

**UnB – Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Ecologia**

**CARACTERIZAÇÃO DO VÔO E ECOMORFOLOGIA
ALAR DE UMA COMUNIDADE DE MORCEGOS
(MAMMALIA: CHIROPTERA) DO JARDIM BOTÂNICO
DE BRASÍLIA, D.F.**

ADRIANA BOCCHIGLIERI

**Brasília, D.F.
2000**

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Ecologia

ADRIANA BOCCHIGLIERI

CARACTERIZAÇÃO DO VÔO E ECOMORFOLOGIA
ALAR DE UMA COMUNIDADE DE MORCEGOS
(MAMMALIA: CHIROPTERA) DO JARDIM
BOTÂNICO DE BRASÍLIA, D.F.

Orientador: PROF. DR. JÁDER S. MARINHO-FILHO

Dissertação apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília como
requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Brasília, D.F.

2000

14/04/2002

ADRIANA BOCCHIGLIERI

**CARACTERIZAÇÃO DO VÔO E ECOMORFOLOGIA ALAR
DE UMA COMUNIDADE DE MORCEGOS (MAMMALIA:
CHIROPTERA) DO JARDIM BOTÂNICO DE BRASÍLIA,
D.F.**

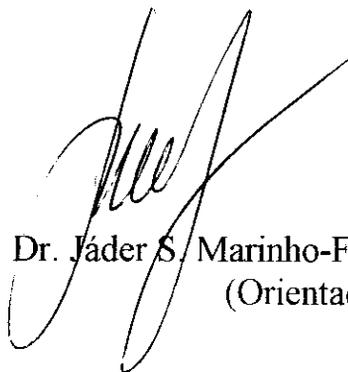
Orientador: PROF. DR. JÁDER S. MARINHO-FILHO

Dissertação apresentada ao Departamento
de Ecologia da Universidade de Brasília
como requisito parcial à obtenção
do grau de Mestre em Ecologia.

Brasília, D.F.

2000

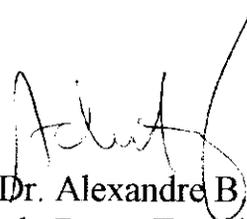
Dissertação apresentada ao Departamento de Pós – graduação em Ecologia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia.



Prof. Dr. Jäder S. Marinho-Filho
(Orientador)



Prof. Dr. Wagner A. Pedro
(Membro da Banca Examinadora)



Prof. Dr. Alexandre B. Araújo
(Membro da Banca Examinadora)



Prof. Dr. Raimundo Henriques
(Suplente da Banca Examinadora)

Brasília, D.F.

ÍNDICE

Prefácio.....	i
Agradecimentos.....	ii
Índice de figuras.....	iv
Índice de tabelas.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
1. Introdução.....	01
2. Objetivos.....	05
3. Material e Métodos.....	06
3.1. Área estudada.....	06
3.2. Locais de estudo.....	08
3.3. Coleta de dados.....	10
3.4. Índices utilizados.....	12
3.5. Análise estatística.....	14
3.6. Caracterização de guildas alimentares.....	15
4. Resultados.....	16
4.1. Ocorrência de dimorfismo sexual.....	16
4.2. Estruturação em guildas alimentares.....	16
4.3. Análise morfométrica corporal nas guildas.....	17
4.4. Análise morfométrica corporal e das asas nas espécies.....	18
4.5. Análise morfométrica corporal e das asas nas guildas.....	21
4.6. Análise estatística.....	22
5. Discussão.....	27
5.1. Ecomorfologia do vôo dos morcegos.....	27
5.2. Análise morfométrica corporal.....	30
5.3. Caracterização morfológica relacionada ao vôo das espécies.....	31
5.4. Caracterização morfológica relacionada ao vôo nas guildas alimentares.....	34
5.5. Análise de regressão.....	37
5.6 Análise de componentes principais (PCA).....	39
6. Conclusão.....	40
7. Referências Bibliográficas.....	42

*“Todas as civilizações do mundo
tiveram início com a derrubada da
primeira árvore... a maioria delas
desapareceu com a derrubada da
última.”*

Anônimo (Museu Paraense Emílio Goeldi)

AGRADECIMENTOS

- Ao CNPq/CAPES pela bolsa de mestrado concedida (Processo 131484/98-2).
- Ao Jáder S. Marinho-Filho pela orientação e por acreditar na minha palavra ...
- A banca examinadora nas pessoas do Prof. Dr. Wagner A. Pedro, Prof. Dr. Alexandre Bamberg Araujo e Prof. Dr. Raimundo Henriques pelas sugestões e críticas e este trabalho.
- A minha família por acreditar e “trabalhar” junto comigo em meus sonhos. Em especial aos meus pais Afonso e Silvia, “tio” Aldo, “Nono” e “Nona” que, sem saber, me levaram para os caminhos da Ecologia... Não tenho palavras...
- A Ludmilla S. M. Aguiar por ter me introduzido ao estudo e trabalho com morcegos, me mostrando os caminhos a seguir, e pela amizade, estímulo, companheirismo... Obrigada!
- Aos ajudantes de campo nas jornadas noturnas e matutinas: Pacheco, Paulo, André, Daniela Coelho (valeu pelo paquímetro!), Luiza (Lulu) e Ana Paula (que só “pegou” chuva...).
- Aos colegas do curso de Pós-Graduação que ajudaram, cada um da sua maneira, a tornar mais agradável e divertido (principalmente!) estes dois anos de “estada” em Brasília: Eliza e Mariana (as “amigas” de Itaúnas), Tarcísio (“toca aquela...”), Ana Rui, Joyce (“Happy Birthday...”), Fátima (“consultora sentimental”), Reuber, Zé Roberto (“ctrl + alt + del”), Eddie (valeu por sediar a copa de 98!), Fabiana (as parcelas em Algodual nos esperam!) e Daniel (“quero morrer até beber”), Paulo (“Patife”) e Bernardo (Berê).
- Ao pessoal da Coordenação e Secretaria de Pós-graduação da Ecologia e da Zoologia pela atenção, paciência, carinho e companheirismo: Prof. Augusto Klink, Profª. Mercedes Bustamante, Fabiana, Herbert, Anderson, Santos e Joaquim e aos professores dos referidos departamentos pelas aulas, trabalhos de campo e “dicas” que contribuíram para o meu aprendizado dentro e fora do curso.
- Ao Enrico Bernard, Valéria Tavares e Edney R. Oliveira pelas sugestões, trabalho e informações enviadas. Ao Carlos Gardés pela auxílio no Abstract.
- Ao Jardim Botânico de Brasília (JBB) por permitir a realização deste trabalho em suas dependências: Ana Júlia Salles (diretora), Enivaldo A. Silva (Chefe de gabinete), a Alba Ramos e Ieda pelo auxílio na biblioteca e aos porteiros por nos esperarem todas as noites.
- Ao Antônio Aguiar (Tonhão) e família por terem me recebido e tratado tão bem em sua casa no início do curso. Ao Berê e Paulo pela companhia, amizade, respeito, convivência e

principalmente “divisão” de despesas e tarefas de casa. Ah, isto vale também para a Cristiane e Dayani!

À D. Alair, Naná, André, Elaine, Amauri, Ana Amélia, Ana Paula, Godzilla e Hannah que constituíram uma “segunda” família e aos quais devo muito mais do que posso escrever...

Ao pessoal da Biologia/UnB e, principalmente à Sheila, Marcelo “Cegonha” (pelos slides tbém!), Maria e Léo, Osmino, Márcia, Prof. “Toninho” Sebben (pelas fotos), Ana Luíza, Marina, Bia Baker, Carina, Verônica, Mário, Marcelo “Van Damme”, BG e Manrique pelo carinho e amizade.

Ao Jair por ter me apresentado o programa Áreas.2, me ensinado a usá-lo (e principalmente a entendê-lo) e pela atenção durante várias etapas deste trabalho. Valeu! À Dayani pela amizade, carinho, cuidados com a Montilla e ajuda imprescindível na análise estatística e na revisão de texto. Mereceria um capítulo...

Ao Carcará, Chininha, Fumaça, Canivete, Ligeirinho, Mandíbula, Galego, Lilica, Aranha, Microchip, Suicida, Sabiá, Cantor, Alegria, Minguinho, Fandango, Bombinha e demais alunos da Escola do Mundo de Capoeira que me deixaram entrar em sua casa e respeitaram minhas limitações “acadêmicas” e “ombreiras” ...

Ao Ricardo M. Vieira pela amizade e carinho ao longo destes anos (desde a época do CEPEUSP...).

Ao pessoal de São Paulo que sempre arrumava um tempinho pra mandar uma mensagem via e-mail: Bauru, Kão, Thabata, Pardal, Júnior, Carol, Popp, Cláudio, Guenato, Bettina, Jubi, Adri Mota, Lúcia, Kátia, Léo, Aninha, Tati, Marcela, Felipe, etc...

À Aninha (e Luana), Dani, Zé, Nádía (as duas), Marcos Paulo (valeu pelas anilhas!), Marcinho e Vadão por me mostrarem que 1010Km não foram suficientes para abalar nossa amizade.

À Montilla pela companhia e por dormir de luz acesa nas madrugadas de elaboração deste trabalho.

À Malu, que mesmo do outro lado do mundo mostrou a GRANDE amiga que é. Os papos via e-mail, seus conselhos (tão sábios), broncas, apoio e incentivo foram fundamentais para a estruturação psicológica e acadêmica deste trabalho. Valeu Monstrinho!

Ao André F. Mendonça por tudo... e um pouco mais!

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Localização da Reserva do Jardim Botânico de Brasília (RJBB) no Distrito Federal.....	07
FIGURA 2. Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e pluviosidade (mm) durante o período de coleta no Jardim Botânico de Brasília (JBB)/D.F.....	08
FIGURA 3. Distribuição das estruturas fitofisionômicas da vegetação do Jardim Botânico de Brasília/D.F. (JBB), indicando as áreas de coleta (CERRADO e MATA).....	09
FIGURA 4. Contorno da asa direita de <i>Anoura caudifer</i> caracterizando as medidas tomadas neste estudo.....	11
FIGURA 5. Valores médios de peso (P), comprimento cabeça-corpo (CC), comprimento do antebraço (AB) e da cauda (CA) encontrados nas guildas alimentares de morcegos do Jardim Botânico de Brasília (JBB)/DF.....	18
FIGURA 6. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e envergadura (EN) de espécimes do JBB/DF.....	22
FIGURA 7. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e área da asa (AA) de espécimes do JBB/DF.....	23
FIGURA 8. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e carga sobre a asa (WL) de espécimes do JBB/DF.....	23
FIGURA 9. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e perfil da asa (AR) de espécimes do JBB/DF.....	24
FIGURA 10. Relação entre os scores do primeiro (Fator 1) e segundo (Fator 2) componentes principais a partir de variáveis de asa de espécies de morcegos do JBB/DF.....	25

ÍNDICE DE TABELAS

	PÁGINA
TABELA 1. Relação e o número das espécies de morcegos amostrados no JBB/DF classificadas em guildas alimentares e locais de captura.....	17
TABELA 2. Valores médios de massa (P), envergadura (EN), área da asa (AA), comprimento da asa proximal ao corpo (CPC), comprimento da ponta da asa (CP), área da asa proximal ao corpo (APC), área da ponta da asa (AP), perfil das asas (AR), carga sobre a asa (WL), área relativa da ponta da asa (TA), comprimento relativo da ponta da asa (TL) e índice da forma da ponta da asa (TSI) de espécies de morcegos do Jardim Botânico de Brasília (JBB)/DF.....	19
TABELA 3. Valores médios encontrados na literatura de massa (P), envergadura (EN), área da asa (AA), perfil das asas (AR), carga sobre a asa (WL), área relativa da ponta da asa (TA), comprimento relativo da ponta da asa (TL) e índice da forma da ponta da asa (TSI) de espécies de morcegos da região Neotropical.....	20
TABELA 4. Valores médios de massa (P), envergadura (EN), área da asa (AA), perfil das asas (AR), carga sobre a asa (WL) e índice da forma da ponta da asa (TSI) em guildas alimentares de morcegos do Jardim Botânico de Brasília (JBB)/DF.....	21
TABELA 5. Cargas dos componentes principais ("Component Loading") nas análises da relação entre as variáveis peso, envergadura e área da asa em morcegos do JBB/DF.....	26

RESUMO

A ecomorfologia, analisando as relações entre a forma e função, permite estabelecer relações ecológicas entre a morfologia corporal e alar de espécies de morcegos com os padrões de voo que estes apresentam. Estas relações refletem-se também nos hábitos (guildas) alimentares destes animais e, uma comunidade de morcegos de áreas de Cerrado do Jardim Botânico de Brasília serviu de objeto de estudo na caracterização destas relações. Após 10 meses de coleta, 126 indivíduos pertencentes à seis guildas alimentares foram coletados. Frugívoros de dossel (*Artibeus lituratus*, *A. cinereus*, *A. jamaicensis*, *Platyrrhinus lineatus* e *Sturnira lilium*) apresentaram maiores valores médios de porte, envergadura, área da asa e “*carga sobre a asa*” (WL), refletindo em um voo lento e manobrável. Frugívora de sub-bosque (*Carollia perpicillata*) apresentou valores médios para envergadura e área da asa, com um baixo “*aspect ratio*” (AR) e asas longas e arredondadas, que promove um voo lento, curto e manobrável. A presença da cauda reduzida auxilia no deslocamento entre a vegetação. O hematófago *Desmodus rotundus* apresentou altos valores de WL e área da asa, com asas curtas e arredondadas, caracterizando um voo duradouro e lento. Os nectarívoros *Glossophaga soricina* e *Anoura caudifer* são animais pequenos com uma cauda pequena e possuem asas largas e grandes, que promovem uma boa agilidade, conseguindo pairar durante o voo. As espécies insetívoras de voo lento (*Lasiurus blossevillii*, *Eptesicus brasiliensis* e *Myotis nigricans*) são animais de pequeno porte, com a cauda longa para captura de alimento e asas longas e largas (baixos valores de WL), indicando um voo lento e ágil. *Cynomops planirostris*, um insetívoro de voo rápido, possui asas longas e estreitas (altos valores de WL e AR), permitindo um voo rápido e muito manobrável também pela presença da cauda longa.

ABSTRACT

The ecomorphology analysing the connections between shape and function, allows to establish ecological relations between body and wing morphology in bat species and their flight patterns. These relations are also reflected on their feeding habits. A bat community from the Cerrado areas of Botanical Garden of Brasília was the study object on these mentioned relations. After 10 months, 126 individuals belonging to six food guilds, were collected. Canopy frugivores (*Artibeus lituratus*, *A. cinereus*, *A. jamaicensis*, *Plathrrhinus lineatus* and *Sturnira lilium*) had the biggest averages on size, span, wing area, and wing loading (WL), reflected on a slow and manoeuvrable flight. Ground-story frugivores (*Carollia perpicillata*) had medium averages for span and wing area, with low aspect ratio (AR) and long and round wings, which causes a short, slow and manoeuvrable flight. The presence of a reduced tail assists on the between vegetation flight. The sanguinivores *Desmodus rotundus* had high averages of WL and wing area, with short and round wings, causing a slow and lengthy flight. The nectarivores *Glossophaga soricina* and *Anoura caudifer* are small animals with short tails and large and length which promote a good agility, allowing them to soar during flights. The slow flight insectivorous species (*Lasiurus blossevillii*, *Eptesicus brasiliensis* and *Myotis nigricans*) are small sized animals, with long tails for food capture and long and large wings (low WL averages). It denotes a slow and agile flight. The *Cynomops planirostris* is insectivores bat with a fast flight, are small sized animals with long and thin wings (high WL and AR averages) allowing a quick and very manoeuvrable flight also due to the long tail presence.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado, cobrindo aproximadamente 1,5 milhões de Km² no Brasil Central, é considerado o segundo maior bioma neotropical. A mastofauna do Cerrado é uma das menos estudadas na América do Sul, e compõe-se de espécies que utilizam as matas de galeria que servem de enclaves úmidos entre os habitats deste bioma (Redford & Fonseca, 1986). Possui cerca de 80 espécies de morcegos, que correspondem a aproximadamente 60% do total das 139 espécies que ocorrem no Brasil e mais de 40% das espécies da América do Sul (Marinho-Filho, 1996; Marinho-Filho & Sazima, 1998).

A origem evolutiva dos morcegos está sendo discutida através da análise dos sistemas esquelético-muscular, comparando-os com aves e pterossauros (Padian, 1987); do cérebro e das asas (Pettigrew, 1991) e de estruturas visuais e morfologia da asa (Norberg, 1994), inferindo sobre a existência ou não de um ancestral comum. Sabe-se que as asas dos fósseis eram curtas e largas, utilizadas para planar. Norberg (1985) estudou a transição do voo planado para o ativo, onde o ancestral usava o voo planado como locomoção durante o forrageamento, não forrageando em voo. A necessidade de otimização do forrageamento foi uma importante força seletiva na evolução do planador que, com a contorção de membros e a formação da cauda na membrana de "voo", sofreu um aumento da superfície de "voo". Uma maior eficiência do perfil da asa incrementou a habilidade na coordenação de movimentos e a flexibilidade da asa para cima (Norberg, 1985 e Norberg, 1994).

A possibilidade de exploração de ambientes e recursos alimentares antes inacessíveis aos demais grupos de mamíferos surgiu nos morcegos com a evolução do voo e da ecolocação. A otimização do voo, sendo uma forma dispendiosa de locomoção, expressou-se na forma de diferentes especializações em distintas estratégias de forrageamento e diversas presas (McNab, 1971; Norberg & Rayner, 1987; Eisenberg, 1989; Nowak, 1991; Redford & Eisenberg, 1992; Norberg, 1994).

Relações entre a morfologia da asa e ecolocação são importantes ao se demonstrar a direção adaptativa nas formas de adaptações de asa, devido à junção do voo e localização do alimento de diversas maneiras pelos morcegos (Neuweiler, 1984; Norberg & Rayner,

1987). Espécies de morcegos com desenhos de asas similares tendem a utilizar os mesmos sinais de ecolocação, sugerindo que a morfologia do vôo e a ecolocação evoluíram juntos, de acordo com as pressões seletivas impostas pelo comportamento de forrageamento dos morcegos (Neuweiler, 1984; Neuweiler & Fenton, 1988).

As formas das asas são variáveis e correlacionadas com o comportamento de forrageamento, dieta e uso de habitat (Norberg & Rayner, 1987; Norberg, 1994), impondo limitações aerodinâmicas e biomecânicas ao comportamento de vôo (Aldridge & Rautenbach, 1987; Norberg, 1990). A forma da asa envolve diferentes demandas de vôo e a minimização dos custos desse, ocorrendo uma seleção do tipo de vôo e radiações adaptativas da morfologia alar (Norberg, 1987).

A diferenciação das estruturas ecomorfológicas é atribuída à interação da heterogeneidade de habitats nos biomas (Willig *et al.*, 1993), sendo necessário saber em que grau as espécies utilizam recursos comuns (guildas) sobrepondo-se em suas necessidades ambientais (Findley, 1976). A classificação em guildas alimentares representa um potencial comportamento de forrageamento e não uma especialização por um tipo de dieta (Willig *et al.*, 1993). Segundo Findley (1993), espécies da mesma guilda, coexistindo no mesmo habitat, devem mostrar padrões não aleatórios de tamanho de corpo e espécies do mesmo tamanho devem ocorrer juntas com menor frequência do que o esperado ao acaso. A partir desta diferenciação em guildas, um grande número de estudos tem caminhado para a análise morfométrica das asas, indicando uma relação significativa entre a morfologia da asa e o comportamento alimentar (Aldridge & Rautenbach, 1987).

A ecomorfologia avalia as relações entre forma e função, investigando os meios pelos quais as diferenças morfológicas se traduzem em diferenças ecológicas nas espécies (Fenton, 1972; Findley, 1993). A determinação de padrões ecomorfológicos utilizando características das asas de morcegos neotropicais em guildas alimentares foram realizadas na Caatinga e Cerrado brasileiros (Willig, 1985a; Willig & Moulton, 1989); em Cerrado (Oliveira, no prelo), na Amazônia Central (Vieira, 1984) e na Mata Atlântica (Tavares, 1999).

A distribuição de recursos no tempo e espaço influencia o modo de forrageamento e o comportamento reprodutivo das espécies (Heithaus *et al.*, 1975), implicando na existência de diferentes tipos de vôo em morcegos e em várias estruturas morfológicas modificadas, caracterizando variações dentro de uma mesma guilda (Struhsaker, 1961; Lawlor, 1973; Norberg, 1981; Norberg & Rayner, 1987). A competição por recursos, de acordo com Fenton (1972), promove uma alta diversidade na morfologia de asas e tipos de vôo entre as espécies que ocorrem em simpatria.

Os tipos de vôos no forrageamento vertical e horizontal (Findley, 1976; Kurta, 1982; Humphrey *et al.*, 1983) e manobras realizadas em vôo por morcegos (Norberg, 1976a) promovem uma rápida perda de altura e um sucesso maior na exploração de recursos e ambientes. Em 1976(b) Norberg descreveu a cinética durante o vôo horizontal de *Plecotus auritus*, estimando a força nas asas e caracterizando o vôo pairado como muito ágil e manobrável.

O vôo envolve estratégias com distintos consumos de energia. Espécies que pairam como forma de forrageamento apresentam um maior consumo de energia devido ao seu modo de locomoção e os insetívoros aéreos, que realizam complexas manobras para capturar insetos, também consomem considerável energia nesse processo. Esse custo metabólico depende do poder de vôo e da eficiência muscular para converter energia em trabalho (Norberg *et al.*, 1993; Norberg, 1994).

Norberg (1981) e Freeman (1981a e 1981b) relacionaram as asas longas e estreitas dos morcegos, típicas de molossídeos, e que ajudam a manter a velocidade, à um vôo rápido, reduzindo assim a força necessária para suportar o peso e promovendo uma maior eficiência no forrageio. Morcegos que voam em vegetação densa tem asas curtas e largas (grande área da asa), apresentando um baixo poder de vôo e caracterizando uma maior manobrabilidade (Norberg, 1981). Um limite à habilidade no vôo pode ser o aumento da massa corporal, que afeta a morfologia alar e a capacidade de vôo (Stern *et al.*, 1997).

Trabalhos como os de Vaughan (1966), Jones (1967), Davis (1969), Farney & Fleharty (1969), Jones & Suttikus (1971), McManus & Nellis (1972) e Stern *et al.* (1997) determinaram a carga sobre a asa (WL) em várias espécies de morcegos em diferentes

habitats. A variação desta medida em morcegos similares geometricamente e, aspectos do voo em diferentes idades (Jones, 1967; McManus & Nellis, 1972; Buchler, 1980; Jones & Kokurewicz, 1994), determinaram uma correlação da WL com a habilidade do voo. A idade interfere na morfologia da membrana alar, visto que no jovem a forma da asa pode ter o papel de maximizar a manobrabilidade e minimizar a energia necessária durante os primeiros vôos (Stern *et al.*, 1997).

Estudos relacionados à morfologia do voo em aves e morcegos foram realizados com o intuito de comparar as estruturas de voo desses dois grupos. Em estudos desse tipo, Norberg (1981) caracterizou que os molossídeos apresentam uma área de asa similar a das andorinhas e outras aves de pequeno porte, e que os megaquirópteros apresentam uma área de asa maior que o grupo dos passeriformes que possuem uma massa corporal similar a esses morcegos. Semelhanças na forma das asas e habitats de forrageamento entre morcegos e pássaros foram encontradas também em trabalhos de Poole (1936), Hartman (1963), Vaughan (1966), Findley *et al.* (1972) e Norberg (1987), cujos resultados assemelham-se aos de Norberg (1981).

Santos *et al.* (1998) caracterizam a análise morfológica com relativa importância no estudo de relações ecológicas entre as espécies, atuando na determinação de correlações ecomorfológicas e em como estas correlações afetam o comportamento e a performance dos organismos. A estrutura de comunidades de morcegos é determinada por processos que variam espacial e temporalmente. Estudos que procuram relacionar a morfologia destes animais com o tipo de habitat e o comportamento de forrageio apresentado tentam caracterizar o papel da plasticidade deste grupo a diferentes condições ambientais como um dos possíveis fatores estruturadores da comunidade.

2. OBJETIVOS

Este trabalho procura estabelecer relações entre a morfologia da asa de morcegos de uma região de Cerrado em Brasília/D.F. com os padrões de voo e hábitos alimentares segundo as perguntas abaixo:

✓ Como se estruturam as guildas de acordo com as preferências alimentares desta comunidade de morcegos?

✓ Quais os padrões morfológicos entre as espécies pertencentes à uma mesma guilda alimentar? E em guildas distintas?

✓ As medidas corporais e de asas explicam as variações morfoecológicas nesta comunidade?

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área estudada

Para a comparação morfométrica proposta neste estudo foram coletados morcegos em duas áreas distintas, localizadas nas imediações da Reserva Biológica do Jardim Botânico de Brasília (RJBB). Situada a 35 Km a sudeste de Brasília/D.F. (15°52'S e 45°51'W) e fazendo limites a leste com a BR-251 e a norte com a DF-035 (EPCV) (FIGURA 1), esta Reserva possui aproximadamente 4500 hectares (Moreira, 1993; SEMATEC *et al.* 1994; Mossri, 1997; Boaventura, 1998). Localizada na Chapada Brasília, com uma altitude média de 1100 metros, a Reserva constitui-se em uma das Unidades de Conservação Permanente do Bioma Cerrado, na forma de APA Gama - Cabeça de Veado e, junto a mais duas áreas contíguas (RECOR/IBGE e a FAL), totalizam mais de 9940 ha de vegetação preservada (Gastal, 1997).

Com clima tropical Aw segundo Köppen (tropical úmido), a região caracteriza-se por apresentar estações seca (abril-setembro) e chuvosa (outubro-março) relativamente bem marcadas (Redford & Fonseca, 1986; Eiten, 1993; Mossri, 1997; Boaventura, 1998; Ribeiro & Walter, 1998). As temperaturas médias máxima e mínima no período de coleta foram de 15,04°C e 27,73°C respectivamente e a precipitação média da região ficou em torno de 112,41 mm (FIGURA 2). A umidade relativa do ar ficou em média de 68,38% ao longo do ano de estudo, sofrendo uma queda mais acentuada na estação seca (50,05%). A vegetação está estruturada em 7 fitofisionomias do Cerrado: mata de galeria, mata mesofítica de interflúvio, cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo, campo sujo e campo limpo (Azevedo *et al.*, 1990) (FIGURA 3) e relaciona-se à variedade de topografias e tipos de solo, que podem ser classificados de latossolos moderadamente ácidos e muito profundos.

Com a necessidade de se criar uma área de reserva visando a preservação e conservação da flora e fauna, em 08/03/85 criou-se o Jardim Botânico de Brasília (JBB) com uma área de aproximadamente 526 hectares e que serviu de local de coleta neste estudo (Fig.3).

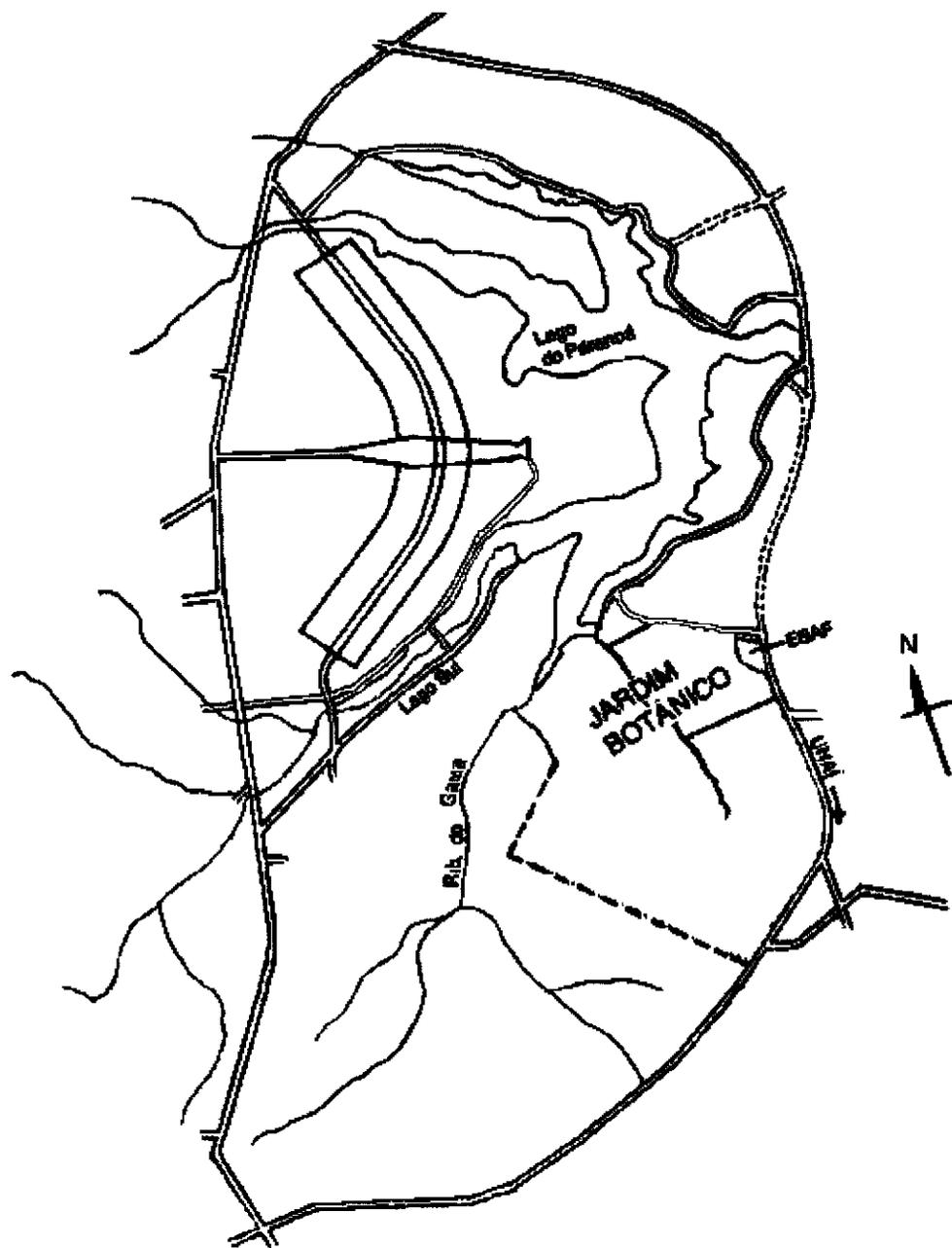


FIGURA 1. Localização da Reserva do Jardim Botânico de Brasília (RJBB) no Distrito Federal. Retirado de Azevedo *et al.* 1990.

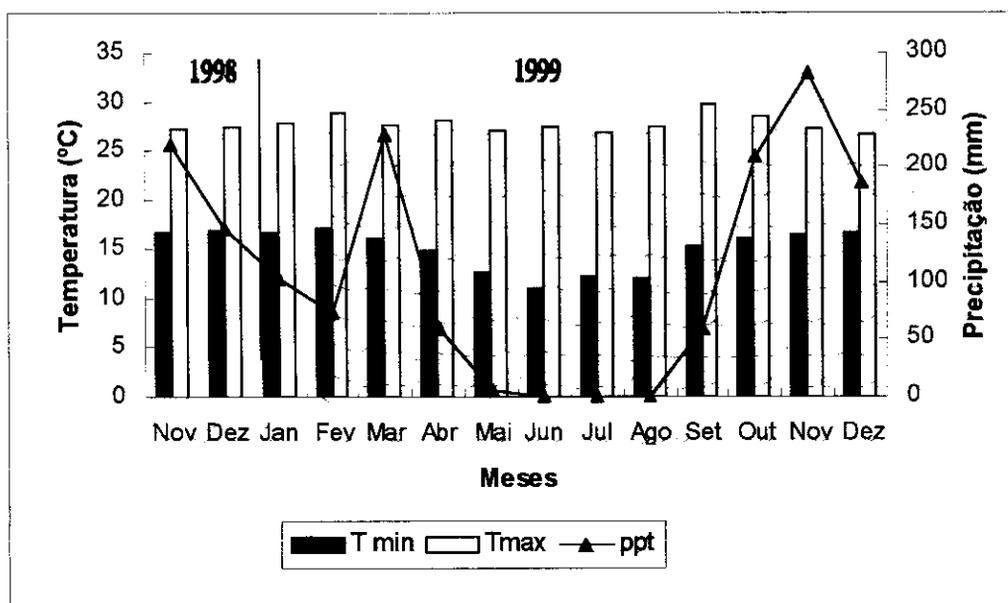


FIGURA 2. Dados de temperatura máxima e mínima (° C) e pluviosidade (mm) durante o período de coleta no Jardim Botânico de Brasília (JBB)/D.F. Fonte: IBGE/D.F.

3.2. Locais de estudo

A primeira área de estudo, denominada CERRADO, trata da fisionomia “cerrado ralo” com larga distribuição na RJBB, principalmente a sudeste, de formação aberta semidecídua e esclerófila e com o pico da floração ocorrendo durante a seca (Fig. 3). Apresenta um grande número de espécies arbustivas (*Davilla elliptica*, *Erythroxylum suberosum*, *E. deciduum* e *E. tortuosum* entre outras) e um maior espaçamento dos indivíduos arbóreos, com dossel descontínuo e altura média de 2,5m, cujas espécies mais representativas são *Styrax ferrugineus* e *Dalbergia violacea* e uma cobertura herbácea contínua (cerca de 95%) com predomínio de gramíneas e altura média de 0,5m; cujas espécies mais representativas são *Echinolaena inflexa*, *Miconia falax*, *Cassia rugosa* e *Vellozia flavicans* entre outras (Azevedo *et al.*, 1990).

A segunda área de estudo é denominada MATA DE GALERIA, localizada no limite oeste da reserva, ao longo do Córrego Cabeça de Veado (Gastal, 1997) e de seus afluentes da margem direita, ocupando o fundo e as encostas dos vales. Caracteriza-se por uma vegetação fechada, dividida basicamente em dois estratos: arbustivo e arbóreo (Figura. 3). O estrato arbustivo é bastante reduzido e apresenta-se contínuo com indivíduos em média

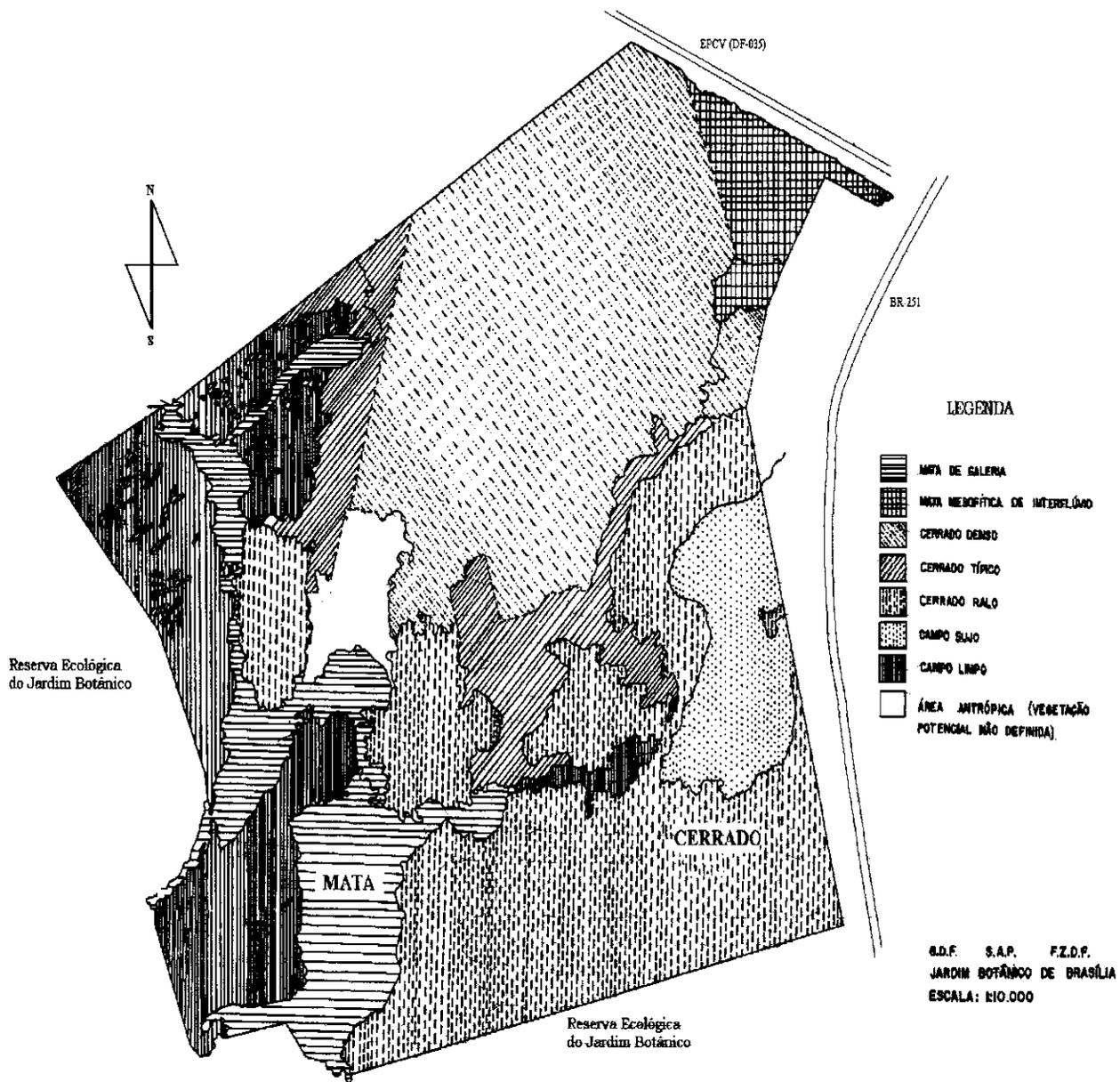


FIGURA 3. Distribuição das estruturas fitofisionômicas da vegetação do Jardim Botânico de Brasília/D.F. (JBB), indicando as áreas de coleta (CERRADO e MATA). Modificado de Azevedo *et al.* (1990).

de 1 m de altura enquanto o estrato arbóreo apresenta dossel praticamente contínuo, com cerca de 80-100% de cobertura com indivíduos de altura média de 10 metros e com presença de indivíduos emergentes de até 30m, cujas espécies mais representativas são *Piptocarpha macropoda*, *Maprounea guianensis* e *Emmotum nitens* (Azevedo *et al.*, 1990).

3.3. Coleta de dados

Para a coleta de dados foram utilizadas 12 redes-de-neblina (tipo "mist-nets"- Bat Net/Avinet de 12 x 2,6m, malha de 38 mm) dispostas ao longo de transectos em cada uma das áreas amostradas. As redes eram abertas por volta das 17:30 e fechadas por volta das 23:30 no decorrer de 6 dias por mês, sendo três dias em cada área. As coletas foram realizadas entre novembro de 1998 e abril de 1999 e de setembro a dezembro de 1999, sendo utilizadas neste último período 5 redes (tipo "mist-nets"- Mackon de 7 x 3m). As redes eram vistoriadas a cada 20 minutos aproximadamente e para cada indivíduo capturado as informações necessárias foram anotadas em uma ficha padrão. Cada animal era acondicionado em um saco de pano para a obtenção das medidas morfométricas corporais e de asa, bem como para a identificação da espécie capturada, a determinação do sexo e classe etária de acordo com o desenvolvimento de gônadas e glândulas (caracteres sexuais secundários) e ossificação do metacarpo. Para este estudo, apenas animais adultos foram amostrados (gônadas e glândulas totalmente desenvolvidas e ossificação total do metacarpo). O esforço total de captura foi obtido a partir do cálculo do nº de redes x nº de dias x nº horas x nº meses do estudo e o sucesso de captura foi calculado a partir da razão entre o total de capturas obtidas pelo esforço total de capturas (Aguiar, 1994).

As medidas morfométricas corporais abaixo foram tomadas (em milímetros) com o auxílio de uma régua de 30 cm:

Comprimento cabeça-corpo (CC) – do extremo anterior do rostro à região anal.

Comprimento do antebraço (AB) – do cotovelo à extremidade proximal dos metacarpos, com o braço, antebraço e dedos dobrados em forma de Z.

Comprimento da cauda (CA) – da base da mesma ao extremo da última vértebra caudal.

A medida de peso (P) foi obtida através de balanças do tipo Pesola (AVINET) com capacidade para 100g (precisão de 1 g) e 500g (precisão de 5 g).

Já para a tomada das medidas de asas, o animal era posto em decúbito dorsal sobre uma folha de papel ofício (215 x 315 mm) e o contorno de sua asa direita estendida bem como do uropatágio, quando presente, era tracejado à lápis. Após a tirada destas medidas os indivíduos eram anilhados e soltos. A partir do contorno da asa, juntamente com a metade do corpo referente à asa, as medidas abaixo foram tomadas com uma régua milimetrada de 30cm (FIGURA 4):

Envergadura (EN): distância entre a ponta da asa e o meio do corpo (em cm), estando a asa esticada. Para se obter a envergadura total, este valor foi multiplicado por 2.

Comprimento da ponta da asa (CP): região da asa entre o quinto dedo e a ponta da asa (cm).

Comprimento da asa proximal ao corpo (CPC): região da asa entre o corpo e o quinto dedo (em cm).

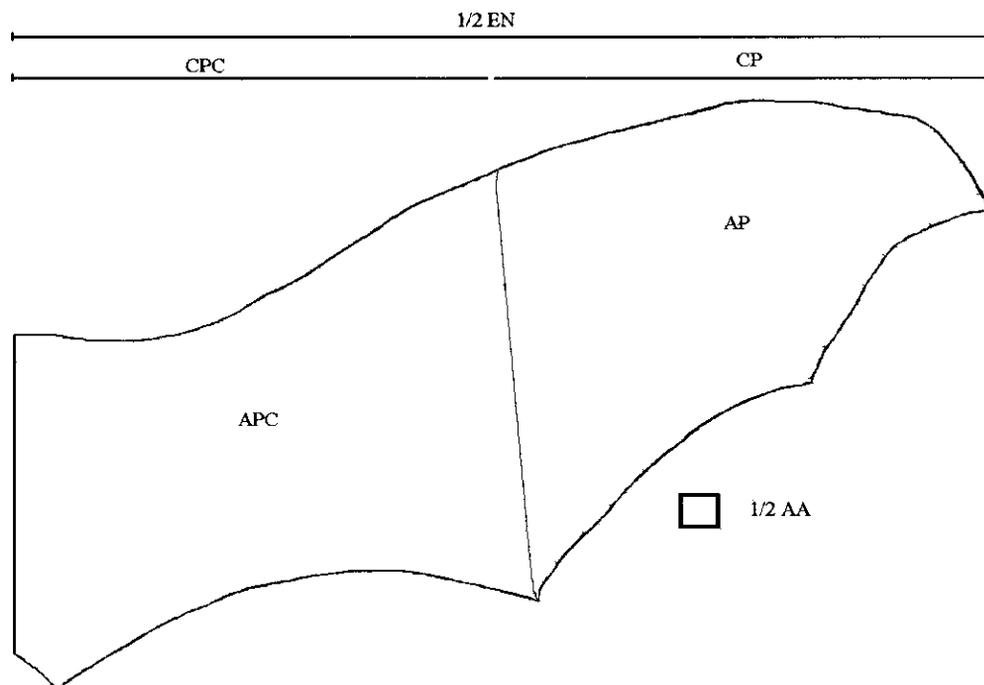


FIGURA 4. Contorno da asa direita de *Anoura caudifer* caracterizando as medidas tomadas neste estudo. Legenda: EN – envergadura da asa; CP – comprimento da ponta da asa; CPC – comprimento da asa proximal ao corpo; AP – área da ponta da asa; APC – área da asa proximal ao corpo; AA – área da asa.

O contorno da asa foi escaneada em formato “.tif” e trabalhada, visando destacar as áreas da ponta e proximal ao corpo da asa bem como a área total desta e limpar o entorno da imagem, utilizando-se o programa PHOTOSHOP 5.0 e FOTO TOUCH para Windows 2.0; sendo posteriormente medidas as respectivas áreas pelo programa ÁREA.2 segundo Caldas *et al.* (1992). As medidas de áreas foram assim definidas (Fig. 4):

Área da asa (AA): compreende a área do propatágio, plagiopatágio e dactilopatágio acrescida do corpo do morcego (excluindo-se a cabeça) e uropatágio (quando este ocorrer), de acordo com Norberg (1981). Para se obter a área da asa total (em cm²), este valor foi multiplicado por 2.

Área da ponta da asa (AP): região da asa entre o quinto dedo e a ponta da asa (em cm²).

Área da asa proximal ao corpo (APC): região da asa entre o corpo e o quinto dedo (em cm²).

Os valores obtidos para as medidas morfométricas das asas acima relacionadas foram convertidas para metros (m) e o peso em quilogramas (kg) para o cálculo dos índices abaixo e a realização da análise estatística.

3.4. Índices utilizados

Com os dados obtidos a partir da morfometria do corpo e das asas dos morcegos foram realizados os seguintes cálculos com as médias dos valores para as espécies, buscando a caracterização da forma e tamanho da asas:

Carga sobre a asa (WL): relaciona-se à velocidade de vôo e capacidade de carga dos morcegos, refletindo o tamanho da asa (Norberg 1994).

$$WL = \frac{mg}{AA} \quad \begin{array}{l} m = \text{massa do morcego (em Kg)} \\ g = \text{aceleração da gravidade (9,8 m/s}^2\text{)} \\ AA = \text{área da asa (em m}^2\text{)} \end{array} \quad (1)$$

Valores altos de WL indicam uma maior velocidade de vôo, porém com uma baixa manobrabilidade. Baixos valores de WL promovem um vôo lento e duradouro, com uma redução do custo de vôo e com uma maior manobrabilidade.

Perfil das asas (AR): relaciona-se com a eficiência aerodinâmica e gasto energético em vôo, refletindo a forma da asa (Norberg 1976b).

$$\text{AR} = \frac{\text{EN}}{\text{AA}} \quad \begin{array}{l} \text{EN} = \text{envergadura (m)} \\ \text{AA} = \text{área da asa (em m}^2\text{)} \end{array} \quad (2)$$

Altos valores de AR indicam asas compridas e estreitas, refletindo numa maior velocidade e um vôo pouco manobrável. Já menores valores de AR caracterizam asas largas e longas, com uma menor velocidade de vôo e uma maior sustentação.

Área relativa da ponta da asa (TA):

$$\text{TA} = \frac{\text{AP}}{\text{APC}} \quad \begin{array}{l} \text{AP} = \text{área da ponta da asa (em m}^2\text{)} \\ \text{APC} = \text{área da asa proximal ao corpo (em m}^2\text{)} \end{array} \quad (3)$$

Comprimento relativo da ponta da asa (TL):

$$\text{TL} = \frac{\text{CP}}{\text{CPC}} \quad \begin{array}{l} \text{CP} = \text{comprimento da ponta da asa (em m)} \\ \text{CPC} = \text{comprimento da asa proximal ao corpo (em m)} \end{array} \quad (4)$$

Índice da forma da ponta da asa (TSI): estimativa sobre a forma da ponta da asa e sua contribuição para o restante da asa. Relaciona-se com a manobrabilidade e agilidade dos morcegos em vôo (Norberg & Rayner, 1987). O TSI independe do tamanho, sendo determinado pelo tamanho relativo da asa.

$$\text{TSI} = \frac{\text{TA}}{\text{TL-TA}} \quad \begin{array}{l} \text{TA} = \text{área relativa da ponta da asa} \\ \text{TL} = \text{comprimento relativo da ponta da asa} \end{array} \quad (5)$$

Altos valores de TSI (maior que 1) caracterizam ponta de asa arredondadas; TSI =1 indicam uma asa triangular e TSI menor que 1 reflete asas de pontas agudas.

3.5. *Análise Estatística*

Para avaliar a ocorrência de dimorfismo sexual em tamanho das espécies analisadas foi aplicado o teste "t" de Student, utilizando-se para tal o tamanho médio do antebraço (em mm) de cada espécie no programa SYSTAT 5.0.

A variabilidade das medidas obtidas foi caracterizada através da aplicação de regressões lineares, buscando descrever as relações existentes entre os parâmetros estudados. Para tal, utilizou-se a variável correspondente ao peso (P) e procurou-se determinar as relações desta com as variáveis de envergadura (EN), área da asa (AA), perfil da asa (AR) e carga sobre a asa (WL). As relações entre diferentes variáveis e peso são expressas pela função (Norberg, 1981):

$$y = \alpha M^{\beta} \quad (6)$$

onde y corresponde a variável amostrada; M corresponde a variável peso (P) e α e β representam constantes, caracterizando respectivamente, o ponto de interseção no eixo y e o coeficiente de regressão.

Esta relação está de acordo com a Teoria da similaridade geométrica que postula a variação proporcional de variáveis em animais de diferentes tamanhos. A análise de regressão foi feita com o programa SYSTAT 5.0

As diferenças entre os grupos através de uma combinação linear de variáveis dependentes que melhor distinguem uma separação entre grupos foram determinadas utilizando-se uma análise multivariada de variância (MANOVA) no programa SYSTAT 5.0.

Para a caracterização das variações das formas das asas dos morcegos foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando-se, como em Norberg & Rayner (1987); Birch (1997) e Tavares (1999), apenas três variáveis: massa, envergadura e área da

asa. Este tipo de análise produz um pequeno número de combinações lineares (componentes principais) de um conjunto de variáveis que retêm o máximo possível de informação (variância) das variáveis originais, descrevendo relações entre estas. Baseando-se em uma matriz de correlação, os scores dos componentes principais não são relacionados entre si. As médias das variáveis foram logaritimizadas na tentativa de linealizar o efeito de tamanho na matriz de dados e com isso tendem a uma distribuição normal dos dados com redução da importância das medidas. Para esta análise utilizou-se o programa SYSTAT 5.0.

3.6. *Caracterização de guildas alimentares*

Os animais amostrados foram agrupados em guildas alimentares de acordo com informações obtidas em literatura de comunidades de morcegos da região Neotropical (McNab, 1971; Wilson, 1973; Findley, 1993 e Lima, 1995). Estas guildas representam as preferências alimentares e locais mais frequentes de forrageamento das espécies em questão. As guildas alimentares são descritas a seguir:

INSETÍVOROS AÉREOS DE VÔO LENTO (IVL): alimentam-se de insetos voadores em clareiras na mata, dentro e na copa de florestas e sobre cursos de rios.

INSETÍVOROS AÉREOS DE VÔO RÁPIDO (IVR): alimentam-se de insetos voadores acima da copa das florestas ou em grandes áreas abertas.

NECTARÍVOROS (ONÍVOROS) (NEC): alimentam-se de néctar e pólen, podendo também utilizar frutos e insetos na escassez dos itens anteriores.

FRUGÍVOROS DE SUB-BOSQUE (FSB): alimentam-se de frutos no sub-bosque nas florestas, normalmente entre 0 até 3m acima do solo.

FRUGÍVOROS DE DOSSEL (FRD): alimentam-se de frutos no dossel e sub-dossel das florestas, acima de 3m do solo.

HEMATÓFAGOS (HEM): alimentam-se de sangue de mamíferos e aves em áreas abertas e florestas.

PISCÍVOROS (PIS): alimentam-se de peixes e invertebrados aquáticos em lagos e rios.

CARNÍVOROS (CAR): alimentam-se de pequenos animais entre a vegetação.

4. RESULTADOS

Durante o estudo foram coletados 126 indivíduos, totalizando 13 espécies pertencentes a três famílias de quirópteros. Destas, 9 são da família Phyllostomidae, três da Vespertilionidae e uma da família Molossidae. A espécie mais abundante foi *Artibeus lituratus*, representando 43,6% dos indivíduos amostrados. O esforço total de captura foi de 2880 horas/rede e o sucesso de captura foi de 4,37%.

4.1. Ocorrência de dimorfismo sexual

Através do teste "t" de Student, que utilizou as médias do antebraço (em mm) de cada espécie amostrada, obteve-se que as diferenças entre os sexos não foram significativas ($p = 0,743$); caracterizando o não dimorfismo sexual das espécies em tamanho e incluindo os indivíduos de ambos os sexos nas análises realizadas. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$).

4.2. Estruturação em guildas alimentares

A partir das informações fornecidas na literatura (ver Material & Métodos, página 15), as espécies amostradas foram separadas em seis guildas alimentares, nas duas áreas deste estudo, e encontram-se relacionadas na TABELA 1.

As espécies classificadas como frugívoras de dossel foram as mais abundantes no Jardim Botânico de Brasília, totalizando 86 indivíduos (68,25% do total), seguidas pelas nectarívoras (onívoras) com 13 indivíduos (10,32% do total). A maior diversidade de espécies também foi entre os frugívoros de dossel, com cinco espécies, representando 38,5% do total, seguida pelos insetívoros aéreos de vôo lento, com três espécies, representando 23,1% do total amostrado.

TABELA 1. Relação e o número das espécies de morcegos amostradas no JBB/DF classificadas em guildas alimentares e locais de captura. Os símbolos utilizados neste estudo encontram-se entre parênteses.

Guildas alimentares	Espécies (símbolo)	N	Local de captura
Insetívoros aéreos de vôo lento (IVL)	<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Ep)	2	Mata
	<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lb)	6	Cerrado e Mata
	<i>Myotis nigricans</i> (Mn)	4	Mata
Insetívoros aéreos de vôo rápido (IVR)	<i>Cynomops planirostris</i> (Mp)	3	Cerrado
Frugívoros de dossel (FRD)	<i>Artibeus lituratus</i> (Al)	55	Cerrado e Mata
	<i>Artibeus cinereus</i> (Ac)	7	Mata
	<i>Artibeus jamaicensis</i> (Aj)	1	Mata
	<i>Platyrrhinus lineatus</i> (Pl)	3	Cerrado e Mata
	<i>Sturnira lilium</i> (Sl)	20	Mata
Frugívoros de sub-bosque (FSB)	<i>Carollia perspicillata</i> (Cp)	10	Cerrado e Mata
Nectarívoros (Onívoros) (NEC)	<i>Glossophaga soricina</i> (Gs)	10	Cerrado e Mata
	<i>Anoura caudifer</i> (An)	3	Cerrado e Mata
Hematófagos (HEM)	<i>Desmodus rotundus</i> (Dr)	2	Mata

4.3. Análise morfométrica corporal nas guildas

Os dados corporais obtidos revelam que as espécies frugívoras de dossel apresentam os maiores valores médios para peso e comprimento cabeça-corpo, não apresentando cauda, enquanto a frugívora de sub-bosque têm médio porte e cauda pequena. As espécies insetívoras, tanto de vôo lento como de vôo rápido, caracterizam-se pelo baixo peso e pequeno porte e pela cauda longa. A espécie hematófaga apresenta valores altos para as medidas de peso, comprimento cabeça-corpo e antebraço enquanto as espécies nectarívoras, de médio porte, apresentam baixo peso e cauda pequena (FIGURA 5).

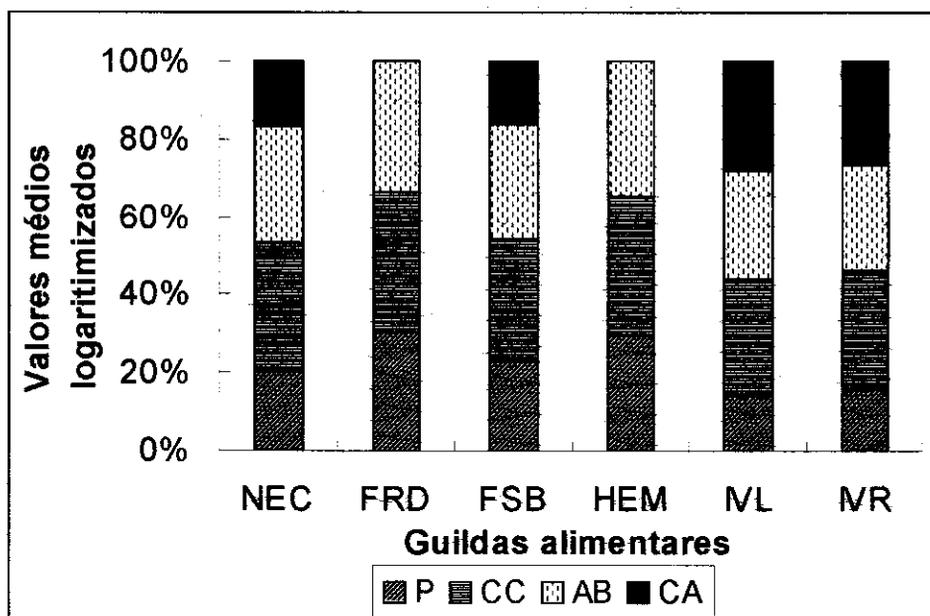


FIGURA 5. Valores médios logaritizados de peso (P) em gramas, comprimento cabeça-corpo (CC), comprimento do antebraço (AB) e da cauda (CA) em cm encontrados nas guildas alimentares de morcegos do Jardim Botânico de Brasília (JBB)/DF. Os símbolos adotados para as guildas alimentares estão relacionados na TABELA 1.

4.4. Análise morfométrica corporal e das asas nas espécies

Os dados apresentados na TABELA 2 revelam que as variáveis relacionadas às asas dos morcegos diferiram entre as espécies. Os valores de área da asa (AA) variaram de 0,007 a 0,039 (m²) e os de WL variaram de 6,035 a 18,678 (Nm²). Valores de peso, envergadura e área da asa foram maiores em *Artibeus lituratus*, bem como da carga sobre a asa (WL). Espécies de baixo peso (*Lasiurus blossevillii*, *Myotis nigricans*, *Eptesicus brasiliensis* e *Cynomops planirostris*) apresentaram em sua maioria menores envergaduras e áreas da asa e consequentemente baixos valores de WL. O perfil das asas (AR) apresentou baixos valores, variando de 4,717 a 6,222 e a forma da ponta das asas (TSI) variou de 0,501 a 2,258. *Desmodus rotundus* foi a espécie que apresentou os maiores valores de AR e TSI e possui valores médios de AA e envergadura e um alto valor de WL. Uma espécie de grande porte, com valores altos de peso, envergadura e área da asa (*A. jamaicensis*) apresentou o menor valor de TSI. *Glossophaga soricina*, uma espécie de pequeno porte, apresentou o menor valor de AR.

Valores obtidos por outros autores para espécies de morcegos e variáveis em comum a este trabalho estão indicados na TABELA 3.

TABELA 2. Valores médios de massa (P), envergadura (EN), área da asa (AA), comprimento da asa proximal ao corpo (CPC), comprimento da ponta da asa (CP), área da asa proximal ao corpo (APC), área da ponta da asa (AP), perfil das asas (AR), carga sobre a asa (WL), área relativa da ponta da asa (TA), comprimento relativo da ponta da asa (TL) e índice da forma da asa (TSI) de espécies de morecos do Jardim Botânico de Brasília (JBB)/DF.

Espécies	P (Kg)	EN (m)	AA (m ²)	CPC	CP	APC (m ²)	AP (m ²)	AR	WL	TA	TL	TSI
<i>Anoura caudifer</i>	0,012 ± 0,002	0,251 ± 0,002	0,012 ± 0,018	0,050 ± 0,001	0,075 ± 0,000	0,0035 ± 0,004	0,0026 ± 0,004	5,135	9,344	0,748	1,490	1,008
<i>Glossophaga soricina</i>	0,010 ± 0,001	0,233 ± 0,002	0,012 ± 0,007	0,047 ± 0,001	0,069 ± 0,000	0,0033 ± 0,003	0,0025 ± 0,002	4,717	8,771	0,742	1,473	1,015
<i>Artibeus cinereus</i>	0,018 ± 0,005	0,275 ± 0,003	0,014 ± 0,020	0,052 ± 0,001	0,085 ± 0,001	0,0039 ± 0,007	0,0033 ± 0,004	5,248	11,966	0,830	1,621	1,049
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0,043	0,416	0,033	0,086	0,122	0,0111	0,0052	5,308	12,926	0,473	1,419	0,501
<i>Artibeus lituratus</i>	0,074 ± 0,009	0,447 ± 0,005	0,039 ± 0,045	0,087 ± 0,001	0,137 ± 0,002	0,0111 ± 0,017	0,0083 ± 0,012	5,174	18,678	0,751	1,565	0,922
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	0,026 ± 0,003	0,315 ± 0,003	0,019 ± 0,026	0,065 ± 0,001	0,093 ± 0,001	0,0056 ± 0,010	0,0037 ± 0,003	5,330	13,487	0,671	1,426	0,890
<i>Sturnira lilium</i>	0,021 ± 0,003	0,277 ± 0,002	0,015 ± 0,016	0,051 ± 0,001	0,087 ± 0,001	0,0039 ± 0,006	0,0034 ± 0,005	5,210	14,172	0,872	1,702	1,050
<i>Carollia perspicillata</i>	0,018 ± 0,002	0,288 ± 0,002	0,018 ± 0,019	0,057 ± 0,001	0,087 ± 0,000	0,0047 ± 0,006	0,0041 ± 0,005	4,729	10,281	0,862	1,526	1,298
<i>Desmodus rotundus</i>	0,034 ± 0,001	0,355 ± 0,000	0,020 ± 0,006	0,084 ± 0,000	0,094 ± 0,000	0,0057 ± 0,002	0,0044 ± 0,001	6,222	16,208	0,780	1,126	2,258
<i>Epiesicus brasiliensis</i>	0,005 ± 0,001	0,201 ± 0,002	0,008 ± 0,008	0,044 ± 0,001	0,057 ± 0,000	0,0024 ± 0,001	0,0015 ± 0,003	5,130	6,221	0,623	1,284	0,941
<i>Lasiurus blossevillii</i>	0,008 ± 0,001	0,268 ± 0,003	0,012 ± 0,024	0,061 ± 0,001	0,073 ± 0,001	0,0038 ± 0,010	0,0020 ± 0,003	6,116	6,794	0,533	1,193	0,808
<i>Myotis nigricans</i>	0,005 ± 0,001	0,209 ± 0,003	0,009 ± 0,008	0,048 ± 0,001	0,056 ± 0,001	0,0025 ± 0,009	0,0017 ± 0,005	5,123	6,035	0,677	1,166	1,384
<i>Cynomops planirostris</i>	0,007 ± 0,001	0,193 ± 0,002	0,007 ± 0,005	0,038 ± 0,000	0,058 ± 0,000	0,0023 ± 0,002	0,0013 ± 0,001	5,178	10,021	0,551	1,535	0,561

TABELA 3. Valores médios encontrados na literatura de massa (P), envergadura (EN), área da asa (AA), perfil das asas (AR), carga sobre a asa (WL), área relativa da ponta da asa (TA), comprimento relativo da ponta da asa (TL) e índice da forma da ponta da asa (TSI) de espécies de morcegos da região Neotropical.

Espécies	P (em Kg)	EN (em m)	AA (em m ²)	AR	WL (Nm ⁻²)	TA	TL	TSI	Referências
<i>Myotis nigricans</i>	0,0042	0,21	0,0067	6,2	6,53	-	-	-	Lawlor, 1973
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0,047	0,042	0,027	6,36	16,6	-	-	-	Lawlor, 1973
<i>Artibeus lituratus</i>	0,0643	0,4865	0,0380	6,2252	16,5662	0,7257	1,3682	1,1297	Tavares, 1999
	0,0596	0,448	0,033	6,09	18,0	-	-	-	Lawlor, 1973
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	0,028	0,349	0,0198	6,1485	13,864	0,7933	1,5793	1,0091	Tavares, 1999
<i>Sturnira lilium</i>	0,0184	0,3070	0,0143	6,5766	12,5826	0,872	1,702	1,1295	Tavares, 1999
	0,015	0,281	0,0121	6,52	15,7	-	-	-	Lawlor, 1973
<i>Carollia perspicillata</i>	0,0151	0,3079	0,0152	6,2377	9,7173	0,9387	1,6176	1,3827	Tavares, 1999
	0,020	0,317	0,017	6,02	11,4	-	-	-	Lawlor, 1973
<i>Desmodus rotundus</i>	0,0285	0,365	0,0199	6,76	15,7	-	-	-	Lawlor, 1973
<i>Glossophaga soricina</i>	0,0094	0,2510	0,0105	6,0021	8,7949	0,7966	1,2393	1,7991	Tavares, 1999
	0,0106	0,252	0,0099	6,4	10,6	-	-	-	Lawlor, 1973

4.5. Análise morfométrica corporal e das asas nas guildas

Agrupando-se os dados morfométricos corporais e das asas dos morcegos amostrados em guildas alimentares (TABELA 4), evidencia-se o pequeno porte dos insetívoros, tanto de vôo lento como rápido, associado à pequena envergadura das asas e área destas, que apresentam baixos valores na forma da ponta (TSI). Os valores de AR foram próximos nos dois grupos de insetívoros, porém os de vôo lento apresentaram o menor valor para WL. Já os frugívoros de dossel caracterizam-se pelo porte médio a grande, tanto no que diz respeito ao peso e envergadura da asa como na área desta. Os indivíduos pertencentes à esta guilda apresentaram altos valores de WL e médios de AR. Os frugívoros de sub-bosque e nectarívoros apresentaram valores próximos de AR e caracterizam-se pelo médio porte no que diz respeito ao peso, envergadura da asa e área desta. Os valores altos de AR, WL e TSI foram encontrados em hematófagos, que caracterizam-se pelo médio porte e grande envergadura da asa.

TABELA 4. Valores médios de massa (P), envergadura (EN), área da asa (AA), perfil das asas (AR), carga sobre a asa (WL) e índice da forma da ponta da asa (TSI) em guildas alimentares de morcegos do Jardim Botânico de Brasília (JBB)/DF.

Guildas alimentares	P (Kg)	EN (m)	AA (m ²)	AR	WL (Nm ⁻²)	TSI
Nectarívoros	0,011 ± 0,001	0,242 ± 0,013	0,012 ± 0,001	4,926	9,057	1,011
Frugívoros de dossel	0,036 ± 0,023	0,346 ± 0,081	0,024 ± 0,011	5,254	14,246	0,882
Frugívoros de sub-bosque	0,018	0,288	0,018	4,729	10,281	1,298
Hematófagos	0,034	0,355	0,020	6,222	16,208	2,258
Insetívoros de vôo lento	0,006 ± 0,002	0,226 ± 0,037	0,009 ± 0,002	5,456	6,350	1,044
Insetívoros de vôo rápido	0,007	0,193	0,007	5,178	10,021	0,561

4.6. Análise estatística

Através de regressões lineares, a variabilidade dos parâmetros corporais e de asa amostrados foi verificada, caracterizando uma relação significativa entre os valores de peso e envergadura -EN (FIGURA 6); peso e área da asa - AREA (FIGURA 7) e peso e carga sobre a asa - WL (FIGURA 8).

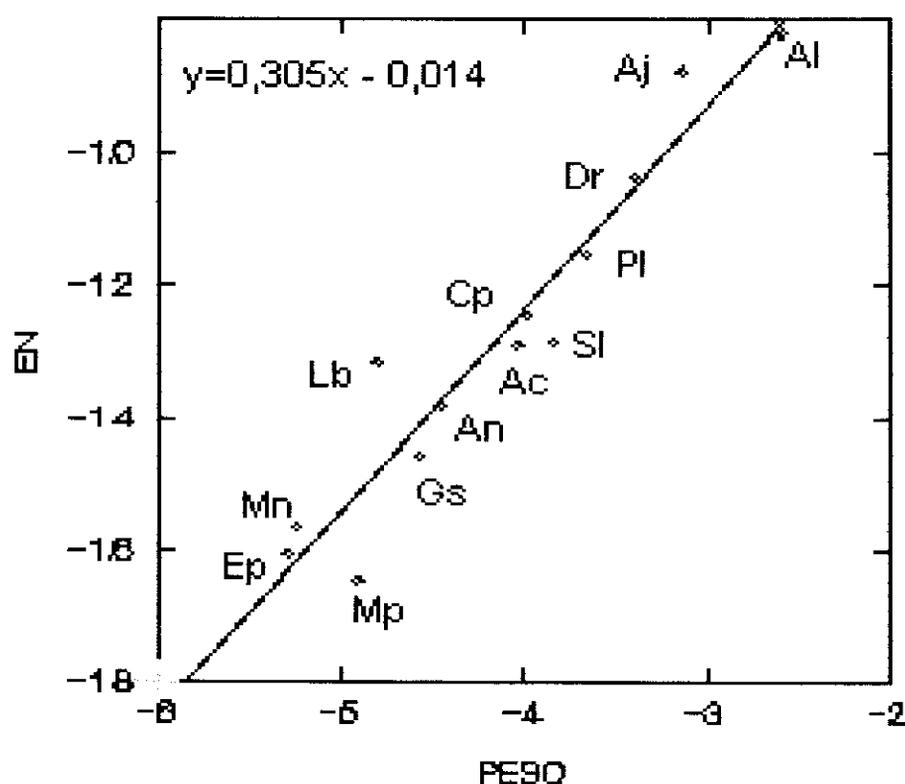


FIGURA 6. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e envergadura (EN) de espécimes do JBB/DF ($R^2 = 0,913$ e $P = 0,00$). As espécies de morcegos e os símbolos adotados estão relacionados na TABELA 1.

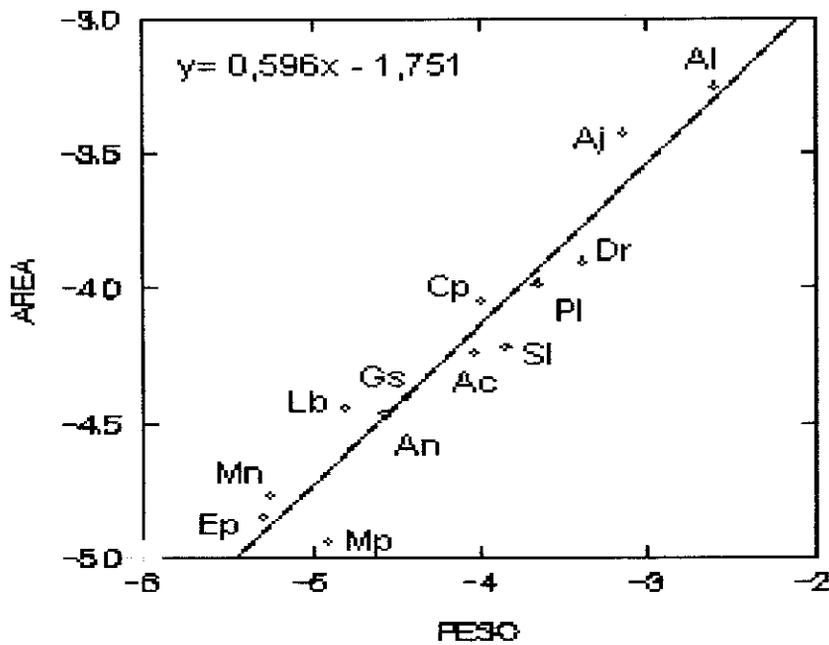


FIGURA 7. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e área da asa (AA) de espécimes do JBB/DF ($R^2 = 0,929$ e $P = 0,00$). As espécies de morcegos e os símbolos adotados estão relacionados na TABELA 1.

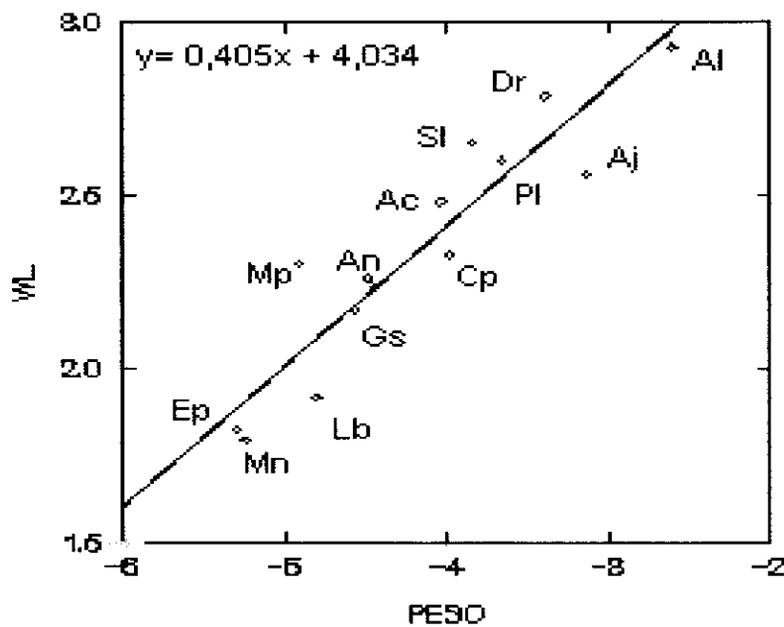


FIGURA 8. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e carga sobre a asa (WL) de espécimes do JBB/DF ($R^2 = 0,858$ e $P = 0,00$). As espécies de morcegos e os símbolos adotados estão relacionados na TABELA 1.

Através de regressão linear, os valores de peso e perfil da asa (AR) apresentaram uma relação não significativa (FIGURA 9). O coeficiente de inclinação da reta apresentou o valor $\beta = 0,015$ para esta relação.

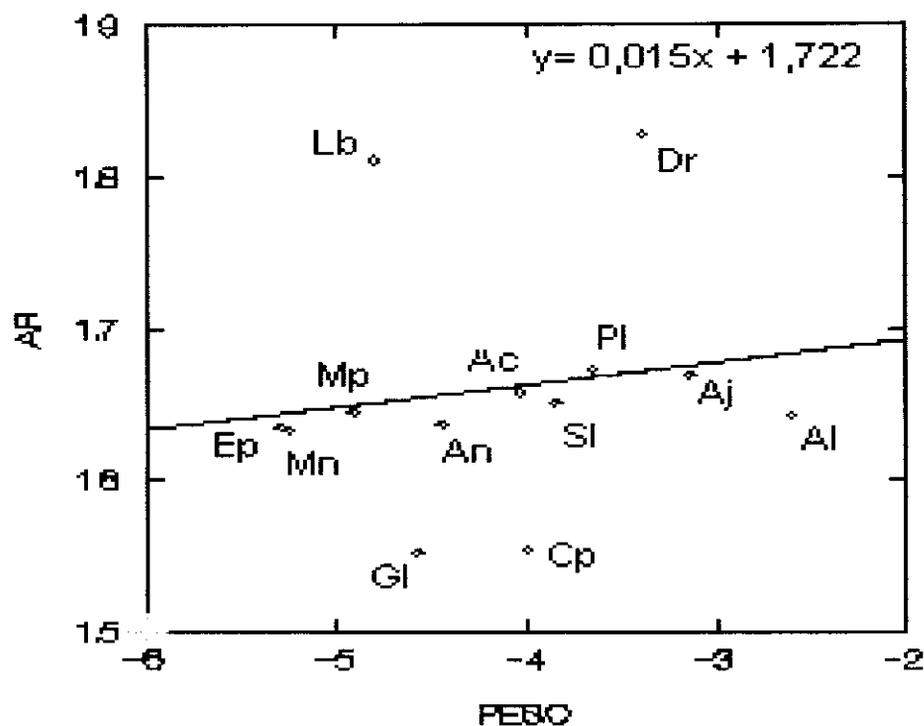


FIGURA 9. Gráfico de dispersão de variáveis logaritimizadas de asa e corpo de morcegos, relacionando peso e perfil da asa (AR) de espécimes do JBB/DF ($R^2 = 0,023$ e $P = 0,622$). As espécies de morcegos e os símbolos adotados estão relacionados na TABELA 1.

Utilizando-se uma combinação linear das variáveis (MANOVA), obteve-se que estas diferem entre os grupos, caracterizando uma separação destes de acordo com os “agrupamentos” das variáveis de corpo e asa (Wilk’s Lambda= 0,006).

A partir da Análise dos Componentes Principais (PCA) obteve-se que o primeiro componente explica 97,96% da variação (informação) em tamanho das espécies, resumindo mais variância dos dados que o segundo e terceiro componentes, que juntos totalizaram 2,04% da variação. Tal fato pode ser constatado na FIGURA 10 que representa a

variação em tamanho das espécies a partir dos scores do primeiro e segundo componentes. Com os dados dos autovalores que informam a quantidade de variância da matriz de correlação, houve a caracterização do primeiro componente (2,939), que apresenta um maior peso nas análises dos dados. O padrão de cargas dos fatores, com altos valores absolutos para uma variável indicam que esta tem uma forte contribuição para o componente principal. Através das cargas dos componentes principais ("Component Loading") observa-se que o primeiro componente apresenta altos valores para as variáveis peso, envergadura e área da asa; sendo aparentemente responsável pelas diferenças que ocorrem entre as espécies e indicando uma alta correlação entre as variáveis com o fator (TABELA 5).

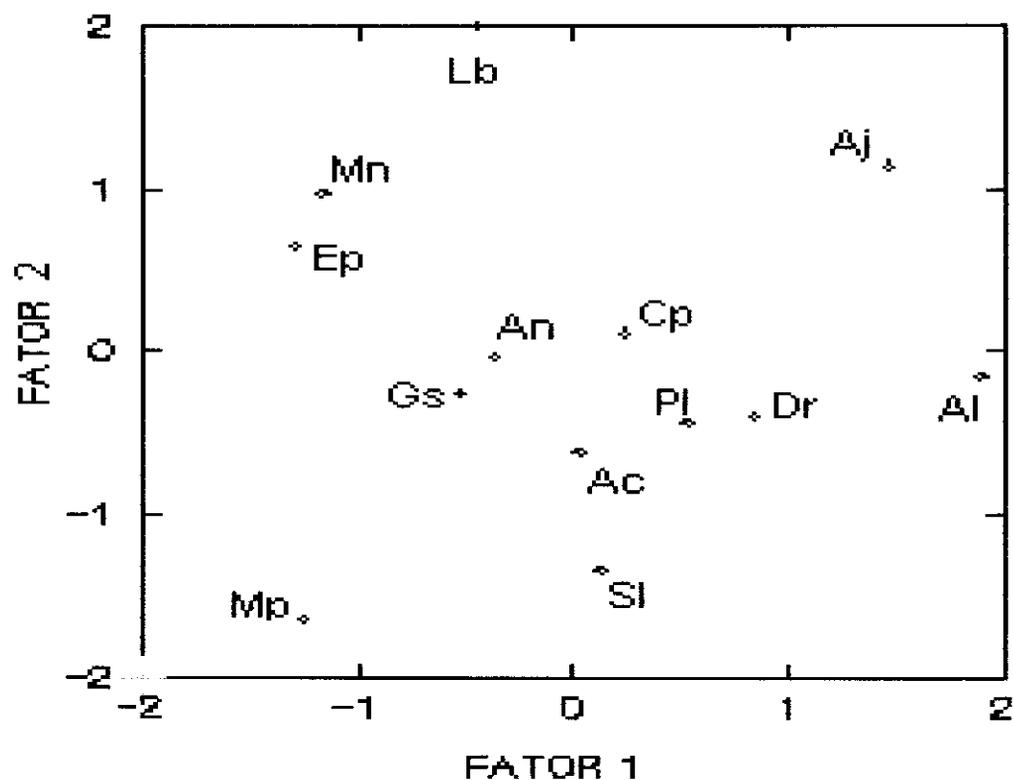


FIGURA 10. Relação entre os scores do primeiro (Fator 1) e segundo (Fator 2) componentes principais a partir de variáveis de asa de espécies de morcegos do JBB/DF. As espécies de morcegos e os símbolos adotados estão relacionados na TABELA 1.

TABELA 5. Cargas dos componentes principais (“Component Loading”) nas análises da relação entre as variáveis peso, envergadura e área da asa em morcegos do JBB/DF.

Medidas/Cargas	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Peso	0,983	-0,182	0,010
Envergadura	0,992	0,110	0,068
Área	0,944	0,071	-0,078
Variância total	97,96%	1,68%	0,36%

5. DISCUSSÃO

5.1. *Ecomorfometria do voo dos morcegos*

Os valores encontrados nas variáveis médias de corpo e asa das espécies amostradas indicam uma diferenciação morfológica como uma possível resposta às diversas condições do ambiente (pressão seletiva) em que vivem. A escolha e disponibilidade de alimento, a ocupação e seleção do habitat e o tipo de forrageamento são condicionados pelas adaptações morfológicas nas espécies, que visam um melhor aproveitamento dos recursos.

A morfologia da asa é considerada como a relação da performance do voo e o comportamento deste para identificar as bases funcionais para correlações ecomorfológicas entre dados da asa e o peso nas guildas, discutindo as relações entre a forma da asa e manobrabilidade e agilidade (Norberg & Rayner, 1987). Manobrabilidade é frequentemente definida como o raio mínimo de volta que um animal pode conseguir, sendo proporcional à carga sobre a asa (WL). Já agilidade refere-se a facilidade ou rapidez com que o voo possa ser alterado. Uma grande agilidade pode ser atribuída a uma maior aerodinâmica no torque com um baixo momento de inércia (Tolleson & Norberg, 1991).

A escolha do local de forrageamento está relacionada com a manobrabilidade (Norberg *et al.*, 1993). Uma alta manobrabilidade é obtida com um baixo peso e asas grandes e um limite à habilidade do voo pode ser decorrente do aumento da massa corporal, que afeta diretamente a morfologia alar e a capacidade de voo. Os tipos de voo podem ser estruturados de acordo com os relativos valores de AR e o tamanho e a forma da asa podem ser determinados pelo WL, AR e TSI (Norberg, 1976a). O WL geralmente aumenta com o incremento do peso e pode diminuir com o incremento da área da asa; sendo altamente correlacionado com a massa corporal e variando com o tamanho em morcegos similares geometricamente. As dimensões da asa podem prever os hábitos de forrageamento dos animais. (Norberg, 1990 e Norberg & Rayner, 1987).

O morcego percebe, por ecolocação, o alimento a pouca distância e tem que executar manobras rápidas de aproximação para capturá-lo. Muitos usam o uropatágio para esta captura durante a descida, servindo como uma força aerodinâmica durante o voo ascendente. O incremento no porte do uropatágio traduz o maior sucesso de captura de insetos e a cauda, quando presente, promove maior agilidade e manobrabilidade ao voo (Swartz *et al.*, 1996).

Asas curtas em relação a massa corporal contribuem a uma baixa força de subida (Tolleson & Norberg, 1991) e uma asa larga em relação ao braço ou totalmente curta, também reduz o momento de inércia no voo (Norberg & Rayner, 1987). A flexão das asas pode ser mais importante para espécies de voo lento e asas maiores, pois contribui para a realização de uma volta maior durante o voo, e a aerodinâmica do giro é grande devido a velocidade, com baixos TSI e alto AR (Tolleson & Norberg, 1991). A manobrabilidade alta com um baixo peso e WL possibilita um raio de volta pequeno, e a agilidade alta pode ser atribuída a uma maior aerodinâmica no torque com um momento de inércia baixo (Tolleson & Norberg, 1991). O movimento de subida e arraste ocorre com alto AR e asas longas e estreitas caracterizando um voo rápido para obter suficiente força de decolagem e reduzir a força produzida necessária para suportar o peso.

Uma menor velocidade no voo associado a uma maior agilidade é decorrente de altos valores de TSI (pontas largas), envergadura, área da asa e flexibilidade, com um baixo AR (asas largas); sendo mais correlacionada com AR e TSI. Para uma maior manobrabilidade, baixos valores de peso, AR e WL e asas largas (grande área), morcegos apresentam cantos resistentes na ecolocação. Para uma maior velocidade e agilidade, morcegos devem apresentar altos valores de WL e AR e uma menor área da asa, TSI e envergadura. Já altos valores de WL e baixo peso indicam uma baixa manobrabilidade em áreas abertas, e os morcegos possuem uma maior intensidade de chamado de longa duração (Aldridge & Rautenbach, 1987).

Jones (1967) caracterizou que a relação entre área da asa e peso está correlacionada com a razão do crescimento relativo do antebraço e a relação entre peso, área da asa e manobrabilidade pode refletir uma seleção por locais de forrageio e poleiro. Um baixo

peso torna o voo mais manobrável e ágil. Para Jones & Kokurewicz (1994), diferenças em área da asa resultam principalmente em diferentes áreas da mão, sendo a parte da asa proximal ao corpo a mais importante para o transporte de carga. A velocidade do voo aumenta com grandes valores de antebraço e ponta de asa (Findley, 1976).

Variáveis como AR, EN e AA sofrem um aumento linear enquanto WL assume baixos valores conforme a idade (Stern *et al.*, 1997), e as dimensões da asa podem refletir em WL e AA, caracterizando medidas de peso e capacidade de voo. Para Findley *et al.* (1972), área da asa e WL são mais correlacionadas com o tamanho enquanto AR e TSI são independentes do tamanho.

Asas longas ajudam a manter a velocidade constante e são um estorvo quando o voo é sobre vegetação densa e para a manobrabilidade. Já morcegos que voam em vegetação densa tem asas curtas porém largas, que indicam uma grande área da asa e os que voam em áreas abertas apresentam uma envergadura média mas com asas relativamente largas.

A envergadura é geometricamente similar em morcegos com diferentes massas e com suaves diferenças entre os grupos. Insetívoros que precisam de manobrabilidade para capturar insetos apresentam uma maior envergadura que os frugívoros de massa similar, contribuindo para baixos valores de WL.

Insetívoros aéreos que fazem complexas manobras para capturar insetos também consomem uma considerável energia por isso. A redução da força inicial do voo com asa curta promove uma pressão por baixos custos e condiciona uma melhor manobrabilidade na vegetação. Insetívoros apresentam diferentes WL de acordo com a velocidade e quando apresentam uropatágio e asas grandes, o voo torna-se lento e direcionado à captura de insetos, sendo curto e com pouca energia. As medidas de velocidade estão correlacionadas com P, WL e TSI (Norberg & Rayner, 1987). A potência de voo relaciona-se com a massa, EN e AA apresentando influência na velocidade e na manobrabilidade.

5.2. *Análise morfométrica corporal*

Pela análise da Fig. 5, espécies frugívoras de dossel e hematófogas apresentam em média um porte grande, implicando em valores altos de peso e tamanho cabeça-corpo; porém sem a presença da cauda. O fato destas espécies voarem com uma carga extra de peso (frutos e sangue, respectivamente) torna necessária uma estrutura corpórea mais robusta para suportar o peso adicional em vôo. O tamanho relativamente grande do antebraço reflete-se no tamanho da asa, que está correlacionada com a necessidade de suporte no vôo destes animais.

Já para a espécie frugívora de sub-bosque, o seu porte de tamanho médio e a presença de uma cauda reduzida favorece o forrageamento entre e sobre a vegetação, colaborando para um melhor deslocamento entre os galhos de uma mesma planta.

Espécies insetívoras, tanto de vôo lento como rápido, são caracteristicamente pequenas e possuem caudas longas permitindo uma maior agilidade em vôo; se alimentando em vôo ou entre a vegetação (Oliveira, no prelo). O aumento do uropatágio em decorrência da longa cauda reflete numa melhor estratégia de forrageamento, sendo utilizada para capturar insetos em vôo.

Nectarívoros apresentam-se com tamanho reduzido entre as espécies de filostomídeos, possuindo caudas pequenas utilizadas no vôo pairado, necessário à coleta de pólen e néctar e exploração de vários estratos de uma mesma planta.

Grandes morcegos apresentam asas menores em relação ao seu peso que os pequenos morcegos. O fato de insetívoros e nectarívoros apresentarem tamanho pequeno sugere que, devido às grandes asas, isto seja vantajoso para um vôo altamente manobrável, necessário ao seu modo de vida (Lawlor, 1973). Implicações do vôo serão discutidas mais adiante.

5.3. Caracterização morfológica relacionada ao voo das espécies

Valores encontrados na TABELA 2 indicam que *Artibeus lituratus* apresenta um grande valor para peso e envergadura. A grande área da asa acarreta num baixo valor do AR e um valor bastante elevado de WL que, juntamente com um baixo valor de TSI, acaba por reduzir a velocidade de voo; tornando-o mais manobrável e com um baixo consumo de energia, conforme descrito por Norberg & Rayner (1987) e Tavares (1999). Baixos valores de TSI caracterizam asas de ponta levemente agudas, que reduzem o poder de indução e atrito causado pelo movimento das asas. *A. jamaicensis* apresenta padrões semelhantes aos de *A. lituratus* para as características das asas, porém com um porte e WL menores que os de *A. lituratus*, e caracterizou-se pelo mais baixo valor de TSI entre as espécies amostradas, que caracteriza as asas com pontas mais agudas, porém apresentando uma grande área (TABELA 2).

Sturnira lilium apresentou um baixo valor de AR e altos valores de WL e TSI (ponta das asas arredondada), caracterizando-se pela asa curta e larga que promove um voo rápido e curto (Swartz *et al.*, 1996). *Platyrrhinus lineatus*, com um alto valor de WL, EN e área da asa e baixo valor de TSI (ponta das asas aguda) apresenta um voo lento e mais duradouro que o de *S. lilium*, com boa manobrabilidade e agilidade (TABELA 2).

A. cinereus e *Carollia perspicillata* apresentam valores médios de AR e WL e valores semelhantes de peso e envergadura, caracterizando-se por realizar um voo lento de curta duração com boa manobrabilidade. Os valores de TSI indicam pontas das asas levemente arredondadas, com asas relativamente mais curtas que largas, que promovem uma maior agilidade ao voo (TABELA 2). *C. perspicillata* apresenta uma cauda pequena que auxilia no voo, apresentando facilidade ao deslocamento vertical. Marinho-Filho (1991) observou que *S. lilium* e *C. perspicillata* apresentam similar estratégia de forrageamento num estudo na Serra do Japi, SP; muitas vezes utilizando recursos comuns.

Glossophaga soricina e *Anoura caudifer* apresentam valores médios baixos de WL e AR e um TSI que caracteriza a ponta das asas como levemente arredondada e comprida, com grande área da asa (TABELA 2), permitindo-as pairar. De acordo com Norberg (1976c), o vôo pairado é muito ágil e manobrável e divide-se em vertical ascendente e descendente, por curtos períodos de tempo, permitindo curvas em espaços estreitos. O vôo pairado demanda muita energia e é encontrado em beija-flores e vários insetos. Estas espécies ajustam a dieta com a variação sazonal e a disponibilidade de alimento.

Desmodus rotundus tem um corpo relativamente grande e caracteriza-se por altos valores de WL, AR, EN e TSI (área da asa é grande e a ponta da asa curta e arredondada) (TABELA 2), refletindo em um vôo lento e duradouro; porém não muito manobrável sofrendo um bom incremento da carga após se alimentar. A velocidade está relacionada a extensos vôos diários para se alimentar, não caracterizando uma especialização associada ao vôo devido ao hábito alimentar (vôo generalista sem manobrabilidade eficiente).

Cynomops planirostris, um morcego de pequeno porte, possui uma pequena área da asa e um baixo valor da envergadura. A presença da cauda e uropatágio aumenta a área da asa e auxilia na manobrabilidade em um vôo de alta velocidade. Apresenta valores médios de AR e WL, caracterizando um vôo mais ágil e curto. O valor de TSI é baixo, indicando asas longas e estreitas, com a ponta da asa aguda (TABELA 2).

Lasiurus blossevillii, *Myotis nigricans* e *Eptesicus brasiliensis* apresentam baixo peso e pequena envergadura e área da asa. Os valores de WL foram os mais baixos entre as espécies amostradas, caracterizando um vôo lento e mais duradouro com boa manobrabilidade. As asas possuem um TSI médio a alto, indicando asas longas e com pontas levemente agudas, tendendo a serem arredondadas. *L. blossevillii* possui os maiores valores de envergadura, WL e AR entre as três espécies, possuindo uma maior manobrabilidade e agilidade no vôo que as outras duas espécies. *M. nigricans* apresentou um alto TSI, caracterizando suas asas com pontas mais arredondadas entre as três espécies, permitindo uma maior manobrabilidade no vôo (TABELA 2).

Comparando-se os valores obtidos neste estudo (TABELA 2) com os encontrados na literatura para morcegos neotropicais (TABELA 3), as médias das variáveis relacionadas às asas amostradas neste estudo, em geral, assemelham-se em muito das obtidas por Lawlor (1973) e Tavares (1999). A maior variação entre as medidas deu-se em variáveis de peso e área da asa, que acarretaram em diferenças, porém não significativas, entre os valores de AR e WL obtidas neste estudo. A importância dos valores destas medidas é similar aos encontrados neste estudo, caracterizando padrões de voo semelhantes e relacionando o uso do habitat com a disponibilidade de recursos e tipo de forrageamento.

As espécies no trabalho de Lawlor (1973) foram amostradas na Costa Rica e Nicarágua, áreas que apresentam uma estrutura de vegetação muito mais diversificada e complexa que as áreas de Cerrado deste trabalho. Contudo, o trabalho de Tavares (1999) foi realizado em região de Mata Atlântica primária e secundária, em diferentes estágios de regeneração, em Minas Gerais. As diferenças obtidas para as variáveis de asa nas espécies estudadas pode ser decorrente de diferenças na estrutura fitofisionômica da vegetação destas regiões e conseqüentemente na disponibilidade e oferta de diferentes recursos. As espécies amostradas por Lawlor (1973) apresentaram valores médios maiores para as mesmas medidas tomadas por Tavares (1999). Os valores médios obtidos neste trabalho encontram-se em sua maioria entre as médias dos trabalhos acima citados, sugerindo um provável gradiente de transição entre as duas regiões, e inferindo sobre as adaptações morfológicas dos animais de acordo com o meio onde vivem.

5.4. Caracterização morfológica relacionada ao voo nas guildas alimentares

Aspectos morfológicos de corpo e asa foram analisados a partir da classificação das espécies amostradas em guildas alimentares indicados na TABELA 4.

Os frugívoros de dossel (*A. lituratus*, *A. cinereus*, *A. jamaicensis*, *P. lineatus* e *S. lilium*) apresentam atividade de forrageamento acima de 3m, alimentando-se continuamente com períodos longos de captura e intervalos irregulares e pouco frequentes; capturando muito alimento por noite e sendo especialistas em frutos abundantes e com baixo nível nutricional (Bonaccorso & Gush, 1987). Entretanto, dentro de uma guilda alimentar, há variações que dizem respeito às estratégias de forrageamento, e morcegos da família Phyllostomidae são diversos em formas e tamanhos em decorrência dos tipos de alimentos que exploram. Tavares (1999) considera *A. lituratus*, *P. lineatus* e *S. lilium* frugívoros flexíveis devido a plasticidade no uso do ambiente, visto o forrageamento em diferentes estratos de altura; o que possibilitou a coleta destes espécimes neste estudo com a utilização de redes baixas (até 4 metros de altura). Espécies pertencentes à esta guilda, em média, apresentam grande porte ($0,036 \pm 0,023\text{Kg}$), tamanho de envergadura ($0,346 \pm 0,081\text{m}$) e área da asa ($0,024 \pm 0,011\text{m}^2$), o que acarreta em um aumento do WL, que caracteriza o voo rápido com baixa manobrabilidade; permitindo um peso adicional durante o voo (TABELA 4). As asas largas e curvadas com redução do uropatágio, juntamente com a área da asa e envergadura, aumentam com a massa corporal (Norberg, 1981). Frugívoros maiores possuem grandes áreas de asa, resultando num voo lento e manobrável (Tavares, 1999), necessitando de uma área da asa grande para suportar em voo uma carga extra e usadas em voo de longas distâncias.

Frugívoros de sub-bosque (*C. perspicillata*) costumam forragear em áreas em diferentes estágios de sucessão e abaixo de 3m de altura, alimentando-se descontinuamente, em curtos períodos de captura regularmente espaçados por longos períodos de intervalo, especializados em frutos de alta qualidade nutricional (Bonaccorso & Gush, 1987). Apresentam valores médios de peso ($0,018\text{ Kg}$), envergadura e área da asa e um valor baixo de AR (4,729) que caracteriza asas longas, uma desvantagem no voo entre a vegetação, e que

representam um vôo lento e curto (TABELA 4). Percorrem longas distâncias em vôo e forrageiam junto a vegetação e a pequena cauda ajuda no deslocamento sobre a vegetação (Owen *et al.*, 1984 e Fleming, 1991).

Espécies nectarívoras (*A. caudifer* e *G. soricina*) tem um comportamento semelhante aos frugívoros de dossel na utilização dos estratos (Aguiar, 1994). De pequeno porte e com baixo valor de AR (4,926), que caracteriza asa larga e longa (TABELA 4), o vôo apresenta uma menor velocidade e uma maior sustentabilidade; que promove um vôo vertical e permite pairar em áreas fechadas. Espécies que pairam como forma de forrageamento apresentam um maior consumo de energia devido ao seu modo de locomoção, e as asas longas permitem minimizar a força necessária para manter este tipo de vôo e asas largas e curvas (TSI = 1,011) promovem uma melhor agilidade em vôo (Norberg, 1981).

A espécie hematófaga (*D. rotundus*) apresenta um porte relativamente grande ($0,034 \pm 0,001$ Kg), bem como frugívoros e um alto valor médio de WL ($16,208 \text{ Nm}^2$) e AR (6,222), caracterizando a não especialização de modificações ao vôo devido ao hábito alimentar (vôo generalista sem manobrabilidade eficiente). Seu vôo é duradouro devido a disponibilidade de recursos, sofrendo um incremento da carga após se alimentar.

Já grupos de espécies predominantemente insetívoras apresentam um pequeno porte, que sugere uma vantagem para um vôo altamente manobrável necessário ao forrageio em áreas abertas (Tolleson & Norberg, 1991). A importância e papel do uropatágio varia em intensidade entre as espécies, incrementando a superfície da asa e auxiliando na manobrabilidade durante o vôo (Lawlor, 1973).

Insetívoros de vôo rápido apresentam uma certa semelhança com aves (andorinhas e andorinhões) pela forma da asa e habitats de forrageamento (Vaughan, 1966). Representados neste trabalho por uma espécie de molossídeo (*C. planirostris*), apresentam um pequeno porte e baixos valores de envergadura e área da asa. O alto valor de AR e WL indica uma maior eficiência no vôo devido à redução do arraste e maior velocidade e sustentabilidade, respectivamente. Apresentando asas estreitas (TSI = 0,561), o alto AR (TABELA 4) reduz o custo de transporte e permite um vôo duradouro, ágil e manobrável (Norberg & Rayner, 1987) para capturar presas em áreas abertas e a longas distâncias (Lawlor, 1973; Santos *et al.*, 1998).

Adaptações à redução no momento de inércia são importantes para uma maior agilidade e manobrabilidade destes morcegos em vôo, bem como a redução da força mecânica necessária ao vôo (Tolleson & Norberg, 1991). A cauda longa promove uma maior agilidade e manobrabilidade e o uropatágio serve como uma força aerodinâmica durante o vôo ascendente. A membrana da asa é mais elástica e forte em molossídeos, sendo considerada um importante fator aerodinâmico pois colabora na velocidade do vôo de acordo com a área da asa. Freeman (1979) indica que molossídeos além da especialização de asas e caudas também apresentam cristas craniana e poucos, mas grandes dentes e mandíbulas tênues.

Insetívoros de vôo lento (*L. blossevillii*, *M. nigricans* e *E. brasiliensis*) de pequeno porte forrageiam em áreas abertas e frequentemente a altas altitudes, bem como entre árvores, com uma alta manobrabilidade e usando as asas e a cauda longas para captura de alimento em vôo com a produção de sons com as membranas das asas para a ecolocação (Gould, 1988) a pequenas distâncias. Apresentam asas largas e elípticas (baixo TSI) e valores médios altos para AR (5,456) e baixo para WL (6,350 Nm⁻²) (TABELA 4) que caracterizam um vôo lento porém econômico e ágil entre emaranhados de galhos e folhagens com baixa manobrabilidade. (Vaughan, 1959; Norberg, 1981; Norberg & Rayner, 1987).

5.5. Análise de regressão

Morcegos são animais aos quais se pode aplicar a Teoria da similaridade geométrica (Lawlor, 1973; Norberg, 1981; Norberg & Rayner, 1987), que caracteriza a variação proporcional das dimensões corporais entre animais de diferentes tamanhos. Muitas vezes entretanto, há mudanças nas proporções entre as partes de um indivíduo devido à taxas desiguais de crescimento das diferentes partes em tamanho, condicionando um crescimento alométrico. Valores de peso, envergadura e área da asa variam de forma a constituir limitações que podem caracterizar a diferenciação em morcegos.

Relação entre peso e envergadura (EN)

De acordo com a Teoria da similaridade geométrica, para morcegos geometricamente similares a variável envergadura cresce na proporção de 1:3 com relação ao peso segundo a função $EN = \alpha M^{0,33}$. O coeficiente de inclinação da reta (β) obtido para esta relação foi de 0,305 (Fig. 6), correspondendo com o resultado predito pela Teoria e indicando uma maior similaridade entre as variáveis ($R^2 = 0,913$). As médias de envergadura incrementam razoavelmente o peso, caracterizando uma relação significativa entre estas variáveis.

Com frugívoros de Mata Atlântica, Tavares (1999) encontrou um coeficiente de inclinação da reta de 0,36 para a relação entre peso e envergadura, estando em concordância com a Teoria da similaridade geométrica.

Relação entre peso e área da asa (AA)

Para prevalecer a Teoria da similaridade geométrica, a variável área da asa deve crescer na proporção de 2:3 em relação ao peso segundo a função $AA = \alpha M^{0,67}$. O coeficiente de inclinação da reta (β) obtido para esta relação foi de 0,596 (Fig. 7), estando muito abaixo do esperado. Uma maior área de asa entre morcegos ocorre entre animais de peso similares. Neste caso, a área da asa cresce numa menor proporção em relação ao peso. O valor de R^2

explica aproximadamente 93% da variação encontrada, indicando uma maior similaridade entre estas variáveis.

Lawlor (1973) encontrou valores semelhantes em seu estudo e considera que nesta relação, morcegos maiores apresentam uma maior habilidade no vôo possuindo asas maiores. Já Tavares (1999) encontrou um valor alto de β entre os frugívoros, indicando que a área da asa cresce numa proporção maior em relação ao peso.

Relação entre peso e carga sobre a asa (WL)

De acordo com a Teoria da similaridade geométrica, para morcegos geometricamente similares a variável carga sobre a asa cresce na proporção de 1:3 com relação à variável peso segundo a função $WL = \alpha M^{0,33}$, semelhante à variável envergadura. O coeficiente de inclinação da reta (β) obtido para esta relação foi de 0,405 (Fig. 8), um valor acima do esperado; indicando que a variável carga sobre a asa cresce numa proporção maior que o peso. Esta proporção apresenta-se variável com as dimensões em morcegos geometricamente similares. Devido a esta relação alométrica, grandes morcegos possuem uma carga sobre a asa maior que os pequenos morcegos. O valor de R^2 explica aproximadamente 86% desta variação.

Tavares (1999) obteve valores muito baixos do coeficiente de inclinação da reta (β variando de 0,21 a 0,24), indicando que a carga sobre a asa cresce menos que o esperado em relação ao aumento do peso em frugívoros de Mata Atlântica.

Relação entre peso e perfil da asa (AR)

A Teoria da similaridade geométrica considera o perfil da asa uma variável constante entre os morcegos geometricamente similares, não variando em relação ao peso ($AA = \alpha M^0$). O coeficiente de inclinação da reta (β) obtido para esta relação de 0,015 (Fig. 9). Como em Tavares (1999), a relação entre o peso e o perfil da asa não foi significativa ($R^2 = 0,023$); caracterizando uma leve redução no tamanho do peso em decorrência da variável perfil da asa, apesar da tendência desta de permanecer constante em detrimento da variação de peso.

5.6. Análise de Componentes Principais (PCA)

Através da Análise de Componentes Principais, o primeiro componente explica 97,96% da variação em tamanho das espécies e a variável *peso*, no segundo componente, se destaca, podendo ter interferido na separação das espécies quanto ao tamanho e contribuído para a formação de agrupamentos (TABELA 5). A variabilidade da medida *peso* nas espécies amostradas mostrou-se acentuada, comportando indivíduos de baixo (0,005Kg) a grande (0,074Kg) peso, e pode ter influenciado a separação dos grupos em tamanho.

De acordo com Norberg & Rayner (1987), o segundo e o terceiro componentes, que neste estudo explicam 2,04% da variação dos dados, podem ser interpretados como variações na forma das espécies. No segundo componente desta análise, o *peso* foi responsável por esta variação e no terceiro componente a *área da asa*. Tavares (1999) obteve, na análise de componentes principais das mesmas variáveis em frugívoros de Mata Atlântica, 98,7% da variação em tamanho no primeiro componente e o segundo componente indicava uma variação em área da asa, que foi a variável mais representativa e de maior peso na análise.

Através das cargas dos componentes principais ("Component Loading") os maiores valores para as variáveis peso, envergadura e área da asa obtidos com o primeiro componente são aparentemente responsáveis pelas diferenças em tamanho que ocorrem entre as espécies e indicam uma alta correlação entre as variáveis com o fator. A partir dos trabalhos de Norberg & Rayner (1987), Norberg (1989), Norberg (1994) e Birch (1997), o segundo e terceiro fatores podem ser interpretados respectivamente, como estimativas de carga sobre a asa e perfil da asa; informações compatíveis com a de variáveis determinadas pelo segundo e terceiro componentes.

As famílias de morcegos e guildas alimentares encontradas neste estudo podem ser diferenciadas pela representação dos scores dos componentes principais na Fig. 10. Com exceção de *A. lituratus* e *A. jamaicensis* que encontram-se distantes entre si e com relação aos demais frugívoros de dossel, os agrupamentos das espécies podem ser identificados. A diferenciação dos grupos, a partir das médias das medidas encontradas neste trabalho pode ser feita através desta análise e através da formação de agrupamentos evidenciado pela PCA.

6. CONCLUSÃO

No Jardim Botânico de Brasília (JBB)/D.F., a comunidade de morcegos apresenta espécies distribuídas em seis guildas alimentares: frugívoros de dossel, frugívoros de sub-bosque, nectarívoros, hematófagos, insetívoros de voo lento e de voo rápido. Frugívoros de dossel apresentaram o maior número de indivíduos (86) e de espécies (5) enquanto houve apenas uma ocorrência de espécie insetívora de voo rápido com três indivíduos.

Espécies frugívoras de dossel (*Artibeus lituratus*, *A. cinereus*, *S. lilium*, *P. lineatus* e *A. jamaicensis*) apresentam em média um porte grande e valores altos para envergadura, área da asa e WL, com cauda ausente, permitindo um voo lento e manobrável. *A. lituratus* apresentou os maiores valores para peso, envergadura, área da asa e WL entre todas as espécies de morcegos capturadas.

Frugívoro de sub-bosque (*C. perpicillata*) apresentou valores médios para envergadura e área da asa, com um baixo AR e asas longas e arredondadas, que permitem um voo lento e curto; porém manobrável. A cauda nestes animais é reduzida e auxilia no deslocamento na vegetação.

A espécie hematófaga (*D. rotundus*) possui altos valores de WL e área da asa, com asas curtas e com pontas arredondadas, o que caracteriza um voo duradouro e lento, fundamental para percorrer longas distâncias.

Nectarívoros (*G. soricina* e *A. caudifer*) são animais de pequeno porte e possuem asas largas e grandes, possuindo uma pequena cauda. A forma da asa permite estas espécies de pairarem durante o voo, apresentando uma boa agilidade.

Espécies insetívoras de voo lento (*L. blossevillii*, *E. brasiliensis* e *M. nigricans*) possuem um pequeno porte e asas longas e mais largas, indicando um voo lento e ágil em áreas fechadas, utilizando a cauda longa para captura de alimento. *L. blossevillii* foi a espécie insetívora que apresentou maiores valores de envergadura, área da asa e AR.

Já insetívoros de vôo rápido (*C. planirostris*) são animais pequenos, possuindo asas longas e estreitas que, associado a altos valores de WL e AR, permitem um vôo rápido e muito manobrável. A presença de uma cauda longa promove uma maior agilidade ao vôo. Esta espécie apresentou o maior valor de WL e o menor valor de TSI entre as espécies insetívoras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L.M.S. 1994. Comunidades de Chiroptera em três áreas de Mata Atlântica em diferentes estádios de sucessão – Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado*, UFMG. 89 pp.
- ALDRIDGE, H.D.J.N. & RAUTENBACH, I.L. 1987. Morphology, echolocation and resource partitioning in insectivorous bats. *J. An. Ecol.* **56**: 763-78.
- AZEVEDO, L.G. DE; RIBEIRO, J.F.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P.E.A.M. 1990. *Levantamento da vegetação do Jardim Botânico de Brasília – D.F.* Fundação Zoobotânica do Distrito Federal. 93 pp.
- BIRCH, J.S. 1997. Comparing wing shape of bats: the merits of principal-components analysis and relative-warp analysis. *J. Mamm.* **78** (4): 1187-1198.
- BOAVENTURA, M.C. 1998. Sazonalidade e estrutura de uma comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) numa área de cerrado do Jardim Botânico de Brasília, Distrito Federal. *Dissertação de Mestrado*, UnB. 99pp.
- BONACCORSO, F.J. & GUSH, T.J. 1987. Feeding behavior and foraging strategies of captive phyllostomid fruit bats: an experimental study. *J. An. Ecol.* **56**: 907-20.
- BUCHLER, E.R. 1980. The development of flight, foraging, and echolocation in the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* **6**: 211-18.
- CALDAS, L.S.; BRAVO, C.; PICCOLO, H. & FARIA, C.R.S.M. 1992. Measurement of leaf area with a hand-scanner linked to a microcomputer. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* **4** (1): 17-20.

- DAVIS, R. 1969. Wing loading in pallid bats. *J. Mamm.* **50** (1): 140-44.
- EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of The Neotropics- The Northern Neotropics*. vol. 1. University of Chicago Press. 449 pp.
- EITEN, G. 1993. Vegetação do cerrado. In: Pinto, M.N. (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília; Editora da Universidade de Brasília. 2^a ed. Pp. 17-75.
- FARNEY, J. & FLEHARTY, E.D. 1969. Aspect ratio, loading, wing span, and membrane areas of bats. *J. Mamm.* **50** (2): 363-67.
- FENTON, M.B. 1972. The structure of aerial-feeding bat faunas as indicated by ears and wing elements. *Can. J. Zool.* **50**: 287-96.
- FINDLEY, J.S. 1976. The structure of bat communities. *Am. Nat.* **110** (971): 129-39.
- FINDLEY, J.S. 1993. *Bats: a community perspective*. Cambridge University Press. 167 pp.
- FINDLEY, J.S.; STUDIER, E.H. & WILSON, D.E. 1972. Morphologic properties of bat wings. *J. Mamm.* **53** (3): 429-44.
- FLEMING, T.H. 1991. The relationship between body size, diet, and habitat use in frugivorous bats, genus *Carollia* (Phyllostomidae). *J. Mamm.* **72** (3): 493-501.
- FREEMAN, P.W. 1979. Specialized insectivory: beetle-eating and moth-eating molossid bats. *J. Mamm.* **60** (3): 467-79.
- FREEMAN, P.W. 1981a. Correspondence of food habits and morphology in insectivorous bats. *J. Mamm.* **62** (1): 166-73.
- FREEMAN, P.W. 1981b. A multivariate study of the family Molossidae (Mammalia, Chiroptera): morphology, ecology, evolution. *Fieldiana Zoology* (N. ser.) **7**: 1-173.

- GASTAL, M.L. de A. 1997. Ecologia de comunidades de pequenos mamíferos em matas de galeria de Brasília, DF. *Tese de Doutorado*, UnB. 122 pp.
- GOULD, E. 1988. Wing-clapping sounds of *Eonycteris spelaea* (Pteropodidae) in Malaysia. *J. Mamm.* **69** (2): 378-79.
- HARTMAN, F. 1963. Some flight mechanisms of bats. *Ohio J. Sci.* **63**: 59-65.
- HEITHAUS, E.R.; FLEMING, T.H. & OPLER, P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* **56** (4): 841-54.
- HUMPHREY, S.R.; BONACCORSO, F.J. & ZINN, T.L. 1983. Guild structure of surface-gleaning bats in Panamá. *Ecology* **64** (2): 284-94.
- JONES, C. 1967. Growth, development, and wing loading in the evening bat, *Nycticeius humeralis* (Rafinesque). *J. Mamm.* **48** (1): 1-19.
- JONES, C. & SUTTKUS, D. 1971. Wing loading in *Plecotus rafinesquii*. *J. Mamm.* **52** (2): 458-60.
- JONES, G. & KOKUREWICZ, T. 1994. Sex and age variation in echolocation calls and flight morphology of Daubenton's bats *Myotis daubentonii*. *Mammalia* **58** (1): 41-50.
- KURTA, A. 1982. Flight patterns of *Eptesicus fuscus* and *Myotis lucifugus* over a stream. *J. Mamm.* **63** (2):335-37.
- LAWLOR, T.E. 1973. Aerodynamic characteristics of some neotropical bats. *J. Mamm.* **54** (1): 71-78.
- LIMA, M.D. 1995. Estrutura morfométrica de morcegos do Brasil Central. *Dissertação de Mestrado*. UnB/D.F. 54 pp.

- MARINHO-FILHO, J.S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *J. Trop. Ecol.* 7: 59-67.
- MARINHO-FILHO, J.S. 1996. The Brazilian cerrado bat fauna and its conservation. *Chiroptera Neotropical* 2 (2): 37-39.
- MARINHO-FILHO, J.S. & SAZIMA, I. 1998. Brazilian bats and conservation biology, a first survey. Pp: 282-294 In: Kunz, T.H. & Racey, P.A (eds.). *Bat Biology and Conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- MCMANUS, J.J. & NELLIS, D.W. 1972. Ontogeny of wing loading in the jamaican fruit-eating bat, *Artibeus jamaicensis*. *J. Mamm.* 53 (4): 866-68.
- MCNAB, B.K. 1971. The structure of tropical bat faunas. *Ecology* 52 (2): 351-58.
- MOREIRA, G.R.S. 1993. Padrões de reprodução, atividade e alimentação de anuros em duas localidades do Brasil Central. *Dissertação de Mestrado*, UnB. 55 pp.
- MOSSRI, B. de B. 1997. Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang e *Cecropia pachystachya* Trec.: duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria. *Dissertação de Mestrado*, UnB. 106 pp.
- NEUWEILER, G. 1984. Foraging, echolocation and audition in bats. *Naturwissenschaften* 71: 446-55.
- NEUWEILER, G. & FENTON, M.B. 1988. Behaviour and foraging ecology of echolocation bats. In: Jones, G.; Morton, M.; Hughes, P.M. & Budden, R.M. 1993. Echolocation, flight morphology and foraging strategies of some West African hipposiderid bats. *J. Zool. Lond.* 230 (3): 385-400.

- NORBERG, U.M. 1976a. Some advanced flight manoeuvres of bats. *J. Exp. Biol.* **64**: 489-95.
- NORBERG, U.M. 1976b. Aerodynamics, kinematics, and energetics of horizontal flapping flight in the long-eared bat *Plecotus auritus*. *J. Exp. Biol.* **65**: 179-212.
- NORBERG, U.M. 1976c. Aerodynamics of hovering flight in the long-eared bat *Plecotus auritus*. *J. Exp. Biol.* **65**: 459-70.
- NORBERG, U.M. 1981. Allometry of bat wings and legs and comparison with bird wings. *Proc. Phil. Trans. R. Soc. (B)* **292** (1061):359-398.
- NORBERG, U.M. 1985. Evolution of vertebrate flight: an aerodynamic model for the transition from gliding to active flight. *Am. Nat.* **126** (3): 303-27.
- NORBERG, U.M. 1987. Wing form and flight mode in bats. In: Fenton, M.B.; Racey, P. & Rayner, J.M.V. (eds.). *Recent advances in the study of bats*. Cambridge University Press. Pp. 43-56.
- NORBERG, U.M. 1990. *Vertebrate flight: mechanics, physiology, morphology, ecology and evolution*. Springer-Verlag. New York. 291pp.
- NORBERG, U.M. 1994. Wing design, flight performance, and habitat use in bats. In: Wainwright, P.C. & Reilly, S.M. (eds.). *Ecological morphology: integrative organismal biology*. University of Chicago Press, Chicago & London. Pp.: 205-39.
- NORBERG, U.M. & RAYNER, J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical transactions of the Royal Society (B)* **316** (1179): 335-427.

- NORBERG, U.M.; KUNZ, T.H.; STEFFENSEN, J.F.; WINTER, Y. & VON HELVERSEN, O. 1993. The cost of hovering and forward flight in a nectar-feeding bat, *Glossophaga soricina*, estimated from aerodynamic theory. *J. Exp. Biol.* **182**: 207-27.
- NOWAK, R.M. 1991. *Walker's Mammals of the World*. vol.1. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 5^a ed. 642 pp.
- OLIVEIRA, E.R. de (no prelo). Espaço ecomorfológico da fauna de quirópteros da região do Alto Tocantins, GO: Uma perspectiva através da análise da morfologia alar. *Dissertação de Mestrado*, UFRJ.
- OWEN, J.G.; SCHMIDLY, D.J. & DAVIS, W.B. 1984. A morphometric analysis of three species of *Carollia* (Chiroptera, Glossophaginae) from Middle America). *Mammalia* **48** (1): 85-93.
- PADIAN, K. 1987. A comparative phylogenetic and functional approach to the origin of vertebrate flight. In: Fenton, M.B.; Racey, P. & Rayner, J.M.V. (eds.). *Recent advances in the study of bats*. Cambridge University Press. Pp. 3-22.
- PETTIGREW, J.D. 1991. Wings or brain? Convergent evolution in the origins of bats. *Syst. Zool.* **40** (2): 199-216.
- POOLE, C. 1936. Relative wing ratios of bats and birds. *J. Mamm.* **17**: 412-13.
- REDFORD, K.H. & FONSECA, G.A.B. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica* **18** (2): 126-35.
- REDFORD, K.H. & EISENBERG, J.F. 1992. *Mammals of the Neotropics - The Southern Cone*. vol. 2. University of Chicago Press. 430 pp.

- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. de (eds.) *Cerrado - Ambiente e Flora*. EMBRAPA. p.89-156.
- SANTOS, M.; GUERRERO, G.; URIBE, J. & ARITA, H. 1998. Wing morphology in the bat community of Yucatan, Mexico. *Abstracts of 11th International Bat Research Conference*. Pirenópolis, GO. p. 73.
- SEMATEC; GDF e JBB. 1994. *Jardim Botânico de Brasília*. 26 pp.
- STERN, A.A.; KUNZ, T.H. & BHATT, S.S. 1997. Seasonal wing loading and the ontogeny of flight in *Phyllostomus hastatus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *J. Mamm.* **78** (4): 1199-209.
- STRUHSAKER, T.T. 1961. Morphological factors regulating flight in bats. *J. Mamm.* **42** (2): 152-59.
- SWARTZ, S.M.; GROVES, M.S.; KIM, H.D. & WALSH, W.R. 1996. Mechanical properties of bat wing membrane skin. *J. Zool. Lond.* **239**: 357-78.
- TAVARES, V. da C. 1999. Ecomorfologia do voo, dieta das espécies e composição de uma taxocenose de morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Parque Estadual do Rio Doce, leste de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Dissertação de Mestrado*, UFMG. 111pp.
- TOLLESSON, M. & NORBERG, U.M. 1991. Moments of inertia of bat wings and body. *J. Exp. Biol.* **158**: 19-35.
- VAUGHAN, T.A. 1959. Functional morphology of three bats: *Eumops*, *Myotis*, *Macrotus*. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* **12**:1-153.
- VAUGHAN, T.A. 1966. Morphology and flight characteristics of molossid bats. *J. Mamm.* **47**: 249-60.

- VIEIRA, E.M. 1984. Aspectos ecológicos relacionados a características morfológicas de asas de morcegos da Amazônia Central. *Ecologia da Floresta Amazônica, INPA*. Pp: 411-15.
- WILLIG, M.R. 1985a. Ecology, reproductive biology, and systematics of *Neoplatymops mattogrossensis* (Chiroptera: Molossidae). *J. Mamm.* **66** (4): 618-28.
- WILLIG, M.R. 1985b. Reproductive patterns of bats from caatinga and cerrado biomes in Northeast Brazil. *J. Mamm.* **66** (4): 668-81.
- WILLIG, M.R. & MOULTON, M. P. 1989. The role of stochastic and deterministic processes in structuring neotropical bat communities. *J. Mamm.* **70** (2): 323-29.
- WILLIG, M.R.; CAMILO, G.R. & NOBLE, S.J. 1993. Dietary overlap in frugivorous and insectivorous bats from edaphic cerrado habitats of Brazil. *J. Mamm.* **74** (1): 117-28.
- WILSON, D.E. 1973. Bat faunas: a trophic comparison. *Syst. Zool.* **22**:14-29.