CAMARGO, M.N., ROSSI, M. & CALDERANO-FILHO, B., 1999. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto agrônomo; Rio de Janeiro – EMBRAPA-SOLOS, 64p: mapas.

- PAUTASSO, M. 2007. Scale dependence of the correlation between human population presence and vertebrate and plant species richness. *Ecology Letters*. 10: 16-24.
- PINO, J., RODÁ, J. & PONS, X., 2000. Landscape structure and birds richness: implications for conservations in rural areas between natural parks. *Landscape and Urban Planning*. 49: 35-48.
- PIRNAT, J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscape. *Landscape and Urban Planning*. n.52, p.135-143.
- RADANBRASIL, Folhas S.F 23/24., 1985. Rio de Janeiro/Vitória; Geologia, geomorfologia, vegetação e uso potencial da terra – Rio de Janeiro – v. 32, p.780.
- RICKETTS, T. H., 2001. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. *The American Naturalist*. 158: p. 87–99.
- SANDSTRÖM U.G., ANGELSTAM, P.& MIKUSÍNSKI G., 2006. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning*. 77: 39–53.
- SARVAD, J.P.L., CLERGEAU, P. & MENNECHEZ, G., 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*. 8: 1-142.
- SCHAUENSEE, R.M. & PHELPS, W.J., 1987. *A guide to the birds of Venezuela*. Princeton, Princeton University Press, 425 p.
- SICK, H. *Ornitologia Brasileira*. Edição revisada por Pacheco, J.F. Editora Nova Fronteira. 1997. p. 912.

- SODHI, N.S., BRIFFETT, C. KONG, L. & YUEN, B., 1999. Bird use of linear areas of a tropical city: implications for park connector design and management. *Landscape and Urban Planning*. 45: 123-130.
- SWENSON, J. J. & FRANKLIN, J., 2000. The effects of future urban development on habitat fragmentation in the Santa Monica Mountains. *Landscape Ecology*. 15: 713-730.
- VIELLIARD, J.M. & SILVA, W.R., 1989. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo, Brasil. *In: IV ENAV*.
- UN. 2002. *Urban and rural areas 1999*. UN, New York United Nations Publications (ST/ESA/SER.a/166), Sales No. E97.XIII.3, 1999.
- WITH, K.A, & CRIST, T.O., 1995. Critical thresholds is species responses to landscape structure. *Ecology*. 76 (8): 2446-2459.

Capítulo III

Preferência de cor de flor e disponibilidade de recurso floral para aves nectarívoras em áreas verdes urbanas

Resumo: Por meio de uma observação rápida pode-se notar que as espécies contidas nas áreas verdes urbanas não beneficiam espécies de aves nectarívoras. No entanto, essas espécies estão em praticamente todas as áreas verdes. Dessa forma, procurou-se conhecer qual o tipo de recurso alimentar preferido por essas espécies e comparar com aqueles disponíveis nas áreas verdes urbanas. Inicialmente para conhecer a preferência das espécies que se alimentam de néctar foi realizado um experimento com a cor da flor. Para tanto foram utilizadas flores com nectários artificiais, as cores utilizadas foram: branco, lilás, vermelho e amarelo. Por outro lado, foram realizados levantamentos da vegetação arbórea/arbustiva das praças, ruas e avenidas. As espécies que apresentavam flores foram observadas para saber quanto a visitação por aves nectarívoras. Como parâmetro de compara o e valida o das flores artificiais foi utilizado o  ndice de reflectância das flores visitadas pelas aves e comparado com o  ndice obtido das flores artificiais. Os resultados mostraram que as aves que se alimentam de néctar visitaram mais as espécies que apresentaram maior  ndice de reflectância nos comprimentos de onda longo o que coincidiu com apenas algumas espécies encontradas nas áreas urbanas. Observou-se que a vegeta o encontrada na área urbanizada do município de Taubaté não são espécies que estão mantendo a popula o de nectarívoros urbanos. Dessa forma, discutiu-se a hipótese de que essas espécies poderiam estar complementando ou substituindo a composi o da dieta alimentar.

I. INTRODUÇÃO

Raramente o planejamento de uma área verde urbana tem como objetivo a conservação da biodiversidade. Via de regra, a vegetação contida em áreas verdes urbanas públicas é estruturada quanto a efeitos de cor, sombra, brilho, aroma entre outros aspectos paisagísticos (Santos & Teixeira 2001), e ainda em função da produção e comércio de mudas.

Segundo Lorenzi (2002) no Brasil 80% das espécies de plantas nas áreas verdes são de origem exótica. Por esse motivo as plantas que possuem algum tipo de interação com a avifauna como as que apresentam síndromes de polinização e dispersão de sementes são raramente observadas. Em função disso poucas espécies de aves nativas encontram subsídios para colonização e permanência nas áreas urbanas, que aos poucos vão se tornando cada vez menos biodiversas em função da intensificação urbana (Emlen 1974).

Por outro lado, algumas espécies nativas conseguem ampliar seus nichos, em função da plasticidade genotípica adquirida ao longo da evolução, encontrando oportunidades de adequação aos novos nichos, ou ocupam nichos vazios viabilizando o estabelecimento e crescimento populacional de uma determinada espécie sinantrópica urbana (Jokimäki & Suhonen 1998; Marzlluf 2001; Sorace 2002 Shochat *et al.* 2006).

Analisando a vegetação contida nas áreas verdes urbanas pode-se dizer que são muito pouco atrativas para as espécies nectarívoras. Normalmente existe uma baixa diversidade e abundância de espécies de plantas produtoras de néctar, e aquelas que estão presente não produzem flores ao longo de todo o ano, sendo sincrônicas quanto ao período de floração, ocorrendo uma escassez recurso alimentar durante alguns meses do ano. Teoricamente, esses fatores são

limitantes e não corroboram para que espécies de aves nectarívoras permaneçam em áreas urbanas. Assim o primeiro objetivo desse trabalho foi conhecer as espécies de plantas produtoras de néctar visitadas por aves nectarívoras em áreas verdes urbanas.

Em geral, pode-se observar que durante o processo de urbanização toda ou quase toda a vegetação é retirada e uma nova comunidade é estabelecida em substituição à vegetação nativa (Argel-de-Oliveira 1996).

Durante o processo de revegetação uma espécie arbórea pode se tornar altamente abundante e freqüente, seja por facilidade de produção de mudas ou por escolha arbitrária de quem idealizou o projeto. Inúmeros são os exemplos como a *Caesalpinia peltophoroides* e *Tabebuia* spp., que são as espécies mais abundantes e freqüentes em 295 municípios de São Paulo (Winters *et al.* 1992), e *Licania tomentosa* que é a mais abundante em Vitória (ES) e Manaus (AM) (Milano *et al.* 1992; Costa & Higuchi 1999). Os resultados destes e outros trabalhos têm revelado que as espécies mais comuns nas áreas verdes urbanas não são as mais atrativas para aves nectarívoras.

A atratividade de uma flor para espécies que se alimentam de néctar é caracterizada por cores brilhantes, corolas tubulares, odor e presença de néctar (Faegri and van der Pijl 1979; Proctor *et al.* 1996; Wilson *et al.* 1994).

No caso da atração de beija-flores as flores tendem a ser vermelhas, corolas com tubos estreitos, anteras projetadas para fora, plataforma de chegada reduzida, pedúnculo frouxo, alto fluxo de néctar com alta razão de sucrose: hexose e rápida apresentação de pólen (Thomson *et al.* 2000).

Ainda, segundo Thomson *et al.* (2000), as flores que apresentam essas características tendem a ser visitadas exclusivamente por beija-flores, ao contrário daquelas que apesar de apresentarem

características associada à entomofilia também podem ser visitadas pelos nectarívoros. O segundo objetivo desse trabalho foi conhecer a riqueza, abundância e distribuição das espécies de plantas que apresentam recurso alimentar para aves nectarívoras em áreas verdes urbanas.

Segundo Altshuler (2003), Proctor & Proctor (1978) e Faegri and van der Pijl (1979), as flores que refletem em comprimento de onda longo estão associadas a maior taxa de visitação por beija-flores. Essa relação entre taxa de visitação e flores que refletem em comprimento de onda longo pode estar associada à habilidade das aves nectarívoras, principalmente os beija-flores da família Trochilidae, de memorizarem a presença dos recursos através das cores das flores (Endress 1996; Meléndez-Ackerman *et al.* 1997).

Por outro lado, essa preferência dos beija-flores por flores que apresentam maior reflectância em comprimentos de onda longos ainda é muito controversa. Trabalhos realizados em laboratórios demonstraram que algumas espécies não têm preferência (McDade 1983; Bené 1941), já outros realizados em campo apresentam resultados que corroboram com o argumento que beija-flores visitam mais freqüentemente flores que refletem no comprimento de onda do vermelho (Miller & Miller 1971; Altshuler 2003).

A hipótese de seletividade tem uma forte base morfo-fisiológico de acordo com Herrera *et al* (2004) que realizaram uma análise da composição da retina para *Sephanoides sephanoides* e concluíram que essa espécie possui uma maior sensibilidade na região espectral que vai do verde ao vermelho. Assim sendo, o terceiro objetivo desse trabalho foi testar a preferência de cores de flores por aves nectarívoras urbanas e relacionar os resultados experimentais com as características de cores apresentadas pelas espécies de flores mais comuns presentes em áreas urbanas.

II. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo:

O trabalho foi realizado no município de Taubaté, localizado no Vale do Paraíba no Estado de São Paulo, nas coordenadas 45° 33' 20" W e 23° 01' 35"S. Conta com uma área total de 626 km² apresentando uma área urbanizada de 66,88 km². Apresenta aproximadamente 250 mil habitantes, sendo classificada então como uma cidade de porte médio (IBGE 2000).

A cidade esta localizada em sua maior parte em uma região plana sobre terrenos sedimentares com uma altitude média de 500 a 575 metros. O clima da região caracteriza-se por um verão extremamente chuvoso com 42% do total da precipitação anual e o inverno é seco com apenas 7% do total de chuvas anuais (Fisch 1995).

Observações das aves

Inicialmente, durante quatro dias foram realizadas observações ininterruptas por 11 horas/dia, das 7h00 as 18h00, para estabelecer os horários de maior atividade das aves em áreas urbanas. Após este período as observações passaram a ser realizadas no período da manhã 7h00 as 10h00 e da tarde das 16h00 as 18h00 (unidade amostral foi de 5 horas), no total foram realizadas 120h de observação. Durante as observações eram anotadas informações quando a espécie, número de visitas, cor visitada e local da flor visitada.

Para estimar o tamanho da população no local de estudo foi anotado o número de indivíduos somente quando eram observados mais que um indivíduo ao mesmo tempo, de forma a evitar a contagem do mesmo indivíduo duas vezes. A partir do número de indivíduos

observados por unidade amostral foi aplicado média e o desvio padrão para obter de uma estimativa do tamanho populacional de cada uma das espécies.

Levantamento das espécies e do tipo de síndromes de polinização das plantas visitadas por aves nectarívoras em áreas verdes urbanas

O levantamento foi realizado em 8 áreas verdes (praças) e 16 transectos de 800 m percorridos entre ruas e avenidas. Os indivíduos foram identificados, contados e classificados.

Das espécies que estavam florindo foram realizadas observações quanto à visitação de espécies nectarívoras e foram obtidas as informações quanto ao período de floração e tipo de síndrome de polinização. Para tanto foi realizada coleta do material biológico (folhas, flores e frutos) mantidos em álcool 70%, os quais encontram-se depositados na coleção do Laboratório de Ecologia na Universidade de Taubaté. Na classificação e nomenclatura foi utilizado Lorenzi (2002 a b) e Lorenzi & Torres (2003).

O método de observação foi focal aleatório, isto é, as observações eram realizadas a partir do momento em que os indivíduos iniciavam a floração. O trabalho teve início em outubro e prosseguiu até setembro. Somente aquelas espécies que tiveram suas flores visitadas mais de uma vez é que foram incluídas na relação, para que não ocorressem problemas com o registro de visitas acidentais.

Análise da preferência de cor de flor por aves nectarívoras e a relação com as flores disponíveis nas áreas urbanas

Esta etapa do trabalho foi realizada no Campus da Universidade de Taubaté, em um corredor arbóreo formado por uma única espécie *Caesalpinia peltophoroides*. Antes de iniciar o trabalho, foi realizado um levantamento, num raio de 200m a partir da área do experimento, de forma a se conhecer todas as espécies produtoras de flores. Nesse sentido procurou-se garantir que nenhuma espécie arbórea estivesse no período de floração, no entanto, foi inevitável a presença de *Malvaviscus arboreus* que foi monitorado durante o período de observação. Para testar a preferência por cor foram confeccionados 12 ramos com flores e nectários artificiais de quatro cores: vermelho, amarelo, branco e lilás (Figura 1).



Figura 1: Ramos de flores e nectários artificiais utilizados colocados junto à vegetação arbórea.

Os nectários foram preenchidos (Figura 2) com uma mistura para néctar contendo dextrose e sacarose (59,93 %). Para padronização foi utilizada uma mistura disponível no mercado para uso em bebedouros artificiais.



Figura 2: Detalhe da flor artificial contendo o néctar no interior.

Quanto à localização das flores artificiais, foram realizadas duas etapas: (1) os ramos foram colocados aleatoriamente próximos à copa das árvores, isto é a aproximadamente a 8m de altura e após dois dias foi realizado uma troca de posição, (2) os ramos foram divididos em 3 grupos de quatro e foram alocados nas bordas e no interior da área arborizada (Figura 3).

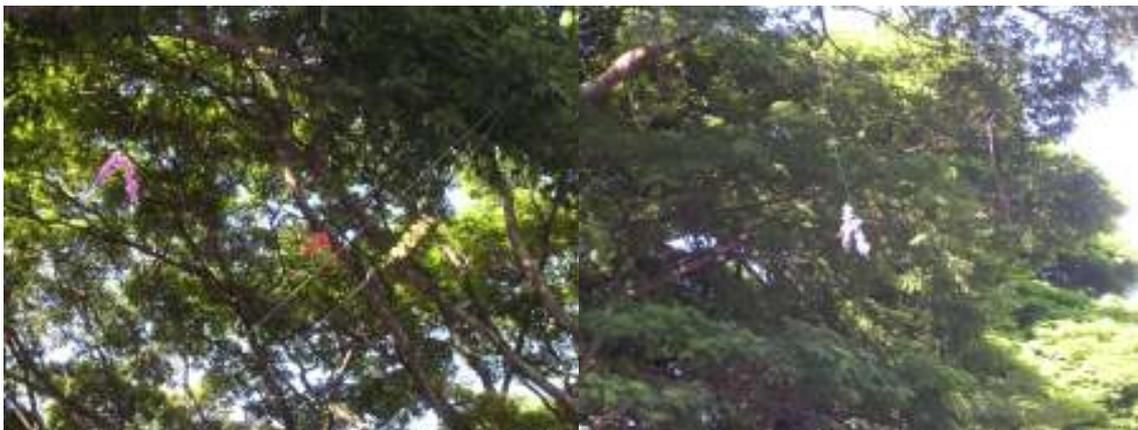


Figura 3: Localização dos ramos florais: A) ramos lilás, amarelo e vermelho abaixo da copa das árvores e B) ramo branco na borda da copa das árvores.

Análise da reflectância das flores artificiais e naturais

Tanto as flores naturais quanto as artificiais tiveram determinadas às curvas de reflectância. Para a medição das flores naturais foi realizada a coleta no período da manhã (entre 5h00 e 7h00) sendo identificadas e catalogadas.

Inicialmente as flores foram classificadas segundo o número de cores que apresentava, sendo: uni, bi ou tricolores, segundo as observações “in situ”. Na seqüência as flores foram levadas ao Laboratório do Instituto de Estudos Avançados do Centro Tecnológico Aeroespacial. As medidas foram realizadas usando um espectroradiometro Analytical Spectral Devices (ASD) FieldSpec Pro, com uma resolução espectral de 3 nm, em com uma amplitude espectral de 350nm a 2500 nm.

Para a análise de reflectância foram utilizados apenas as medidas nas faixas de comprimento de onda que vai do Ultra-violeta (UVc) até o limite entre o visível e o infra-vermelho (350-700 nm). O índice de reflectância foi calculado a partir da radiância da flor dividida pela radiância de um branco padrão feito pelo material Spectralon. Cada flor foi medida três vezes a partir da qual a média e o desvio padrão da reflectância foram calculados. Para cada espécie foi calculado o ponto mediano, como o comprimento de onda que separa o espectro em duas partes de igual intensidade, de acordo com o que foi realizado por Altshuler (2003).

III. RESULTADOS

Preferência de cores por aves nectarívoras

Foram registradas quatro espécies *Eupetomena macroura*, *Amazilia láctea*, *Clorostilbon aureoventris* e *Coereba flaveola*. Entre essas, três pertencem à família Trochilidae e uma a família Coerebidae. Entre as espécies observadas *E. macroura* ($n = 5 \pm 2$) e *C. flaveola* ($n = 4 \pm 1$) foram as mais abundantes no local, seguido por *A. lactea* e *C. aureoventris*.

Durante o período de observação o número de visitação variou de acordo com o horário do dia, como mostra a figura 4. O período de maior atividade alimentar das aves foi no período da manhã, entre 9h00 e 11h00.

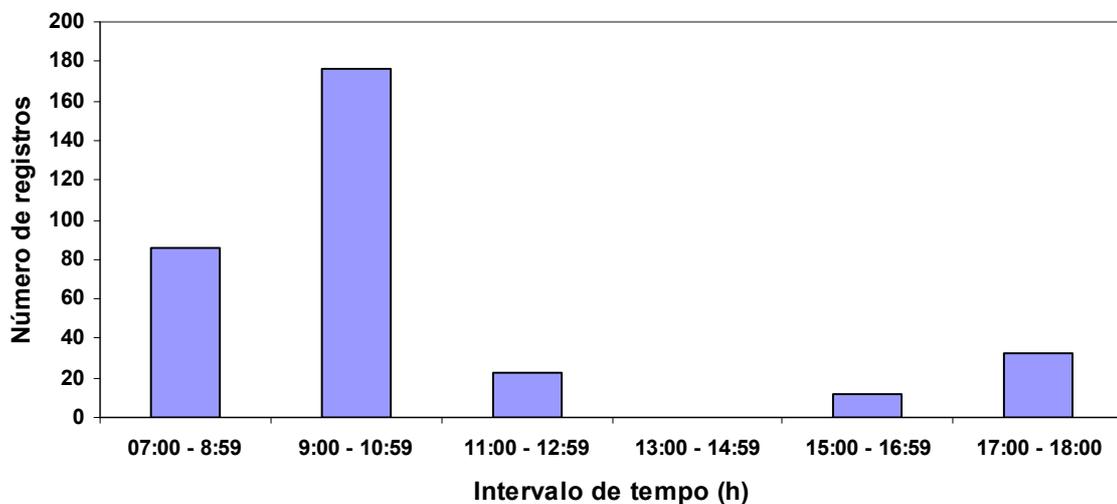


Figura 4: Número de registros obtidos de acordo com o intervalo de 11 horas de observação.

Nos resultados obtidos quanto à preferência das cores foi constatado que as espécies apresentaram diferenças entre: o número de visitas por cada uma das cores testadas, o número de visitas

observado por espécie e ainda entre o comportamento de forrageamento.

Observou-se que *E. macroua* foi à espécie que apresentou um comportamento mais exploratório quanto utilização dos alimentadores artificiais. Inicialmente, nas primeiras 20 horas de observação *E. macroua* apresentou um comportamento mais generalistas não demonstrando preferência quanto à cor das flores. Durante esse período não se observou nenhum tipo de competição inter-específica, sendo que a segunda espécie a visitar as flores foi *A. lactea* que inicialmente compreendeu apenas 30% (n=27) das visitas (Figura 5) e somente foi registrada dois dias após o início do experimento.

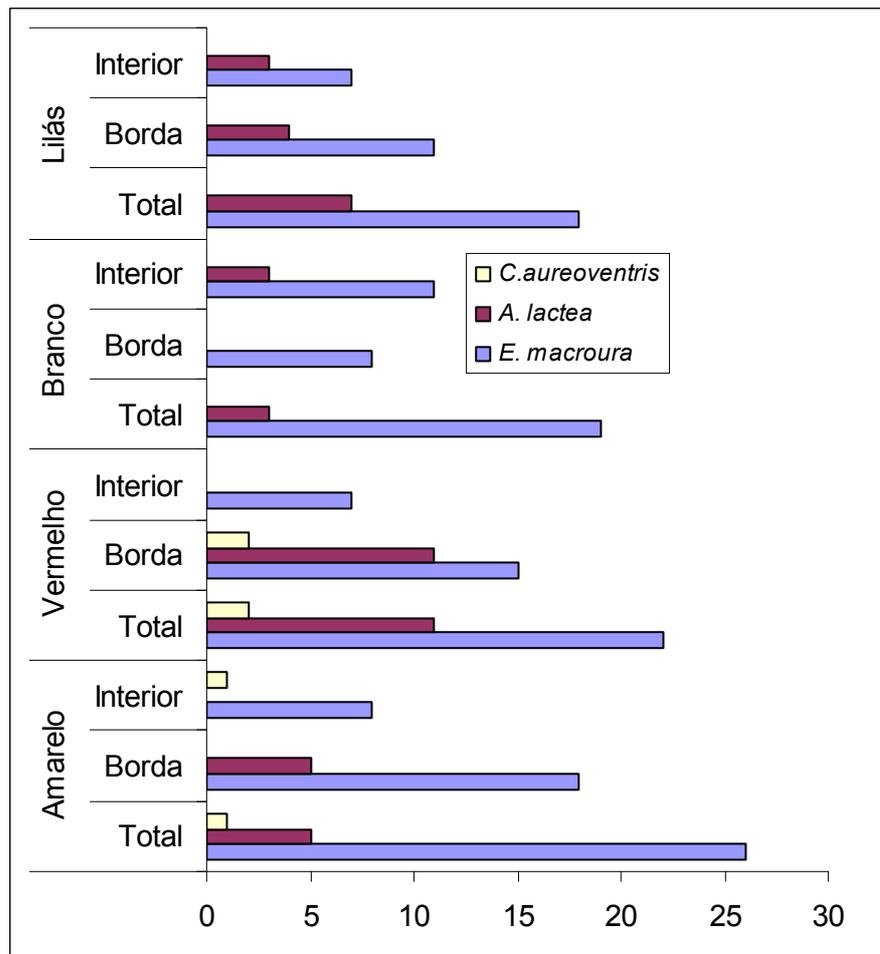


Figura 5: Total de visitas para as diferentes espécies de cores de flores nas primeiras 20 horas de observação.

No período inicial as flores amarelas foram as mais visitadas, visto que também foram as flores que primeiramente foram visitadas por abelhas. Após as primeiras horas de observação as visitas se intensificaram e a frequência das outras espécies de aves também, principalmente de *A. lactea*.

Com o passar do tempo de observação à dinâmica entre as espécies de aves nectarívoras e a preferência de cores mudou claramente (Figura 6). As cores mais visitadas foram aquelas que apresentaram maior reflectância nos comprimentos de onda longo, como as cores vermelhas e lilás. Ainda, pôde-se observar, que a chegada de *C. flaveola* aumentou a competição com *E. macroura*, visto que esta última diminuiu o número de visitas neste período. *A. lactea* não visitou as flores brancas e muito pouco as flores amarelas. De modo geral as cores com maior visitação foram: vermelha, lilás, amarela e branca respectivamente.

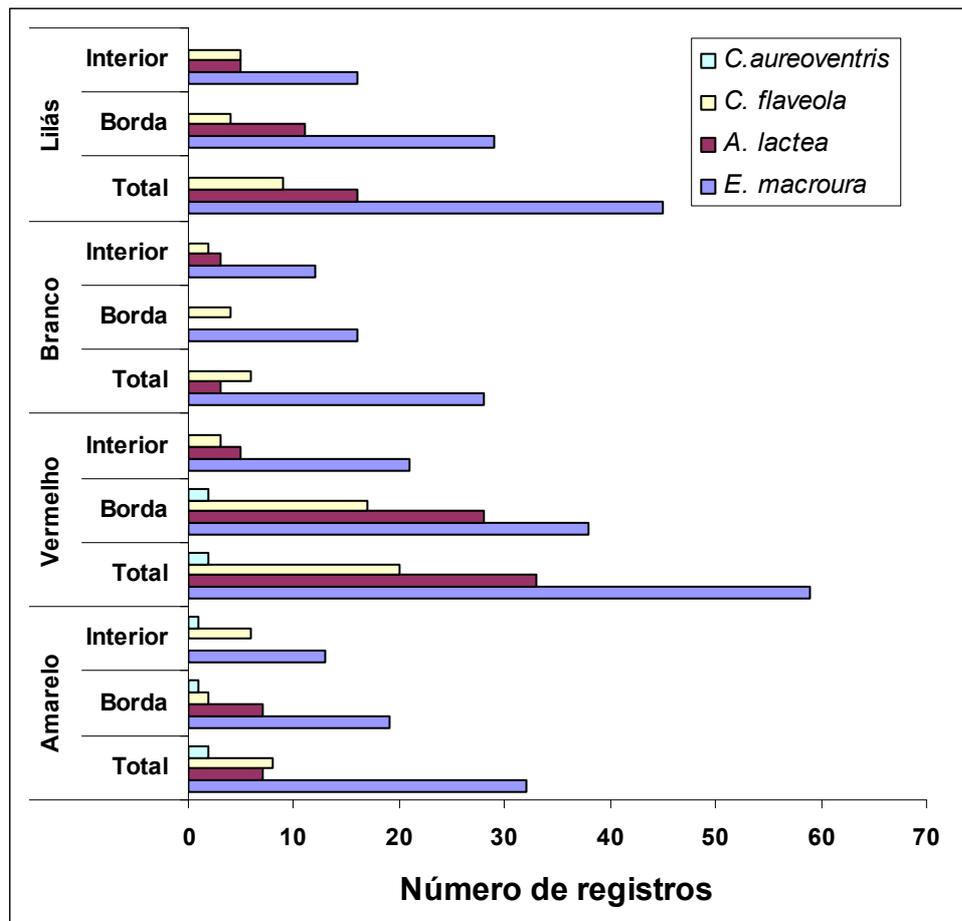


Figura 6: Número de visitação das quatro espécies observadas para cada cor e por localização das flores.

Quanto à localização das flores aquelas posicionadas na borda da vegetação foram as mais visitadas por todas as espécies. Esse resultado era esperado principalmente porque quanto maior incidência de luz, maior será a reflectância das flores, e, conseqüentemente, serão mais conspícuas.

Análise da disponibilidade do recurso floral para aves nectarívoras em áreas verdes urbanas

O resultado do levantamento das espécies contidas nas áreas verdes (praças, ruas e avenidas) está disposto nos anexos 1 e 2. Observa-se que as espécies mais comuns foram as que não são visitadas por aves nectarívoras. Foram levantadas 13 espécies com

flores que foram visitadas por aves nectarívora (Tabela 1). A partir das medidas de reflectância foi obtida a curva espectral para as flores de cada uma das espécies mais abundantes e também das flores artificiais.

Tabela 1: Espécies produtoras de flores registradas na área urbana que foram visitadas por aves nectarívoras (Nec) e insetos (ins). As medidas de reflectância mediana, além das informações quanto a período de floração, número de cores de acordo com o visível humano: uni, bi ou tricolor (ext= cor externa, int= cor interna) e origem das espécies.

Nome Comum	Espécie	Período de floração	Cor	λ (nm) mediano	Origem	Observação de visita
Malvaviscus	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Jan-Jan	uni	651	México	Nec
Erithrina	<i>Erythrina speciosa</i>	Jun-Set	uni	645	Brasil	Nec
Pata-de-vaca -RF	<i>Bauhinia purpurea</i>	Mac-Ago	bi	638	India	Ins/Nec
Grevillea	<i>Grevillea banksii</i>	Jan-Jan	bi	634	Australia	Nec
Camarão- verm	<i>Justicia brandegeana</i>	Jan-Jan	bi	538-flor 631-brac	México	Nec
Ipê-jardim	<i>Tecoma stans</i>	Set-Jun	uni	611	Brasil	Ins/ Nec
Camarão amarelo	<i>Pachystachys lutea</i>	Set-Fev	bi	611	Peru	Nec
Amarela (ins)	<i>Marchamia tomentosa</i>	Jul-Ago	uni	609	Africa	Ins/ Nec
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>	Dez-Abr	bi	609	Brasil	Ins/ Nec
Cerejeira	<i>Prunus campanelata</i>	Mai-Ago	uni	608	Japão	Ins/ Nec
Ipê-roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Mai-Ago	bi	601-int 628-ext	Brasil	Ins/ Nec
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia ochracea</i>	Jun-set	uni	591	Brasil	Ins/ Nec
Pata-de-vaca - RC	<i>Bauhinia variegata</i>	Jul-Set	bi	587	India	Ins/ Nec
Pata-de-vaca - B	<i>Bauhinia variegata</i>	Jul-Set	uni	558	India	Ins/ Nec

Quanto aos resultados obtidos para medição de reflectância das flores naturais, foi observado que a maioria das espécies reflete no vermelho como: *M. arboreus*, *J. brandegeana*, *E. speciosa*, *G. banksii* e *B. purpurea* (Figura 7). As menos visitadas foram, particularmente, as amarelas *T. ochracea*, *Markhamia tomentosa* e *T. stans*.

Observou-se que as espécies amarelas, encontradas em áreas urbanas normalmente são uni-colores e refletem no ultravioleta (figura 7). Para as espécies bicolors, compostas por duas partes com cores distintas, as curvas de reflectância de ambas as partes foram obtidas separadamente. Um exemplo disso é o Ipê-roxo (*T. impetiginosa*), que possui a parte interna composta por lilás e guia de néctar amarelo enquanto que o camarão vermelho (*Justicia brandegeana*) apresenta as brácteas vermelhas e amarelas e as flores brancas com guia de néctar formado por pintas marrons (Figura 7 ab).

O resultado obtido foi que a parte externa de ambas as espécies refletem (*J. brandegeana*: 631 nm e bráctea de *T. impetiginosa*: 628 nm) mais em onda longa, e as partes internas refletem mais em ondas curtas, principalmente a parte interna com guia de néctar da flor de *J. brandegeana* (538 nm), que apresentou uma alta reflectância no comprimento do ultravioleta (Figura 7 c). Interessante observar que estas duas espécies foram mais visitadas por *A. lactea*.

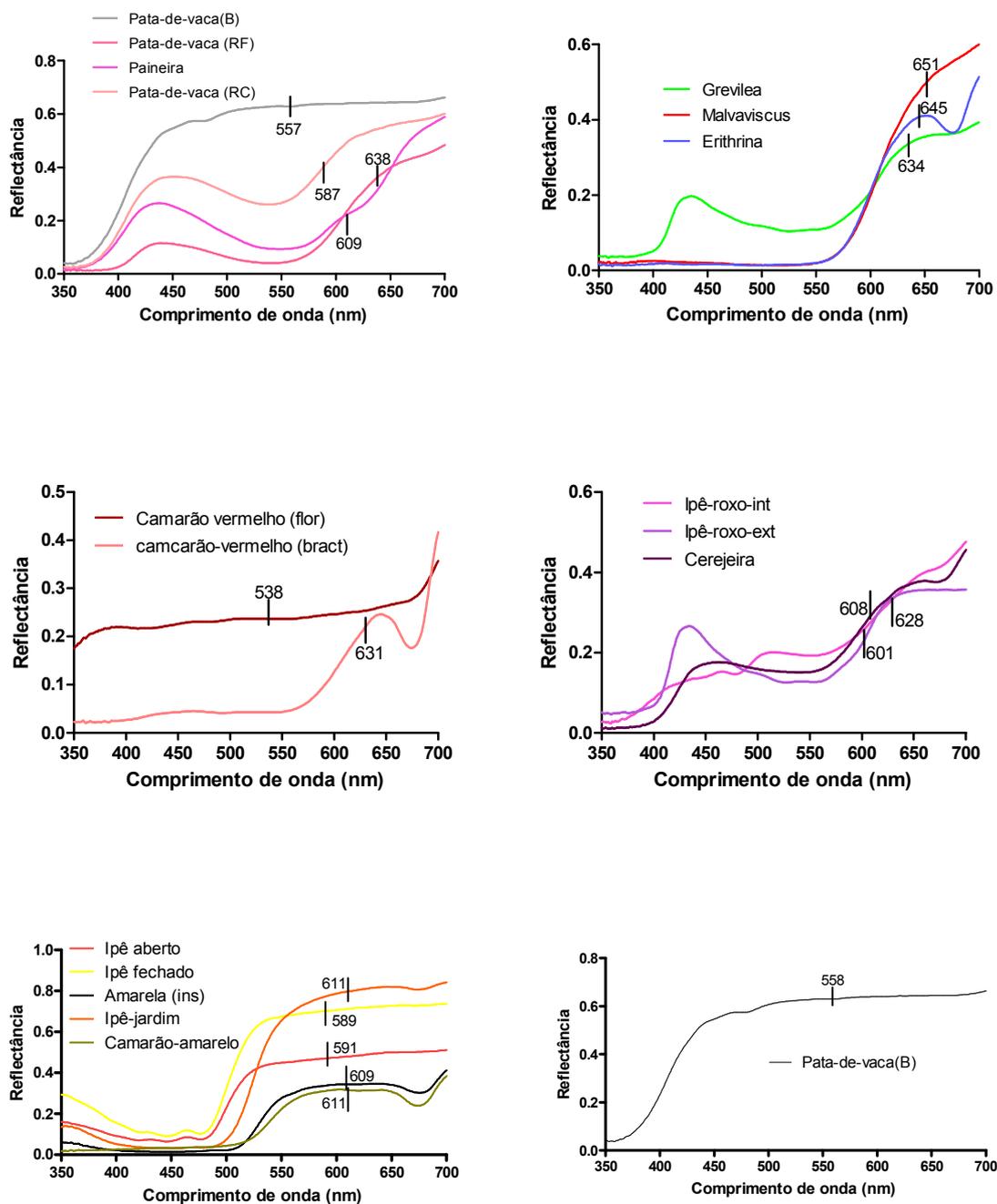


Figura 7: Curva de reflectância das flores mais abundantes em área urbana e que são visitadas por aves nectarívoras (A: magenta, B: vermelha, C: camarão-vermelho flor e bráctea, D: lilás (Ipê-roxo interno e externo), E: Amarela e F: branca).

As flores artificiais também tiveram a reflectância medida e comparada com as aquelas obtidas para as flores naturais (Figura 8).

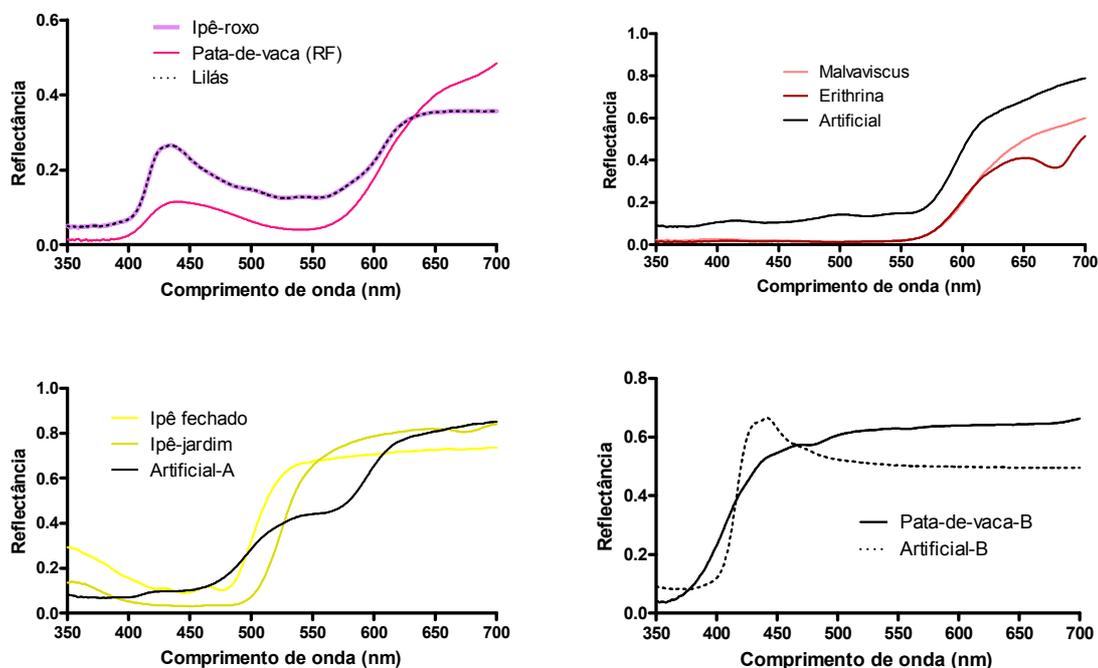


Figura 8: Curva de reflectância das flores artificiais e naturais vermelhas, lilás, amarelas e brancas.

Quando realizada a comparação entre as reflectâncias das flores, principalmente entre a lilás natural e artificial, observou-se que a curva da flor artificial foi coincidente com a curva do Ipê-roxo, resultado que validou a flor artificial (Figura 8a). Para a flor vermelha o comportamento espectral foi o mesmo que *M. arboreus*, no entanto numa frequência mais elevada (Figura 8b), o que significa dizer que a cor detectada pelas aves é a mesma, no entanto com uma intensidade maior para as flores artificiais. Já para as flores amarelas, a similaridade entre as artificiais e as naturais foi baixa, sendo discordantes em duas faixas do espectro no ultravioleta (350 a 400 nm) e na parte mediana do visível (500 e 600 nm), como mostra a figura 8c. Também foi observado diferenças entre as curvas espectrais

das flores brancas naturais e artificiais, visto que está última refletiu mais intensamente no azul do que a flor branca natural, que refletiu uniformemente em toda a faixa do visível (Figura 8d).

Assim, observou-se que as flores lilás e vermelhas artificiais foram as que mais se aproximaram do comportamento espectral apresentado pelas flores naturais encontradas nas áreas verdes urbana.

Disponibilidade de recurso floral em áreas verdes urbanas

Segundo os anexos 1 e 2, nas áreas verdes amostradas foram encontradas 76 espécies arbóreas-arbustivas. Dessas apenas 6% apresentam síndrome de ornitofilia e no total de 13% foram observadas sendo visitadas por beija-flores, mesmo não apresentando as características atrativas de nectarívoros, especialmente beija-flores.

Nas áreas verdes planas como praças e parques, foram encontradas apenas 10% das espécies que são visitadas por aves nectarívoras. Ao contrario do observado nas áreas planas, as áreas longilíneas, como arborização de rua e avenidas, uma das espécies mais abundantes pertencem ao gênero *Bauhinia*, que foi a mais visitada pelas aves nectarívoras.

No entanto, as espécies que tiveram suas flores visitadas por aves nectarívoras não são assincrônicas quanto ao período de floração, conforme pode ser observado na tabela 1. Isto é, praticamente todas as espécies apresentaram o período de floração entre maio e outubro, ficando o restante dos meses com baixa oferta do recurso para as aves nectarívoras.

IV. DISCUSSÃO

Quanto ao período de visitação, observou-se que o período da manhã foi de maior atividade, principalmente entre 8h00 e 10h00 e depois entre 17h00 e 18h00, porém, em proporção bem menor quando comparado ao período matutino. O inverso foi observado por Welker (1984) onde os mesmos períodos foram os de menor atividade para *Calype anna*, no Estado da Califórnia no Hemisfério Norte.

Poucos trabalhos foram publicados quanto à preferência de cor de flores por beija-flores ou outra espécie de ave nectarívora, mas por outro lado, essa questão é antiga, pois os beija-flores sempre chamaram atenção dos ornitólogos por suas características morfo-fisiológicas (Davis 1934; Snow 1973; George 1980; McDade 1983, Welker 1984).

Até o momento muita controvérsia foi encontrada quanto à seleção de cores por aves nectarívoras. No trabalho desenvolvido por Welker (1984), verde foi a cor preferida pela espécie *Calypste Anna*. Segundo McDade (1983), *Phaethornis superciliosus* não apresentou nenhuma preferência entre *Heliconia irrasa* vermelha e amarela.

Miller & Miller (1971), trabalhando com *Archilochus colubris*, realizaram um teste com líquidos nas cores amarelo, vermelho, azul e verde em alimentadores transparentes artificiais. Porém, o experimento foi conduzido em três fases: na primeira testou as cores, na segunda fase os teores de açúcar e na terceira a localização dos alimentadores. Os resultados revelaram que a espécie não apresentou preferência por cor, mas sim por teores de açúcar e local dos alimentadores. Dessa forma Miller & Miller (1971), concluíram que a cor foi apenas um estímulo para a memorização da localização dos alimentadores mais ricos em açúcar.

Por outro lado, outros trabalhos mostraram que algumas espécies apresentaram preferência quanto à cor. Waser & Price (1981)

observaram que *Sephasphorus platycercus* discriminou flores brancas de *Delphinium nelsonii*, visto que a concentração de néctar não variou entre as morfo-cores espécies.

Um trabalho de observação realizado por Stiles (1976) quanto a preferência de cores de flores por beija-flores mostra que *C. anna* e *C. rufous* apresentaram preferência por flores de cores vermelhas. Outro experimento conduzido pelo mesmo autor procurou comparar a preferência de *C. anna* entre cor e fluxo de néctar. Os resultados obtidos por Stiles (1976) revelaram que os beija-flores visitam mais intensamente espécies de flores que apresentam maior reflectância em comprimentos de onda longo e com alto fluxo de néctar, porém o autor comenta que o fluxo de néctar pode ser um parâmetro mais importante para o beija-flor.

Resumindo os resultados obtidos por Stiles (1976) as flores que apresentaram alto fluxo de néctar, maior intensidade de reflectância em comprimentos de onda longo e corola tubular foram altamente preferidas pelos beija-flores.

Outro ponto importante nas cores das flores é que algumas espécies não são uni-cores, podendo ser amarela e vermelha, branca e rosa, branca e vermelha, lilás e amarela, entre outras combinações menos freqüentes. De modo geral, observou-se que as mais procuradas se utilizam das ondas longas como sinalizadores de área de néctar, como é o caso das flores de *Bauhinia* spp, *C. speciosa*, *Grevillea banksii* e *T. impetiginosa*.

A controvérsia quanto à preferência de cores em trabalhos experimentais com flores ou líquidos coloridos artificialmente é maior quando comparado aos resultados daqueles trabalhos realizados a partir de observações em campo.

Uma questão associada aos trabalhos experimentais é que nenhum comparou a reflectância das flores e líquidos com a

reflectância das flores naturais mais ou menos visitadas por aves nectarívoras. Esse ponto pode ser um viés nos resultados, pois o índice de reflectância é influenciado por vários parâmetros, como tipo de pigmento, ângulo de inclinação da luz incidente, quantidade de luz incidente, fatores fisiológicos, turgor, arranjo molecular entre outros fatores intrínsecos e extrínsecos de um determinado alvo. Essa variação pode levar aos resultados contraditórios quanto à preferência de cores.

Um bom exemplo são os resultados obtidos nesse trabalho para as flores artificiais amarelas quando comparada com as flores amarelas naturais. A maior diferença está justamente entre 350 e 400 nm onde as flores naturais apresentam um aumento da reflectância no ultravioleta que não é observado nas flores artificiais. Normalmente as flores amarelas são polinizadas por insetos que possuem sensibilidade visual em comprimentos de onda curto, mas que pode ser detectado, se não por todas, pelo menos para algumas espécies de beija-flores (Cuthill *et al.* 1993).

As aves possuem um sistema visual sofisticado, isto é, a retina das aves possui pelo menos quatro tipos de cones, simples e duplos, o que permite uma maior detecção de cores que vai desde o ultravioleta até o vermelho (Varela *et al.* 1993).

Uma análise realizada no sistema visual de *Sephanoides sephanoides* e *Oreotrochilus leucopleurus* resultou que a sensibilidade para ondas curtas como o azul foi baixa, comprovando a hipótese que a maior sensibilidade visual está associada a respostas dos cones duplos (Herrera *et al.* 2004). O mesmo trabalho mostra que as principais flores visitadas pelos beija-flores austrais e da cordilheira mostravam reflectância predominantemente em cores definidas por comprimento de onda longo.

Resultados similares quanto ao comprimento de onda mais intensamente refletido pelas flores também foi obtido por Altshuler (2003). O autor avaliou o índice de reflectância e a intensidade mediana da reflectância de 92 espécies pertencentes a 28 famílias de plantas presentes nas florestas tropicais. O resultado obtido foi que 69% das flores apresentaram partes que refletiram exclusivamente em comprimento de onda longo, como vermelho, laranja e amarelo. As flores vermelhas tiveram a mediana da curva de reflectância entre 610 e 665 nm, as flores amarelas obtiveram o valor da mediana entre 564 e 624 nm, no caso dessas últimas apresentaram normalmente combinação floral com vermelho.

Comparando com os resultados obtidos neste trabalho as flores vermelhas apresentaram a mediana entre 630 e 651 nm, isto é, a maior intensidade ficou próximo do infravermelho. Já as flores amarelas 589 e 611 nm, no entanto, apresentaram um maior índice de reflectância no ultravioleta, principalmente *Tabebuia ochracea*, a qual foi mais visitada por *A. lactea* e *C. aureoventris*. Abaixo de 580nm foi observado para as flores brancas como a flor do camarão e pata-de-vaca branca.

Altshuler (2003), observou que o UV refletido é incomum nas flores que foram avaliadas em quatro florestas tropicais e aquelas que apresentaram maior índice de reflectância nos comprimentos de onda curto apresentam síndromes de polinização por insetos.

Os resultados obtidos para a comparação entre as curvas de reflectância das flores naturais e artificiais foi melhor que o esperado inicialmente. A baixa expectativa quanto à validação espectral das flores artificiais deu-se porque a reflectância varia de acordo com a quantidade de água presente no alvo, tipo de pigmento, entre outros fatores, que tornariam a flor natural distinta da flor artificial.

Porém para as cores lilás e vermelha, os resultados surpreenderam, validando o sistema utilizado no experimento. Talvez a semelhança entre as flores vermelhas e as lilases artificiais e naturais levou a uma maior taxa de visitação, além de ambas apresentarem uma maior intensidade de reflectância no comprimento de onda longo. Esses resultados corroboram os estudos de Altshuler (2003) e Stiles (1976), que realizaram as observações em campo, e registraram que os beija-flores polinizam e visitam mais as flores que apresentam uma maior reflectância em comprimentos de onda longo.

Outro fator que tem influência direta na reflectância é a luz irradiada e o comprimento de onda predominante no ambiente. Talvez isso explique o resultado obtido quanto ao maior índice de visitação ter sido para as flores instaladas na borda. As flores presentes na borda tornam-se mais conspícuas, em função da quantidade de luz solar incidida.

Outro fator que aumenta a conspicuidade das flores é o comprimento de onda predominante no habitat, isto é, os ambientes que recebem luz indireta (abaixo da copa) têm o comprimento de onda predominante verde (560nm), principalmente em função da reflectância das folhas (Altshuler 2001). No caso de ambientes onde o verde predomina, a tendência é as cores complementares, como por exemplo, o lilás e o vermelho, serem mais conspícuas (Miller & Miller 1971; Altshuler 2001e 2003).

Em geral o experimento foi validado quanto à visitação de flores lilás e vermelhas, sendo ambas mais visitadas por *E. macroura*, *A. lactea* e *C. flaveola*. Pode-se ainda, argumentar que algumas espécies são mais seletistas que outras ou ainda que a competição inter-específica pode levar algumas espécies a explorar recursos que apresentam menor pressão de competição, como é o caso das flores

Tabebuia aurea e *T. ochrocea*, que apresentam síndrome de polinização por inseto (Barros 2001), mas que são visitadas por aves nectarívoras.

No entanto, para as flores amarelas e brancas, as flores apresentaram um comportamento diferente daqueles apresentados pelas flores naturais o que pode ter influenciado na taxa de visitação.

O levantamento de espécies arbóreas e arbustivas em áreas verdes urbanas mostrou que 80% das espécies não apresentam nenhum tipo de recurso floral atrativo para aves nectarívoras. As espécies que apresentam recurso floral foram encontradas principalmente nas ruas e avenidas.

Poucos são os trabalhos publicados com áreas urbanas e a relação com recursos alimentares para a ornitofauna, menos ainda relacionando os nectarívoros.

Um desses poucos trabalhos foi o realizado por Mendonça & Anjos (2005), no qual os autores realizaram um levantamento da vegetação visitada por beija-flores em um campus universitário. Os autores identificaram 22 espécies visitadas por beija-flores e 6 espécies foram visitadas apenas uma única vez, podendo ser considerada, uma visita exploratória de jovens ou casual. Quanto ao tipo de síndrome de polinização, 10 apresentaram ornitofilia e 12 entomofilia. Apenas seis espécies produziram flores ao longo de todo ano, o restante floresceu entre abril e agosto. Entre as espécies arbustivas que produziram flores durante todo ano, apenas três foram freqüentemente visitadas, as demais foram visitadas menos que cinco vezes. Esse trabalho mostra o quanto é escasso o recurso alimentar para beija-flores, mesmo em um ambiente pouco urbanizado.

A situação das praças urbanas localizadas em áreas fortemente urbanizadas é mais desfavorável ainda quando comparado ao trabalho de Mendonça & Anjos (2005). Essas praças são pobres em espécies arbustivas e arbóreas, com um agravante de que 80% das espécies não

apresentam nenhum tipo de recurso para as aves nectarívoras, como é o caso da Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) e do Pingo-de-ouro (*Duranta repens*), espécies arbóreas e arbustivas, respectivamente, mais abundantes nas praças urbanas.

Outra possibilidade de presença de recurso floral para aves nectarívoras em áreas urbanas são os quintais de particulares. Um trabalho realizado em um município do nordeste do Brasil evidenciou que as espécies de plantas cultivadas em quintais são, em sua maioria, predominantemente frutíferas e medicinais, sendo que o objetivo de conservação da fauna nem foi citada entre as classes de interesse. Porém avaliando a listagem de espécies publicada pelos autores, observou-se que apenas 10% beneficiavam a fauna nectarívora (Albuquerque *et al.* 2005).

Como foi observado o resultado da avaliação quando a preferência de cor de flor relacionado a disponibilidade de flores preferidas por aves nectarívoras em áreas verdes urbanas, mostra que essa guilda de aves não é favorecida em termos de presença de recurso. No entanto, no capítulo anterior observou-se que as espécies *E. macroura* e *C. flaveola* são espécies relativamente comuns em áreas verdes urbanas. Nesse caso, qual seria o principal recurso alimentar dessas espécies nas áreas urbanas? O próximo capítulo busca responder essa questão.

V. BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, U.P., CAVALCANTI, L.H. & CABALLERO, J., 2005. Structure and Floristics of Homegardens in Northeastern Brazil. *Journal of Arid Enviroments* 62(3): 491-506.
- ALTSHULER, D. L., 2003. Flower Color, Hummingbird Pollination, and Habitat Irradiance in Four Neotropical Forests. *Biotropica* 35(3): 344-355.
- ALTSHULER, D. L. 2001. Ultraviolet reflectance in fruits, ambient light composition, and fruit removal in a tropical forest. *Evol. Ecol. Res.* 3: 767-778.
- ARGEL-DE-OLIVEIRA, M.M., 1996. Aves Urbanas. *Anais V Congresso Brasileiro de Ornitologia*, UNICAMP, Campinas, SP. 151-156.
- BARROS, M.G., 2001. Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3): 255-261.
- BENÉ, F., 1941. Experiments on color preference of black-chinned hummingbirds. *The Condor* 43: 237-242.
- COSTA, L.A. DA & HIGUCHI, N., 1999. Arborização das ruas de Manaus: avaliação qualitativa e quantitativa. *Revista Árvore*. 23(2): 223-232.
- CUTHILL, I.C., PARTRIDGE, J.C. BENNETT, T.D., CHURCH, S.C., HART, N.S. & HUNT, S., 1993. *Ultraviolet vision in birds*. 159-179. In: Slate, P.J.B., Rosenblatt, J.S. Snowdon, C.T., Roper, T.H. 1993. *Advances in the study of behavior*. Academic Press. New York.

- DAVIS, T. A. W., 1934. Notes on display in the humming-birds *Phaethornis superciliosus* (Linn.) and *Pygmornis ruber* (Linn.) . *Ibis*, (13) 4:732-738.
- EMLLEN, T. J., 1974. An urban bird community in Tucson, Arizona: derivation, structure, regulation. *The Condor* 76: 184-197.
- ENDRESS, P.K., 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press, 511p.
- FAEGRI, K., & L. VAN DER PIJL., 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon, New York, New York. 244 p.
- FISCH, G., 1995. Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté (SP). *Revista Biociências-UNITAU* 1(1): 81-90.
- GEORGE, M. W., 1980. Hummingbird foraging behavior at *Malvaviscus arboreus* Var. *Drummondii*. *The Auk* 97: 790-794.
- HERRERA, G., FERÁNDEZ M. J., POHL, N., DIAZ, M., BOZINOVIC, F. & PALACIOS, A., 2004. Sistema visual en el Colibrí austral (*Sephanoides sephanoides*) y el picaflor cordillerano (*Orotrochilus leucopleurus*) electrorretinografia y coloración. *Ornitología Neotropical* 15: 215-222.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. www.ibge.br/Censo.
- JOKIMÄKI, J. & SUHONEN, J., 1998. Distribution and habitat selection of wintering birds in urban environments. *Landscape and Urban Planning*. 39: 253-263.
- LORENZI, H., 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova. v. 1. 2ª ed. Odessa. Instituto. Plantarum. 352 p.

- LORENZI, H., 2002. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova. v. 2. 2ªed. Odessa. Instituto Plantarum. 368 p.
- LORENZI, H. & TORRES, H.M., 2003. *Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa. Instituto Plantarum. 368 p.
- MARZLUFF, J.M., 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. P. 19–47. In Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R, eds. *Avian Ecology in an Urbanizing World*. Norwell (MA): Kluwer.
- MCDADE, L. A., 1983. Long-tailed hermit hummingbird visits to inflorescence color morphs of *Heliconia irrasa*. *The Condor* 85: 360-364.
- MELENDEZ-ACKERMAN, E., CAMPBELL, D.R. & WASER, N.M., 1997. Hummingbird Behavior and Mechanisms of Selection on Flower Color in *Ipomopsis*. *Ecology*, 78(8): 2532-2541.
- MENDONÇA, L.B. & ANJOS, L. DOS., 2005. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (1): 51–59.
- MILANO, M.S., 1992. Situação da arborização de Vitória – ES. In: Anais do Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 4., Vitória, Anais. Vitória – Prefeitura vol. 1, 147159.
- MILLER, R. S. & MILLER, R. E., 1971. Feeding activity and color preference of ruby-throated hummingbirds. *The Condor* 73: 309-313.
- PROCTOR, J. & PROCTOR, S., 1978. *Color in plants and flowers*. Everest House Publishers. New York.

- PROCTOR, M.C.F., YEO, P. & LACK, A., 1996. *The natural history of the pollination*. Timber Press. Portland, Oregon. USA.
- SANTOS, N.R.Z. & TEIXEIRA, I.F., 2001. Avaliação plástica da vegetação de Veranópolis (RS). *In: Encontro Nacional sobre Arborização Urbana 6, Brasília (compact disc)*. Anais. Brasília, DF.
- SNOW, B. K., 1973. The behavior and ecology of hermit hummingbirds in the Kanaku mountains, Guyana. *The Wilson Bulletin* 85(2): 163-177.
- SORACE, A., 2002. High density of bird and pest species in urban habitats and the role of predator abundance. *Ornis Fennica*. 79(2): 60-71.
- STILES, F. G., 1976. Taste preferences, color preferences, and flower choice in hummingbirds. *The Condor* 78: 10-26.
- THOMSON, J.D., WILSON, P., VALENZUELA, M. & MALZONE, M., 2000. Pollen representation and pollination syndromes, with especial reference to *Penstemon*. *Plant Species Biology*. 15: 11-29.
- VARELA, F. J., PALACIOS, A.G. & GOLDSMITH, T.H., 1993. *Color vision in birds*. 76-98. *In: Zeigler, H.P., Bischof, H.J. (eds)*. Vision, brain, and behavior in birds. MIT Press , Cambridge, Massachusetts.
- WASER, N.M. & PRICE, M.V., 1981. Pollinator Choice and Stabilizing Selection for Flower Color in *Delphinium nelsonii*. *Evolution*, 35 (2): 376-390.

- WELKER, H. J., 1984. Food color preference in the Anna's hummingbird. *Western Birds* 15: 23-27.
- WILSON, E.O., 1994. *Diversidade da vida*. Editora Companhia das Letras, São Paulo, 447p.
- WINTERS, G. H. M., PERRENOUD, L. A. S. & MOHAMED, M. H. M., 1992. A arborização urbana em 295 municípios de São Paulo. In: Anais do Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana 4. Vitória – Prefeitura Municipal. 2: 175-192.

Anexo 1: Lista de espécies de plantas arbóreas com número de indivíduos e abundância relativa por área amostral (Praças).

Praça Santa Terezinha		
Espécie	Número de Indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	65	25,0
<i>Muntingia calabura</i>	32	12,3
<i>tabebuia avallenedae</i>	32	12,3
<i>Tibouchina granulosa</i>	19	7,3
<i>Canafistula ferruginea</i>	14	5,4
<i>Caesalpinia echinata</i>	12	4,6
<i>Syagrus sp</i>	12	4,6
<i>Delonix regia</i>	8	3,1
<i>Plumeria sp</i>	6	2,3
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	6	2,3
<i>Cupressus lusitanica</i>	4	1,5
<i>Filicium decipiens</i>	4	1,5
<i>Ravenala mandagascarienses</i>	4	1,5
<i>Eucalyptus sp.</i>	4	1,5
<i>Caryocar sp</i>	3	1,2
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	3	1,2
<i>Ficus Auriculata</i>	3	1,2
<i>Eugenia florida</i>	3	1,2
<i>Ficus auriculata</i>	3	1,2
<i>Syzygium jambos</i>	2	0,8
<i>Cinammomum sp.</i>	2	0,8
<i>Citharexylum myrianthum</i>	2	0,8
<i>Casearia sp.</i>	2	0,8
<i>Maclura tinctoria</i>	1	0,4
<i>Tabebuia insignis</i>	1	0,4
<i>Eriobotrya japonica</i>	1	0,4
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	1	0,4
<i>Cassia leptophylla</i>	1	0,4
<i>Peltophorum dubium</i>	1	0,4
<i>Havea brasiliensis</i>	1	0,4
<i>Bombacopsis glabra</i>	1	0,4
<i>Thuja sp.</i>	1	0,4
<i>Erythrina speciosa</i>	1	0,4
<i>Cecropia hololeuca</i>	1	0,4
<i>Triplaris americana</i>	1	0,4
<i>Cássia sp</i>	1	0,4
<i>Ligustrum japonicum</i>	1	0,4
<i>Araucaria columnaris</i>	1	0,4
Praça Rodoviária Velha		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	16	16,7
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	11	11,5
<i>Araucaria angustifolia</i>	7	7,3
<i>Tabebuia ochracea</i>	6	6,3
<i>Cycas circinalis</i>	5	5,2
<i>Euterpe oleracea</i>	5	5,2
<i>Tabebuia avallenedae</i>	5	5,2
<i>Tibouchina granulosa</i>	5	5,2
<i>Jenipa americana</i>	4	4,2
<i>Chorisia speciosa</i>	3	3,1

<i>Delonix regia</i>	3	3,1
<i>Malpighia glabra</i>	3	3,1
<i>Roystonea oleracea</i>	3	3,1
<i>Tabebuia sp</i>	3	3,1
<i>Terminalia catappa</i>	3	3,1
<i>Eugenia uniflora</i>	2	2,1
<i>Filicium decipiens</i>	2	2,1
n.i.	2	2,1
<i>Callitris preissii</i>	1	1,0
<i>Cecropia hololeuca</i>	1	1,0
<i>Ficus sp</i>	1	1,0
<i>Maclura tinctoria</i>	1	1,0
<i>Psidium guajava</i>	1	1,0
<i>Syzygium aromaticum</i>	1	1,0
<i>Syzygium jambos</i>	1	1,0
<i>Tamarindus indica</i>	1	1,0
Praça Rodoviária Nova		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Mangifera indica</i>	11	22
<i>Malvaviscus arboreus</i>	10	20
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	7	14
<i>Mimosa bimucronata</i>	6	12
n.i.01	3	6
<i>Cecropia hololeuca</i>	3	6
<i>Psidium guajava</i>	2	4
<i>Tabebuia sp.</i>	2	4
<i>Bougainvillea glabra</i>	2	4
<i>Inga sp</i>	1	2
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	1	2
<i>Codiaeum variegatum</i>	1	2
n.i.02	1	2
Praça do Quartel		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	18	72
<i>Yucca elephantipes</i>	4	16
<i>Syagrus sp</i>	3	12
Praça Bom Conselho		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Canafistula ferruginea</i>	8	50
<i>Eugenia uniflora</i>	2	12,5
<i>Terminalia catappa</i>	2	12,5
<i>Syzygium jambos</i>	1	6,2
<i>Persea gratissima</i>	1	6,2
<i>Tabebuia sp</i>	1	6,2
<i>Bauhinia purpurea</i>	1	6,2
Praça Fórum		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Ficus guaranitica</i>	15	24,6
<i>Cupressus lusitanica</i>	14	23,0
<i>Bauhinia sp</i>	7	11,5
<i>Delonix regia</i>	5	8,2
<i>Yucca elephantipes</i>	4	6,6
<i>Ficus sp</i>	3	4,9
<i>Syagrus sp</i>	2	3,3
<i>Psidium guajava</i>	2	3,3

<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	2	3,3
<i>Tabebuia sp</i>	2	3,3
<i>Cinammomum sp.</i>	2	3,3
<i>Maclura tinctoria</i>	2	3,3
<i>Syzygium jambos</i>	1	1,6
Praça Desembargador		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	4	57,1
<i>Bauhinia sp.</i>	2	28,5
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	14,21
Praça Dom Epaminondas		
Espécie	Total de indivíduos	Abundância Relativa (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	4	80
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	20

Anexo 2: Lista de espécies, número de indivíduos e abundância relativa das espécies acima de 2 m registrados em ruas e avenidas (cada uma das amostras equivale a um transecto de 800 m)

Espécies	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	Total	AR (%)
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	4	5	-	-	-	5	3	-	-	-	6	3	37	8	-	21	92	40,7
<i>Areca bambu</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	-	22	-	-	-	26	11,5
<i>Bauhinia</i> sp.	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	8	-	17	7,5
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	4	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6,2
<i>Lagerstroemia indica</i>	10	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	14	6,2
<i>Tabebuia</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	12	14	6,2
<i>Malvaviscus arbóreus</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	2,7
<i>Ligustrum japonicum</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	3	6	2,7
<i>Tecoma stans</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6	2,7
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	1	-	-	5	2,2
<i>Caesalpinia pulcherrina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	1,8
<i>Erythrina speciosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	5	2,2
<i>Grevillea banksii</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	2,2
<i>Justicia brandegeana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1,8
<i>Chorisia speciosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	1,3
<i>Prunus campanelata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4
<i>Mangifera indica</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	1,3
<i>Chapéu de sol</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,4
Total	24	7	5	0	1	5	26	0	0	0	8	13	63	13	8	53	226	100,0

Capítulo IV

Análise de forrageamento do *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), em um parque urbano

Resumo: O objetivo deste trabalho foi a observação e a descrição do comportamento alimentar e do recurso disponível para alimentação do tesourão, *Eupetomena macroura*. O estudo foi realizado no Horto Municipal “Renato Corrêa Penna”, situado na cidade de Taubaté/SP. As observações ocorreram entre dezembro a outubro, e foram observadas as seguintes variáveis: tipo do vôo, librado ou adejado, espécie vegetal visitada para alimentação, busca de alimento e defesa de território. O *E. macroura* visitou 13 espécies vegetais. Para defesa de território a *M. indica* foi a mais visitada, e para alimentação foi a *M. arboreus*. Quanto aos tipos de vôo, o librado foi o mais freqüente. A parte da planta que obteve maior número de visitas foram as folhas. Para obtenção de néctar, a única espécie visitada, foi a *M. arboreus* e para obtenção de artrópodes, as espécies vegetais mais visitadas foram a *M. indica* e a *H. stilbocarpa*. Na análise feita nos galhos, foram encontrados artrópodes das ordens: Acari; Araneae; Coleoptera; Diptera; Hemiptera; Homoptera; Hymenoptera; Orthoptera e Psocoptera. Foram também encontrados insetos e partes de insetos que não foram identificados; exuvias; ootecas de aranhas e teias de aranhas. As ordens mais encontradas foram Homoptera e Psocoptera. Na estação seca o beija-flor utilizou néctar como recurso alimentar e na estação úmida, utilizou artrópodes. De acordo com os resultados obtidos, conclue-se que estes beija-flores utilizam artrópodes presentes na vegetação para a sua alimentação, durante uma parte do ano,

quando as flores estão ausentes ou escassas. Assim, mostrando o ótimo ajustamento desta espécie em centros urbanizados.

. INTRODUÇÃO

Entre os membros da família Trochilidae o *Eupetomena macroura* é uma espécie que chama atenção devido ao seu tamanho, em torno de 18 cm, sua longa cauda bifurcada e seu comportamento altamente territorialista (Morales 2003; Pizo e Silva 2001). Quanto à ocorrência dos beija-flores em áreas urbanas sabe-se que estão amplamente distribuídos em áreas arborizadas como praças, parques, ruas e avenidas arborizadas, quintais e jardins. *Eupetomena macroura* é um dos mais abundantes nas cidades estando associado aos parâmetros de número de árvores e tamanho da área verde (Morales 2003; ver Capítulo 1). Algumas áreas verdes localizadas nas áreas urbanas possuem pouca variedade de espécies vegetais produtoras de flores e néctar e menos ainda são as espécies que produzem flores durante o ano todo (Morais 1999). Um outro agravante para a avifauna, é a substituição parcial ou total da vegetação nativa por espécies exóticas durante o processo de urbanização citado por Argel-de-Oliveira (1996), dificultando a colonização e permanência das aves nas áreas urbanas.

Os trochilídeos se alimentam do néctar de flores e são atraídos principalmente por flores que permitam uma recompensa energética a partir do néctar (Marandino 2002; Sick 1997; López-Calleja *et al.* 1997; Collins *et al.* 1990 e Varassin *et al.* 2001) considerada a dieta básica dos beija-flores. Esta interação entre flores e beija-flores levou a elaboração de um grande número de trabalhos que buscam entender esse comportamento co-evolutivo e simbiótico (Mendonça & Anjos 2005; Varassin & Sazima 2000; Buzato *et al.* 2000). Porém, Yanega & Rubega (2004) que analisaram a capacidade dos beija-flores quanto à captura de insetos em vôo, disseram que o foco exagerado dado a

interação beija-flor – néctar pode ter obscurecido outros importantes aspectos da evolução dessas espécies.

Do ponto de vista da planta a produção de carboidratos para a manutenção da interação com seus polinizadores tem um alto custo para a planta, pois a energia poderia ser utilizada em outras funções da planta, como o crescimento, por exemplo (Begon *et al.* 1996). Para muitas espécies este custo pode ser um fator limitante quanto a produção de flores tornando-se um recurso de difícil obtenção. Em um raciocínio simples, a simbiose com um recurso menos abundante, presumivelmente, explicaria a especialização morfológica e de locomoção dos beija-flores, que por outro lado exige um dos maiores consumos de oxigênio por unidade de massa corporal (Bicudo e Chaui-Berlink 1998). Dessa forma, a relação custo-benefício da alimentação torna-se frágil podendo, em algumas espécies, exibir mudanças no comportamento em função da maior ou menor densidade de recurso disponível (Weale *et al.* 2000). A necessidade versus acessibilidade de um recurso pode levar a uma substituição ou a complementação no cardápio de uma determinada espécie (Pyke 1980). As hipóteses para a complementaridade da dieta por pequenos artrópodes é que auxiliaria a obtenção de proteínas por fêmeas de beija-flores durante fase reprodutiva (Sick 1997; Stiles 1995; Collins *et al.* 1990 e Bouchard *et al.* 2000) e também como suplemento necessário de aminoácidos diário para manutenção da massa corpórea (López-Calleja *et al.* 2003).

Segundo Schondube & Martinez del Rio (2004), a fisiologia dos beija-flores diferem totalmente de Passeriformes, principalmente na ingestão e digestão de carboidratos. Ainda entre as espécies de beija-flores, as necessidades de carboidratos e proteínas também podem diferenciar em função de outros aspectos, como exemplo o tamanho corporal (Schondube & Martinez del Rio 2004; Whorte *et al.* 2003). O néctar que alimenta os beija-flores é rico em nitrogênio e água

(Fernández 2002; Weale *et al.* 2000) e contém traços de aminoácido, minerais e vitaminas (López-Calleja *et al.* 2003). No entanto, a quantidade de carboidratos presente no néctar pode não satisfazer os requisitos diários de um vertebrado nectarívoro (Schondube & Martinez del Rio 2004), podendo ser complementado por fontes protéicas diariamente. Nesse sentido, alguns estudos foram realizados para saber qual é a fração que a proteína ocupa na dieta dos beija-flores. Os resultados são os mais diversos, podendo ser entre 2% e 15% do tempo diário de alimentação (Pyke 1980), outros chegam a utilizar para captura de coleópteros 70% do tempo total utilizado para forrageamento (Wolf 1970), e ainda para outras espécies essa fração chegar a 100%, isto é, exclusivamente insetívoros (Stiles 1995).

Stiles (1995) apresenta duas variáveis importantes quanto à aquisição de artrópodes por beija-flores, sendo (1) a disponibilidade de artrópodes está relacionada com períodos do ano, seco e úmido, sendo mais abundantes nas estações úmidas que nas estações secas e (2) os beija-flores adquirem os artrópodes em vôo de libração, e que eles iniciavam o forrageamento de baixo para cima, provavelmente uma técnica que auxilia a visibilidade dos artrópodes na face posterior das folhas. No último caso, a estratégia de aquisição de alimento pode estar relacionada com o balanço energético entre a qualidade alimentar do recurso adquirido e gasto energético durante a procura de alimentos. Em beija-flores, o balanço entre energia para forrageamento e custos termoregulatórios determinam inclusive o comportamento de locomoção para busca e aquisição de alimentos (Fernández *et al.* 2002).

Muitos são os fatores que determinam a ocorrência de um beija-flor em uma determinada área, tais como, quantidade e qualidade do alimento. Segundo Mendonça & Anjos (2005) poucos trabalhos tem sido dedicados ao entendimento das interações bióticas dos beija-flores

em sistemas urbanos. Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram: (1) se: existe variação no tipo de recurso alimentar de *E. macroura* numa área verde urbana; (2) se existe variação no tipo de dieta ao longo dos períodos seco e úmido; (3) se existe algum tipo de preferência quanto ao uso da espécie vegetal para forrageamento; e (4) se existe diferença entre o tempo utilizado na busca e na aquisição de alimento.

II. MATERIAL E MÉTODOS:

Área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Taubaté, localizado no Vale do Paraíba no Estado de São Paulo, entre as coordenadas 23°03'00"S – 45°35'46"W e 22°59'32"S – 45°31'5"W. Conta com uma área total de 626 km² apresentando uma área urbanizada de 66,88 km². Apresenta aproximadamente 250 mil habitantes, sendo classificada então como uma cidade de porte médio (IBGE 2004). A cidade esta localizada em sua maior parte em uma região plana sobre terrenos sedimentares com uma altitude média de 500 a 575 metros. O clima na região do Médio Paraíba é classificado como um clima úmido de verões quentes e invernos amenos caracterizado pela forma de Köeppen encaixando-se na classificação tipo Cwa. Essa classificação é obtida em função da temperatura média do mês mais frio ser inferior a 18°C e no verão serem superiores a 22°C, apresentando um período de seca no inverno. Chove quase diariamente no verão e o total de chuva nesses meses normalmente excede 200 mm. O ano hidrológico inicia-se em agosto e termina em julho do ano seguinte, com um total de 40% precipitação ocorrendo nos meses de dezembro a fevereiro, caracterizando um verão

extremamente chuvoso. O período seco ocorre de maio a agosto (Fisch 1995).

O trabalho foi realizado no Horto Municipal “Renato Corrêa Penna”, e caracteriza-se como uma área de lazer e recreação para a população. Dentro do parque encontra-se uma pequena floresta com mata secundária inicial, contendo árvores com aproximadamente 5 metros de altura. Além dessa área de floresta o parque abriga um lago e árvores frutíferas e paisagísticas dispersas por toda parte (Figura 1).

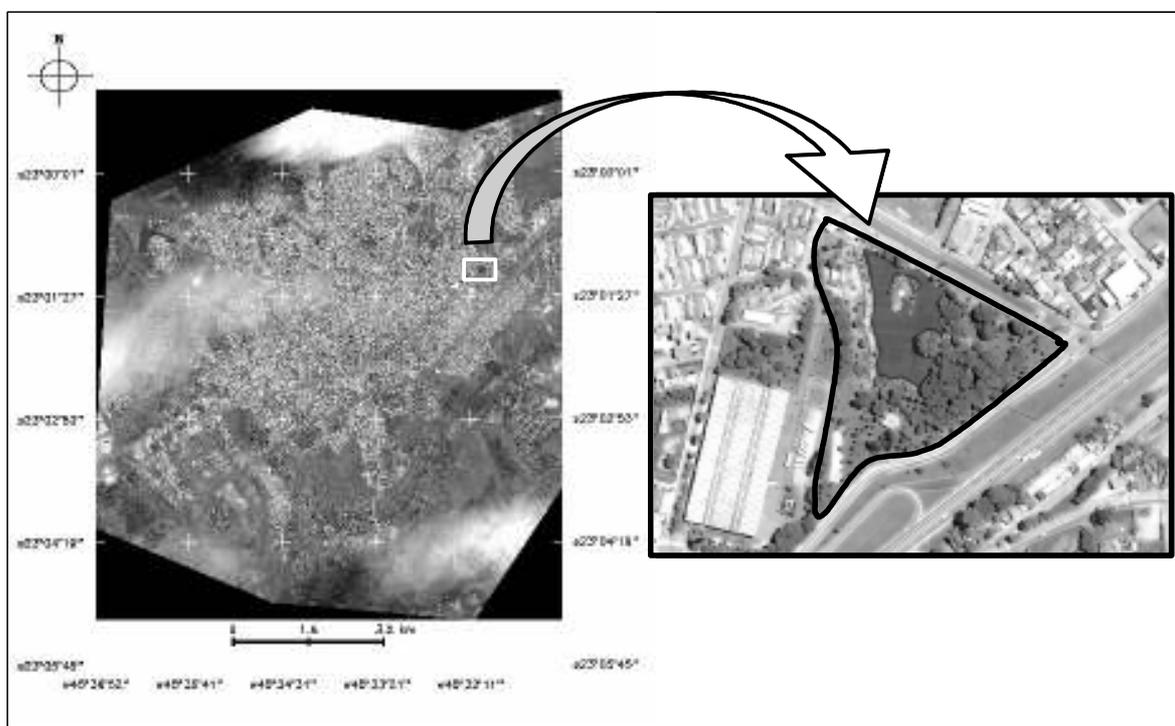


Figura 1: Imagem de satellite OrtoQuickColor 2006; 0.60m de resolução; UTM, Datum WGS 84) da área urbana de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. Em destaque a área de estudo Parque Municipal Renato Corrêa Penna.

Observações de forrageamento

As observações ocorreram entre os meses de dezembro a outubro usando um binóculo Nikon (10 x 42). A cada três horas de observação por período do dia foi considerada uma unidade amostral. As observações eram realizadas no período da manhã (7h00– 10h00) e/ou tarde (15h00 – 18h00), obtendo o mínimo de 20 horas por mês, totalizando 222 horas.

A técnica utilizada foi o método focal, que constituiu da identificação de um indivíduo alvo (IA) que era acompanhado durante o tempo que permanecesse no campo visual do observador, somente quando um IA era perdido de vista é que um segundo era identificado e observado. A frequência de um determinado comportamento foi obtida a partir da razão entre o número de vezes que esse comportamento foi observado pelo tempo total de observação. Dentro do possível era evitado que o mesmo indivíduo fosse observado mais de uma vez durante um período de observação. Foram consideradas como espécies vegetais visitadas aquelas em que o indivíduo era observado pousado observando o território, procurando e adquirindo alimento. Durante o tempo em que um IA era observado foram realizados os registros quanto ao:

- 1) Tipo do voo: foram anotados dois tipos principais de voo: a) librado: voo característico utilizado pelo beija-flor durante a aquisição de alimento e b) adejado: voo que define o comportamento de busca do alimento (Sick 1997).
- 2) Alimentação: durante o período amostral foram registradas quais eram as espécies vegetais visitadas e quantas vezes eram visitadas pelo IA em busca de néctar ou artrópodes. Também eram anotadas a parte da planta mais visitada: flor, folha ou galho.
- 3) Defesa de território: foram identificadas as espécies vegetais em que o IA permanecia pousado observando seu território e o número

vezes que realizava essa atividade. Esse comportamento era identificado quando o IA saía do local de guarda para investir em outros indivíduos da mesma espécie ou espécies diferentes.

A identificação das espécies vegetais foi feita por meio da coleta de partes da planta (flores, folhas e frutos) e posteriormente a confecção das exsicatas o material foi depositado no herbário do Laboratório de Botânica da Universidade de Taubaté.

Para a realização da coleta dos artrópodes presentes nas folhas em que *E. macroura* visitou, foi utilizado o método *branch clipping* que consiste em amostrar a disponibilidade de presa (artrópodes) para aves (Johnson 2000, Hutto 1990, Wolda 1990). Trata-se de um método de baixo custo possibilitando a coleta de boas amostras de dossel, mas impossibilita a captura de insetos ativos e o número de indivíduos obtidos por amostra é pequena (Cooper & Whitmore 1990).

Para aplicação do método, foram selecionadas as árvores mais visitadas pelo beija-flor. Foram realizadas duas coletas com 10 amostras na altura em que foi observado o forrageamento da espécie. Após esta seleção foi estendida uma vara com um suporte de metal e dentro deste foi colocado um saco de algodão de cor verde, com suas bordas amarradas por um cordão longo. O ramo foi ensacado e o cordão puxado, fechando facilmente em torno do ramo. Posteriormente estendia-se o podão até o ramo, o qual era cortado e retirado da árvore.

Na seqüência da coleta dos galhos, os mesmos foram pulverizados com inseticida (piretrina e piretróide) e levados para o laboratório onde os artrópodes foram separados e conservados em álcool 70%. Antes da retirada de todos os artrópodes presentes nas folhas o saco foi levemente sacudido para desalojar os artrópodes das folhas, só então o saco era aberto e o ramo retirado para ser examinado sendo que, posteriormente, o próprio saco também era

examinado. As folhas eram retiradas do galho e examinadas detalhadamente com uma lente de aumento manual e uma pinça. No total foram examinadas 1330 folhas.

Os artrópodes coletados foram levados ao laboratório de Entomologia do Departamento de Agronomia da Universidade de Taubaté, onde foram identificados de acordo com a morfo-espécie a que pertencia, segundo Borror & DeLong (1969).

Para análise dos resultados foi inicialmente realizado teste de Normalidade Shapiro-Wilk e em função do resultado obtido foram utilizados testes não-paramétricos *a priori* Teste de Friedman (FR) e *a posteriori* Teste de Dunn (D) para comparação múltipla de médias. Para comparação de proporções foi utilizado teste Qui-quadrado em nível de 95% de significância (Zar 1997).

III RESULTADOS

Durante todo o período de observação *E. macroura* visitou um total de 12 espécies vegetais, tanto para defesa de território quanto para aquisição de alimento.

O número de registros realizados para defesa de territórios e busca de alimentos foram: 506 para defesa de território e 414 para alimentação (Tabela 1). Quanto à defesa de território *M. indica* foi a mais utilizada, com 37% (n=184) das observações e *M. arboreus* foi a que obteve maior número de visitas para a alimentação, com 67,8% (n=281) das observações.

Tabela 1: Espécies de plantas visitadas por *E. macroura*, a abundância relativa (AR) na área de estudo, e número de visitas por planta tanto para forrageamento quanto para defesa territorial.

Espécies de plantas	AR (%)	Forrageamento		Defesa Territorial
		Aquisição	Procura	
<i>Inga</i> sp.	2.1	0	1	1
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	2.1	11	17	40
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	14.6	4	2	2
<i>Malvaviscus arboreus</i>	20.8	214	69	77
<i>Psidium guayava</i>	4.2	1	0	15
<i>Mangifera indica</i>	22.9	47	33	184
<i>Codiaeum variegatum</i>	2.1	1	0	1
<i>Mimosa bimucronata</i>	12.5	6	2	124
<i>Triplaris brasiliiana</i>	8.3	1	0	53
<i>Tabebuia</i> sp.	4.2	1	0	1
<i>Bougainvillea glabra</i>	4.2	2	1	3
<i>Cecropia</i> sp.	6.3	1	0	5
Totals		289	125	506

Foi significativo o resultado obtido para as diferenças entre as frequências de visitas para espécie de plantas utilizada para defesa de território (FR= 28.85; DF= 6; $p < 0.0001$) e para alimentação (FR= 33.07; DF= 4; $p < 0.0001$) (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados do Pré-Teste Friedman (FR) e Pós-teste Dunn (D) utilizado para verificar as diferenças entre o comportamento de *E. macroura* para alimentação e defesa de territorial. As plantas que apresentaram uma abundância relativa menor que 10% na área de estudo (ver tabela 1), foram excluídas das análises.

	Alimentação (FR= 33.07; DF= 4; p< 0,0001)				
	<i>H. stilbocarpa</i>	<i>M. arboreus</i>	<i>M. indica</i>		
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	-	D= 63.5; p<0.05	D= 30.5; p>0.05		
<i>Malvaviscus arboreus</i>		-	D= 33; p>0.05		
	Defesa Territorial (FR= 28.85; DF= 6; p< 0,0001)				
	<i>H. stilbocarpa</i>	<i>M. arboreus</i>	<i>P. guayava</i>	<i>M. indica</i>	<i>M. bimucronata</i>
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	-	D= 37; p>0.05	D= 37; p>0.05	D= 42; p>0.05	D= 3; p>0.05
<i>Malvaviscus arboreus</i>		-	D= 61; p<0.05	D= 5; p>0.05	D= 34; p>0.05
<i>Psidium guayava</i>			-	D= 66; p<0.05	D= 27; p>0.05
<i>Mangifera indica</i>				-	D= 39; p>0.05

Analisando o tipo de vôo, o vôo librado, característico para alimentação, foi mais freqüente (70%) que o vôo adejado, tipicamente realizado na busca de alimento (30%) (Tabela 2). Existiu uma diferença significativa entre o número de visitas feitas por *E. macroura* para diferentes plantas utilizadas para obtenção de alimento mas não foi detectada diferença entre número de vezes em que as diferentes espécies de plantas foram visitadas para a procura de alimento (Tabela 3).

Tabela 3: Pré-teste Friedman (FR) e Pós-teste Dunn usado para verificar as diferenças entre o comportamento de *E. macroua* para alimentação (aquisição versus procura). As plantas que apresentaram uma abundância relativa menor que 10% na área de estudo (ver tabela 1), foram excluídas das análises.

	Aquisição (FR= 22,78; DF= 4; p< 0,0001)				
	<i>H. stilbocarpa</i>	<i>H. rosasinensis</i>	<i>M. arboreus</i>	<i>M. indica</i>	<i>M. bimucronata</i>
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	-	D= 4; p>0.05	D= 55; p<0.05	D= 14; p>0.05	D= 0; p>0.05
<i>Hibiscus rosasinensis</i>		-	D= 59; p<0.05	D= 18; >0.05	D= 4; p>0.05
<i>Malvaviscus arboreus</i>			-	D= 41; <0.05	D= 55; p<0.05
<i>Mangifera indica</i>				-	D= 14; p>0.05

	Procura (FR= 3.976; DF= 2; p= 0,1369)		
	<i>H. stilbocarpa</i>	<i>M. arboreus</i>	<i>M. indica</i>
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	-	D= -11,50; p>0.05	D= -11; p>0.05
<i>Malvaviscus arboreus</i>		-	D= 0,5; p>0.05

Os resultados mostram que *E. macroua* gatou a maior parte do tempo se alimentando que procurando alimento, de acordo com o teste de Mantel-Haenszel ($\chi^2= 37.71$; $p= 0.052$). Esta diferença entre o número de visitas realizadas na busca e na aquisição de alimento variou entre as espécies de planta utilizada por *E. macroua* ($\chi^2= 26.17$; $DF= 11$; $p= 0.0061$). No caso de *M. arboreus*, a espécie mais visitada, uma diferença significativa foi registrada ($\chi^2= 74.29$; $p= 0.000$) entre o número de visitas realizadas para procura (75.6%; $n= 214$) e para aquisição (24.4%; $n= 69$) de alimento, quando a premissa esperada era de proporções iguais. Já nas visitas feitas em *M. indica*, as proporções foram similares tanto para procura (58.7%; $n= 47$) quanto para aquisição (41.3%; $n= 33$) de alimento ($\chi^2= 2.45$; $p= 0.1175$), como foi esperado inicialmente. A parte da planta mais visitada, independentemente da espécie e do tipo de visita, foram as

folhas com 57,9 % (n= 919), seguido pelas flores com 42,1 % (n= 667). Essa diferença entre proporções foi significativamente diferente ($\chi^2= 39.73$; $p=0,0000$). Considerando ainda somente as visitas a folhas, as espécies vegetais mais visitadas pelo *E. macroura* foram a *M. indica* seguida da *H. stilbocarpa*.

Das coletas dos galhos de *M. indica* (n= 317 folhas), e dos galhos de *H. stilbocarpa* (n=368 folhas), foram encontrados artrópodes das ordens: Acari (n=1); Araneae (n=29); Coleoptera (n=8); Diptera (n=6); Hemiptera (n=34); Homoptera (n=108); Hymenoptera (n=7); Orthoptera (n=1); Psocoptera (n=55). Foram também encontrados insetos (n=15), partes de insetos (n=2) e exuvias (n=636) que não foram identificados. Assim, as ordens de artrópode mais encontradas foram Homoptera com 40,9% e Psocoptera com 20,8%. Também foram registrados ootecas de aranhas (n=18) e teias de aranhas (n=215) sem a presença de indivíduos.

O beija-flor-tesourão visitou mais freqüentemente as folhas durante a estação chuvosa, de setembro a março, e durante os meses secos, de abril a agosto as flores foram mais visitadas (Figura 2). Esta diferença entre estação seca e úmida foi significativa ($\chi^2= 511$; $p=0.0000$). Na estação chuvosa, as aves visitaram flores em apenas 11.4% do tempo de observação, mas na estação seca essa percentagem aumentou para 88.2% (n=593). O inverso foi verdadeiro para visitas à folhas: na estação seca foi observado apenas 1.2% (n=11) e na estação chuvosa 98.4% (n=905) das visitas foram nas folhas.

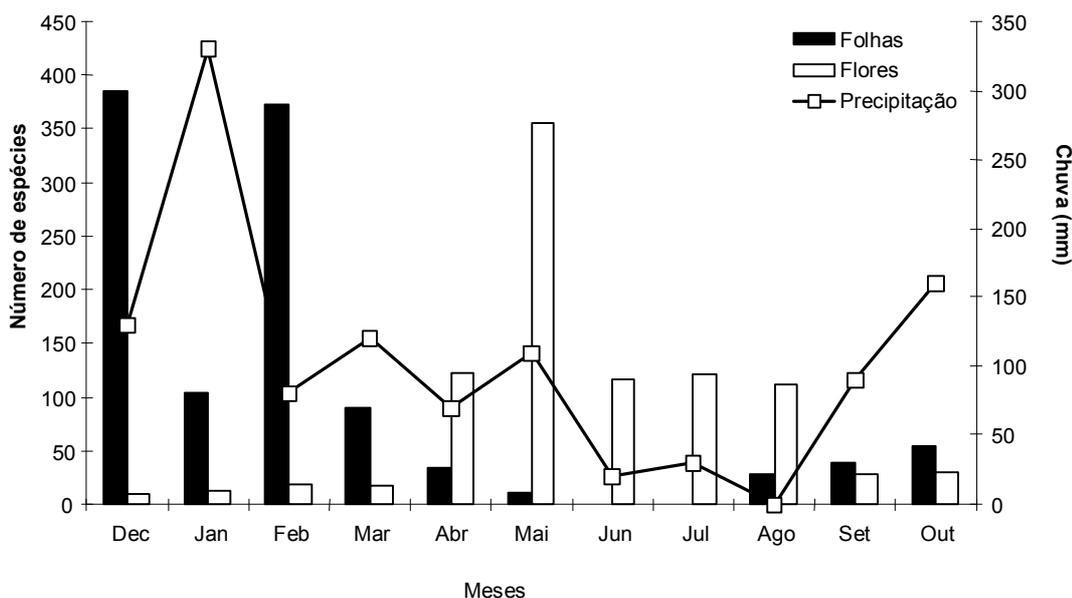


Figura 2: Variação mensal no número de visitas em flores e folhas realizado por *E. macroura* (eixo esquerdo) e dados de chuva da Estação Meteorológica da Universidade de Taubaté (eixo direito).

IV. DISCUSSÃO

Uso dos recursos disponíveis

O maior ou menor número de espécies vegetais utilizadas para observação do território, parece não estar associada a uma preferência a um determinado recurso da planta. Normalmente, as espécies vegetais que o *Eupetomena* escolhia para pousar era composto por poucas folhas e que permitiam uma maior visibilidade espacial, assim o maior uso de uma espécie em detrimento de outras pode ser explicado por sua localização estratégica. Analisando o comportamento da *Amazilia rutila* quanto a vegetação utilizada para defesa de território Schemske (1974) concluiu que a escolha da vegetação estava em função da localização estratégica. Apesar de não ter sido testado, curiosamente apenas para defesa das flores, os indivíduos de *Eupetomena* saíam do local de vigia para afastar outros indivíduos da mesma ou de espécies diferentes. De modo geral os beija-flores

apresentam um comportamento territorialista na defesa de flores ou de espécies excepcionalmente floridas (Mendonça & Anjos 2005).

Segundo Collins *et al.* (1990), Young (1971) e Wolf & Stiles (1970) o que mantém um beija-flor em um território são: padrões de florescimento, preferências dos nectarívoros e distribuição espacial e temporal dos recursos.

Algumas espécies de plantas atrativas aos beija-flores presentes na área de estudo, como *Tabebuia*, *Hibiscus*, *Bougainvillea* e *Ingá* apresentam floração no período mais seco do ano. Segundo Mendonça & Anjos (2005) as flores de *Tabebuia*, *Hibiscus*, *Bougainvillea* são encontradas em maior quantidade no período de abril a agosto e o *Ingá* de setembro a outubro. Mas a disponibilidade de flores, ao que se refere à *Eupetomena*, não significa que serão utilizados como recurso. Como foi observado por Mendonça & Anjos (2005) das 22 espécies ornitófilas *E. macroura* visitou apenas três. Piratelli (1993) observou a visita de beija-flores a duas espécies *Ingá* spp e *Jacaratia spinosa* com floração simultânea em outubro, *Eupetomena* foi quase exclusivo visitante do *Ingá*. Esse padrão também foi observado neste trabalho, os resultados apontaram que *E. macroura* visitou muito mais *M. arboreus* do que qualquer outra espécie ornitófila presente na área. *E. macroura* não visitou apenas espécies produtoras de néctar; também existiram evidências de uma forte interação com plantas em que artrópodes eram capturados. Young (1971) trabalhou em áreas florestais e observou que a espécie *Phaetornis supercilliosus* preferiu adquirir artrópodes em *Geonoma binervia* em detrimento da *Welfia georgii*, mesmo constatando-se que ambas as palmeiras abrigavam as mesmas espécies de presas. Duas são as alternativas para explicar a seletividade de *Eupetomena*:

1) Competição inter específica: Höfling & Camargo (2002) e Matarazzo-Neuberger (1995) registraram na cidade de São Paulo oito

espécies de beija-flores; Mendonça & Anjos (2005) registraram 10 espécies em Londrina. Nas áreas urbanas também ocorrem outras espécies como *Coereba flaveola*, borboletas, mariposas, formigas, abelhas, entre outras que competem pelo néctar das flores de uma determinada área. Segundo Mendonça & Anjos (2005) *E. macroura* sobrepõe seu nicho com outras sete espécies de beija-flores. A alta competitividade por recurso pode levar a uma segregação, como comenta Pyke (1980) podendo levar a uma especialização entre determinadas espécies, como o caso do *Ramphodon naevius* citado por Sazima *et al.* (1995).

2) Características das plantas: tanto a variação na morfologia quanto na composição química do néctar pode levar a segregação dos recursos (Mendonça & Anjos 2003; López-Calleja 2003). No caso de *E. macroura*, as preferências podem ser função não só de uma baixa diversidade de espécies ornitófilas como também uma baixa segregação entre os períodos de floração.

Malvaviscus arboreus oferece uma grande recompensa em néctar durante um único dia (Webb 1984). Em adição, esta espécie apresenta um pico de floração entre abril e agosto, mas existe uma pequena produção de flores ao longo de todo o ano (Mendonça & Anjos 2005, Opler *et al.* 1980). Uma espécie que apresenta um longo período de floração pode desempenhar um importante papel quanto a fidelidade do polinizador e é fundamental para manter a população local de *E. macroura*.

Tipo de recurso alimentar

A competição é um argumento que pode explicar o maior número de visitas realizadas para procura de alimentos em *M. arboreus* quando comparada com o número de visitas realizadas para aquisição de néctar. Pois, durante a coleta de dados houve várias oportunidades de

observar *E. macroura* visitar flores dessa espécie que já apresentavam furos realizados por *C. flaveola* e ainda a presença de formigas entre outros pequenos insetos visitando as flores. Dessa forma, muitas visitas realizadas por *E. macroura* eram sem sucesso quanto à aquisição de néctar. Essa concorrência pode levar o indivíduo a passar a maior parte do tempo procurando do que adquirindo alimento, visto que muitas flores poderiam ter sido visitadas por outras espécies. Essa diferença entre o número de visita à planta buscando x adquirindo alimento não foi observado na aquisição de artrópodes em *M. indica*, em que *E. macroura* realizou o mesmo número de vôos para ambas as atividades. Young (1971) observou que *Phaetornis supercilliosus* visitou teias de aranhas em áreas abertas poucas vezes por dia e conseqüentemente por mês, resultando num menor tempo de forrageamento determinando uma maior eficiência na aquisição de artrópodes. Os mesmos resultados foram observados por e Zanotto & Bicudo (2005), que sugeriram a hipótese explicativa de que a redução do tempo na aquisição de proteínas esta associada a uma taxa metabólica diferenciada se comparada com aquela observada para açúcar. Isto é, o organismo metaboliza lentamente a proteína quando comparado com o açúcar que é disponibilizado instantaneamente.

Young (1971) inclui *Phaetornis supercilliosus* na guilda de predadores e respigadores de folhas (leaf-gleaning) e predadores respigadores de teias (web-gleaning), os quais adquirem artrópodes em folhas e em teias de aranha mesmo estado mortos. Outros autores registram ainda que algumas espécies capturam *Drosophila sp* em vôo (Yanega & Rubega 2004) ou preferencialmente aranhas (Stiles 1995; Young 1971).

De fato, os beija-flores diferem quanto ao grau de dependência de artrópodes. Estudos realizados para estimar a porcentagem de proteínas na dieta de beija-flores tem revelado uma grande variação,

entre 2% a 15% do tempo de alimentação total (Pyke 1980); outros permanecem mais de 70% do tempo total de forrageamento para capturar insetos (Wolf 1970); e ainda outras espécies, a dieta pode ser composta 100% por insetos, isto é, exclusivamente insetívora (Stiles 1995, Montgomerie & Redsell 1980). Esta variação quanto a dependência de artrópodes pode ser uma resposta quanto a distribuição espacial do recurso alimentar, em contraste com as fontes nectarívoras que apresentam uma distribuição pontual no espaço e tempo.

As observações em campo (dados não publicados) indicaram que *E. macroura* apresenta um comportamento territorial mais evidente enquanto obtém néctar que quanto está obtendo insetos; isto é, as aves permanecem mais tempo capturando do que procurando néctar. A interação de alguns fatores podem estar desempenhando um papel importante nesse comportamento, que são: competição, disponibilidade e duração do recurso e/ou até mesmo o valor nutritivo do néctar. As proteínas são ricas em aminoácidos (N), um elemento necessário para muitas funções biológicas que não são totalmente supridas por uma dieta a base de néctar somente, por outro lado o néctar é rico em sucrose, sendo a melhor fonte de energia quando comparado com fontes protéicas. *Malvaviscus arboreus* pode produzir de 20 μ L (George 1980) a 72 μ L (Webb 1984) de néctar por flor, que tem entorno de 20% de açúcar que equivale a 100 calorias por flor Arizmend (2001). Um outro importante fator é que o néctar passa mais rapidamente através do trato digestivo (Roxburgh & Pinshow 2002) com uma taxa de assimilação muito alta (Zanjotto & Bicudo 2005). Isto explica o maior número de visitas na busca por néctar, o qual compensa o custo de obtenção.

O tamanho corporal é outro fator importante no forrageamento porque espécies grandes como *E. macroura* (18 cm de comprimento

total) possuem uma maior necessidade de consumo de aminoácido, o qual impõem restrições quanto ao recurso alimentar levando a um aumento de consumo de recursos protéicos (Schondube & Martínez del Río 2004; McWhorter *et al.* 2003; Fernández *et al.* 2002).

A grande ocorrência de Homoptera e Psocoptera, não significa que *E. macroura* esteja se alimentando destes artrópodes. Segundo Cooper & Whitmore (1990) a simples ocorrência de alguns tipos de artrópodes, não reflete a disponibilidade de presas, pois nem todos artrópodes presentes em uma região de forrageamento, deverão ser consumidos pelas aves. Dessa forma, o que chamou a atenção nos resultados obtidos, foi a grande ocorrência de ootecas e teias de aranhas, sem a presença do indivíduo, levando a crer que provavelmente *E. macroura*, esteja se alimentando de pequena aranhas. Essa hipótese é reforçada pelos resultados encontrados por Stiles (1995), que analisou o conteúdo estomacal de vários beija-flores e verificou que houve uma preferência pronunciada por aranhas em sua dieta e que o tamanho da aranha tinha uma perfeita correlação com o tamanho dos beija-flores. No trabalho desenvolvido por Young (1971) as morfo-espécies comumente encontradas no sub-bosque de florestas tropicais foram Díptera, Hymenoptera, Homóptera e Coleóptera, as quais também foram observadas na vegetação da área estudada nesse trabalho. Homóptera foi a mais abundante sendo provavelmente o recurso mais importante durante o período sem flores.

Sazonalidade e o tipo de fonte alimentar

Os resultados quanto ao maior ou menor consumo de artrópodes ou de néctar entre os períodos secos e úmidos são similares aqueles encontrados por outros autores (Bouchard *et al.* 2000; Sick 1997; Stiles 1995; Collins *et al.* 1990). Esta variação pode ser também

função do período reprodutivo das aves, um período no qual a aves necessitam de obter mais energia. No entanto, para conhecer o quanto o ambiente antrópico influencia na mudança o comportamento de forrageamento de *Eupetomena* seria necessário comparar com áreas em que ocorra uma maior abundância de néctar. A relação entre sazonalidade e tipo de alimento consumido coincide com os períodos de pico da floração da maioria das espécies presentes na área de estudo.

Os resultados obtidos por Mendonça & Anjos (2005) mostram que *Eupetomena* não possui uma dieta muito variada e ainda apresentou baixa taxa de visitação quando comparado a outras espécies de trochilídeos. Então provavelmente *Eupetomena* também deve estar recorrendo a fontes de artrópodes para manutenção da população. Young (1971) também registrou para *Phaetornis superciliosus* uma sazonalidade em que ocorre um aumento de consumo de insetos no período úmido quando comparado ao período seco, porém o autor não comparou a disponibilidade de néctar no local de estudo. De qualquer forma, mesmo em áreas altamente urbanizadas mas que abrigam áreas verdes, é esperado encontrar populações de beija-flores, mesmo na ausência de flores produtoras de néctar. Isso é possível devido à plasticidade alimentar de algumas espécies, sendo especialmente verdadeiro para *Eupetomena macroura*.

V. BIBLIOGRAFIA

- ARGEL-DE-OLIVEIRA, M. M. 1996. Aves Urbanas. *Anais V Congresso Brasileiro de Ornitologia, UNICAMP, Campinas, SP*. 151-156.
- ARIZMENDI, M. DEL C. 2001. Multiple ecological interactions: nectar robbers and humminbirds in a highland forest in Mexico, *Can. J. Zool.* 79: 997-1006.

- BEGON, M., HARPER, J.L., TOWNSEND, C. R. 1996. *Ecology*. Third Edition. Osney Mead. Oxford.
- BICUDO, J. E. P. W. & CHAUI-BERLINK, J. G. 1998. Locomotion and thermogenesis in hummingbirds. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 120:27-33.
- BORROR, D. J. & DELONG, D. M. 1969. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Editora Edgard Blucher.
- BOUCHARD, S., VONHOF, M. J., FENTON, M. B. & MONETTE, G. 2000. Nutrient preferences of Brazilian hummingbirds. *The Wilson Bulletin*. 112(4):558-562.
- BUZATO, S., SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32:824-841.
- COLLINS, B. G., GREY, J. & MCNEE, S. 1990. Foraging and nectar use in nectarivorous bird communities. *Studies in Avian Biology*. 13:110-121.
- COOPER, R. J. & WHITMORE, R. C. 1990. Arthropod sampling methods in ornithology. *Studies in Avian Biology*. 13:29-37.
- FERNÁNDEZ, M. J., LÓPEZ-CALLEJA, M. V. and BOZINOVIC, F. 2002. Interplay between the energetics of foraging and thermoregulatory costs in the green-backed firecrown hummingbird *Sephanoides sephaniodes* *Journal of Zoology*. 258: 319-326
Cambridge University
- FISCH, G. 1995, Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté (SP). *Revista Biociências - UNITAU*. 1(1):81-90.
- GEORGE, M. W. 1980. Hummingbird foraging behavior at *Malvaviscus arboreus* var. *Drummondii*. *The Auk*. 97: 790-794.

- HOFLING, E. & CAMARGO, E. F. 2002. Aves no campus da Cidade Universitária Armando Salles Oliveira. 3ª Ed. Ed. USP. 157pp.
- HUTTO, R. L. 1990. Measuring the availability of food resources. *Studies in Avian Biology*. 13:20-28.
- IBGE. 2004. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Available in: <<http://www.ibge.gov.br>>.
- JOHNSON, M. D. 2000. Evaluation of an arthropod sampling technique for measuring availability for forest insectivorous birds. *Journal of Field Ornithology*. 7(1):88-109.
- LÓPEZ-CALLEJA, M.V., FERNÁNDEZ, M. J. & BOZINOVIC, F. 2003. The integration of energy and nitrogen balance in the hummingbird *Sephanoides sephaniodes*. *The Journal of Experimental Biology*. 206:3349-3359.
- LÓPEZ-CALLEJA, M. V., BOZINOVIC, F. and DEL. RIO, C. M. 1997. Effects of Sugar Concentration on hummingbird feeding and energy use. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 118(4):1291-1299.
- MATARAZZO-NEUBERGER, W. M. 1995. Comunidade de aves de cinco parques e praças da Grande São Paulo, Estado de São Paulo. *Ararajuba*. 3:13-19.
- MARTÍNEZ DEL RÍO, C. 1990. Sugar preferences in hummingbirds: the influence of subtle chemical differences on food choice. *Condor*. 92:1022-1030.
- McWhorter, T.J., Powers, D.R. & Martínez del Rio, C. 2003. Are Hummingbirds Facultatively Ammonotelic? Nitrogen Excretion and

Requirements as a Function of Body Size. *Physiological and Biochemical Zoology*. 76(5): 731-743.

MENDONÇA, L. B. & ANJOS, L. 2003. Bird-flower interactions in Brazil: a review. *Ararajuba*. 11(2):43-53.

MENDONÇA, L. B. & ANJOS, L. 2005. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (1):51-59.

MONTGOMERIE, R. D. & REDSELL, C. A. 1980. A nesting hummingbird feeding solely on arthropods. *Condor*. 82:463-464.

MORAIS, E. S. 1999. Comportamento alimentar de *Coereba flaveola* (Coerebidae) em *Malvaviscus arboreus* (Malvaceae) na cidade de São Paulo - SP. *Bioikos*. 13(1/2):52-55.

MORALES, W. T. 2003. *Beija-flor-de-tesoura* (*Eupetomena macroura*, Gmelin, 1788). Available in: http://www.vivabrasil.com/beija_flor_de_tesoura.htm.

PIRATELLI A. J. 1993. Comportamento alimentar de beija-flores em flores de *Inga spp* (Leguminosae, Mimosoidae) e *Jacaratia spinosa* (Caricaceae) em um fragmento florestal do sudeste brasileiro. *IPEF*. 46:43-51.

PIZO, M. A. & SILVA, W. R. 2001. The dawn lek of the swallow-tailed hummingbird. *The Wilson Bulletin*. 113(4):388-397.

PYKE, G. H. 1980. Why hummingbirds hover and honeyeaters perch. *Animal Behavior* 29:861-867.

ROXBURGH, L. & PINSHOW, B. 2002. Digestion of nectar and insects by Palestine sunbirds. *Physiological and Biochemical Zoology*. 75(6):583-589.

- SAZIMA, M., BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1995. Polinização de *Vriesea* por morcegos no Sudeste brasileiro. *Bromélia*. 2:29-37.
- SCHEMSKE, D. W. 1974. Time budget and foraging site preference of the cinnamon hummingbird in Costa Rica. *Condor*. 77(2): 216-217
- SCHONDUBE, J. E. & MARTÍNEZ DEL RÍO, C. 2004. Sugar and protein digestion in flowerpiercers and hummingbirds: a comparative test of adaptive convergence. *Journal of Comparative Physiology B* 174:263-273.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- STILES, F. G. 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a tropical wet forest. *Condor*. 97(4):853-878.
- WOLF, L. L. & STILES, F. G. 1970, Hummingbird territoriality at a tropical flowering tree. *Auk*. 87:467-491.
- VARASSIN, I. G. & SAZIMA, M. 2000. Recursos de Bomeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* 11/12:57-70.
- WEALE, M. E., WHITWELL D., RAISON, H. E., RAYMOND, D. L. & ALLEN, J. A. 2000. The influence of density on frequency-dependent food selection: a comparison of four experiments with wild birds. *Oecologia*. 124(3):391-395.
- WEBB, C. J. 1984. Hummingbird pollination of *Mavaviscus arboreus* in Costa Rica. *New Zealand journal of Botany*. 22: 575-581.
- WOLF, L. L. 1970. Impact of seasonal flowering on hummingbirds. *Condor*. 72:1-14

- YANEGA, G. M. & RUBEGA, M. A. 2004. Hummingbird jaw bends to aid insect capture. This tiny bird has a neat trick to trap flies in mid-air with its long nectar-seeking beak. *Nature*. 428: 615.
- YOUNG, A. M. 1971. Foraging for insects by a tropical hummingbird. *The Condor*. 73:36-45.
- ZANOTTO, F. P. & BICUDO, J. E. P. W. 2005. Las proteínas y carbohidratos dietarios afectan la conducta de alimentación y la regulación metabólica en picaflores (*Melanotrochilus fuscus*). *Revista Chilena de Historia Natural*. 78:281-294.
- ZAR, J. H. 1997. *Biostatistical Analysis*. 3rd edition, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Considerações Finais

A análise das variáveis associadas à diversidade de aves urbanas, mostra que a mesma não resulta de um único parâmetro, mas sim de muitos que atuam concomitantemente, porém em diferentes escalas espaciais e temporais e em diferentes níveis de organização ecológica.

Dessa forma, apesar da comunidade de aves da área de estudo não apresentar nenhum padrão associado as variáveis locais, para algumas populações as mesmas variáveis são fundamentais, viabilizando a residência no ambiente urbano. Por outro lado, a conectividade, um atributo da paisagem, foi mais importante para a manutenção de uma comunidade de aves mais diversa.

No sentido de apontar padrões emergentes resultantes das análises realizadas em nível de população e os parâmetros avaliados em escala local e de paisagem, foi possível identificar alguns grupos de espécies, sendo:

- 1) Espécies remanescentes da comunidade nativa. São espécies consideradas sinantrópicas generalistas como *Eupetomena macroura* que permanecem nas áreas urbanas por serem favorecidas de alguma forma e/ou apresentam plasticidade genética para se ajustarem à condição e recursos oferecidos pelo ambiente urbano e/ou são indiferentes à urbanização. As espécies pertencentes a esse grupo mantêm uma população relativamente abundante na área de estudo;
- 2) Espécies outras que são menos tolerantes a urbanização e caminham lentamente para extinção local em função do grau de urbanização. Como exemplo tem-se *Lochimias nematura* que ainda pode ser registrada na periferia urbana as margens de riachos poluídos que abrigam algum tipo de vegetação, mas que tendem a desaparecer com o aumento da intensidade de urbanização;

- 3) Espécies que permanecem nas regiões limítrofes entre os ambientes urbano e rural. Essas espécies não são observadas nas áreas mais intensamente urbanizadas como *Ramphocelus bresilius*;
- 4) Espécies nativas que tentam colonizar e se estabelecer no ambiente urbano. Nesse grupo inclui as espécies que ocorrem acidentalmente ou que apresentam um comportamento exploratório, de tal modo a formarem uma população com um baixo número de indivíduos, mas que se mantém num sistema de extinção-colonização, como *Schistoclamys ruficapillus*;
- 5) Espécies exóticas que são dependentes do ambiente urbano. Normalmente é um grupo formado por duas espécies *Passer domesticus* e *Columba livia* e são as mais abundantes nas cidades.

Inicialmente esperava-se que as áreas verdes urbanas cercadas por uma matriz urbana pudessem apresentar o mesmo padrão encontrado nas áreas de fragmentos naturais cercados por ambientes agrícolas, segundo a Teoria de Biogeografia de Ilhas de MacArthur & Wilson.

Neste contexto os resultados apontam que as áreas verdes urbanas não apresentam relação entre número de espécie e tamanho da área. A hipótese para esse resultado é que em áreas verdes a relação entre tamanho x disponibilidade de habitat não foi observada, talvez por serem áreas homogêneas e por terem sido construídas com outros objetivos que não a conservação da diversidade de aves.

Da mesma forma, a relação entre tipo de vegetação e diversidade de aves também não foi observada nas áreas verdes avaliadas, possivelmente porque a vegetação presente nas áreas verdes é totalmente distinta da vegetação nativa e pouco atrativa para a avifauna.

Em outra escala de análise os resultados mostraram que o aumento de conectividade explicou melhor a diversidade. Talvez

porque muitas espécies não utilizam a vegetação como recurso alimentar, mas sim como conectores para aumentar a área de nicho realizado. Essa hipótese fundamenta-se nas espécies insetívoras e generalistas que apresentaram maior abundância e diversidade. Deste modo, observa-se que as Teorias de Metapopulações e Corredores Ecológicos podem ser fundamentais para o manejo e conservação da diversidade de aves no ecossistema urbano.

Por fim, o manejo das aves em ambiente urbano deve abranger diferentes escalas objetivando o aumento da diversidade das espécies nativas, principalmente daquelas que exploram o ambiente urbano, mas que não encontram as condições e recursos necessários para estabelecer uma população similar a estrutura natural.

O plantio de espécies arbóreas e/ou arbustivas que produzam flores, insetos e frutos distribuídas de maneira a diminuir o isolamento das áreas verdes são de fundamental importância para a manutenção de um maior número de espécies.

Sem dúvida a contribuição desse trabalho foi conhecer apenas alguns aspectos da estrutura da comunidade de aves em área urbana na intenção de apontar técnicas de manejo para conservar e aumentar a diversidade de aves em áreas urbanas. Porém, a maior contribuição desse trabalho foi levantar inúmeras outras questões para que seja melhor elucidada a capacidade de adequação das espécies ao ambiente urbano. Assim, questões como: Por que algumas espécies se ajustam melhor a antropização que outras? Quais são os requisitos comportamentais que limitam a colonização das áreas urbanas? Qual a distância mínima entre as áreas verdes? Existem outros parâmetros importantes, em escala de paisagem, para a diversidade de aves? Enfim as respostas a essas e outras perguntas se fazem urgente pois o crescimento das cidades ocorre de forma rápida e talvez não haja

tempo para conservar as espécies mais desfavorecidas pelo padrão de urbanização atual.