

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**A FRAGMENTAÇÃO DO CERRADO E EFEITOS SOBRE A
AVIFAUNA NA REGIÃO DE BRASÍLIA-DF**

Ricardo Bomfim Machado

Orientador: Prof. Dr. Roberto Brandão Cavalcanti

Tese apresentada junto ao Curso de
pós-graduação em Ecologia como
um dos requisitos para a obtenção
do título de Doutor em Ecologia

Brasília-DF
2000

*À memória de Fábio, meu pai, que me ensinou a
questionar e pensar...
À Luisa, minha filha, a quem pretendo, junto com
Ludmilla, transmitir aquilo que aprendi...*

SUMARIO

Capítulo 1

Resumo	2
Introdução	4
Áreas de estudo	5
Métodos	11
Resultados	13
Discussão	17
Conclusões	23
Agradecimentos	25
Bibliografia	26
Figuras	31
Tabelas	43
Lista de espécies de aves	62

Capítulo 2

Resumo	84
Introdução	86
Áreas de estudo	88
Métodos	91
Resultados	94
Discussão	98
Conclusões	101
Agradecimentos	102
Bibliografia	103
Figuras	109
Tabelas	118

Capítulo 3

Resumo	130
Introdução	132
Áreas de estudo	134
Métodos	135
Resultados	139
Discussão	141
Conclusões	143
Agradecimentos	144
Bibliografia	145
Figuras	150
Tabelas	161

RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos da fragmentação do Cerrado sobre a avifauna da região de Brasília-DF. Foi adotada a abordagem da Ecologia de Paisagem para verificar como a matriz de paisagem influencia a riqueza e abundância de espécies de aves. Foram selecionados 12 fragmentos localizados no entorno da cidade de Brasília, sendo esses agrupados da seguinte forma: 6 áreas de mata de galeria (3 contínuas e 3 isoladas) e 6 áreas de cerrado sentido restrito (3 contínuas e 3 isoladas). O termo 'contínuo' refere-se às áreas nativas que se encontram imersas no mosaico de Cerrado, ou seja, são as áreas que possuem uma relação direta com os ambientes naturais vizinhos. O termo 'isolado' refere-se às áreas que não possuem conectividade direta com outros ambientes naturais e estão imersas em uma matriz de paisagem predominantemente urbana ou peri-urbana. A avifauna presente nas áreas de amostragem foi descrita no primeiro capítulo. As estimativas de riqueza, abundância e variação sazonal na composição das espécies foi obtida por meio de transeções de largura fixa. Os resultados indicaram que as comunidades de mata de galeria e cerrado sentido restrito são bastante distintas, mas há uma pequena interação entre elas. As áreas contínuas possuem uma maior semelhança entre si do que com as áreas isoladas. No segundo capítulo são indicados os fatores que mais influenciam as variações observadas nas comunidades. Foi determinado que a riqueza de espécies não está relacionado com o tamanho da área mas sim com a estrutura do entorno. Para as matas de galeria foi encontrado que quanto maior for a quantidade de cerrado no entorno imediato das áreas (até uma distância de 2,5 km), maior será a riqueza de espécies. Para avaliar o efeito da estruturação da matriz de paisagem e conectividade entre fragmentos sobre a dinâmica de colonização/recolonização da avifauna, foi desenvolvido um modelo de simulação espacialmente realístico, descrito no terceiro capítulo. Os resultados das simulações indicam que a criação de pequenas áreas entre os fragmentos nativos é suficiente para permitir uma maior colonização da paisagem. Este aspecto sugere que, dependendo da espécie-alvo, pequenos fragmentos podem ter o mesmo efeito dos corredores e podem ser criados naquelas situações onde a conexão via corredor é impraticável.

Palavras-chave: Cerrado, Brasília, Comunidade de aves, Fragmentação, Ecologia de Paisagem, Metapopulação

ABSTRACT

This study investigates the effects of habitat fragmentation on bird communities in the Cerrado near Brasília city. To verify how the matrix can influence the richness and abundance of bird species, the Landscape Ecology approach was used. Twelve sites were selected and grouped as follow: six areas of gallery forest (three continuous and three isolated) and six areas of cerrado (three continuous and three isolated). The term 'continuous' indicates areas that still have direct contact to other Cerrado's physiognomies. The term 'isolated' indicates areas that have no direct contact to others physiognomies and are immerse in an urban or semi-urban matrix. The avifauna observed in these areas is described in Chapter 1. Basic patterns of species richness, abundance of individuals, and seasonal variation on species composition were taken through fixed linear transects. The results show that the cerrado and gallery forest communities are different but have some interactions. There is more similarity among continuous gallery forest areas than among isolated ones. In Chapter two, the main factors that play more influence on bird richness are indicated. It is shown that richness of species is correlated with the amount of cerrado on an area surrounds instead of its size. In order to check the effects of matrix structure and connectivity on birds colonization/recolonization, a spatial explicit model was created and described on Chapter three. The simulation results shows that more fragments can be occupied if small areas were created among then. This aspect shows that creation of small areas, depending on the circumstances, can be a valid alternative to corridors approach. This is very relevant in cases where the creation of corridors is impossible.

Key-words: Cerrado, Brasilia, Bird communities, Habitat fragmentation, Landscape Ecology, Meta-population

Capítulo 1

Comunidades de aves em áreas contínuas e isoladas do Cerrado na região de Brasília - DF

RESUMO

Comunidades de aves dos ambientes de mata de galeria e cerrado (sentido restrito) da região de Brasília-DF foram caracterizadas em termos da riqueza, abundância e densidade. As áreas foram selecionadas em função de seu isolamento (descontinuidade de habitats semelhantes) dentro da paisagem do entorno de Brasília, sendo estabelecidos seis sítios de amostragem na mata de galeria (três contínuos e três isolados) e seis sítios no cerrado (três contínuos e três isolados). Por meio de transeções realizadas nas 12 áreas ao longo de um ano, foram identificadas 231 espécies de aves pertencentes a 45 famílias e 17 ordens, o que representa aproximadamente 54% das espécies registradas para o Distrito Federal.

Considerando os registros obtidos exclusivamente por amostragens sistemáticas (com esforço padronizado de observação), o ambiente de mata de galeria apresentou maior riqueza de espécies (131) do que o cerrado (97). As espécies dominantes no ambiente de mata foram *Basileuterus hypoleucus*, *Herpsilochmus atricapillus*, *Tangara cayana* e *Hemithraupis guira*. Para o cerrado, as espécies dominantes foram *Volatinia jacarina*, *Elaenia chiriquensis*, *Elaenia cristata* e *Suiriri suiriri*. Na mata de galeria, as dez espécies mais comuns representaram 49,4% dos registros desse ambiente e no cerrado essa porcentagem chegou a 64,5%, o que indica uma menor equitabilidade na abundância de indivíduos para esse segundo ambiente.

A maioria das espécies que analisadas apresentou maior frequência de registros no período das chuvas na região (outubro-março). Algumas delas, entretanto, foram mais frequentes no período de seca (entre os meses de abril-setembro): *Turdus subalaris* e *Neopelma pallescens* na mata e *Cyanocorax cristatellus* ($X^2=9,241$, $p<0,05$) e *Colibri serrirostris* no cerrado. A riqueza geral de espécies foi bastante semelhante entre as áreas contínuas e isoladas. Entretanto, para as espécies registradas exclusivamente por intermédio das transeções, matas contínuas apresentaram uma riqueza maior do que matas isoladas. Para o cerrado, a diferença no número de espécies registradas para as áreas contínuas e isoladas não foi estatisticamente significativa.

Uma análise de similaridade na composição das espécies revelou que as matas são mais homogêneas entre si e a relação observada está de acordo com os grupos esperados (maior semelhança entre os ambientes contínuos e, depois, entre os isolados) do que nas áreas de cerrado. No cerrado, a composição das espécies variou bastante e os grupos formados pela análise de similaridade não seguem o que seria esperado pelo contraste isolamento/continuidade. Essa variação pode estar relacionada às grandes alterações ambientais provocadas por queimadas, muito frequentes nessa região no final do período da seca (agosto-setembro). Cinco das seis áreas de cerrado estudadas foram atingidas por incêndios durante o período de estudo, enquanto que as áreas de mata de galeria não chegaram a ser afetadas pelo fogo.

A despeito da incidência de queimadas, há uma variação na frequência de várias espécies ao longo do ano. Foram identificados, tanto para a mata de galeria quanto para o cerrado, quatro padrões sazonais: espécies migratórias que estão ausentes ou presentes em baixas densidades na maior parte do ano e apresentam um pico de maior atividade no início da estação chuvosa (por exemplo, *Elaenia cristata* no cerrado e *Vireo chivi* na mata de galeria); espécies que apresentam um pico no período de seca (*Cypsnagra hirundinacea* no cerrado e *Antilophia galeata* na mata de galeria); espécies que

apresentam picos no período de chuva (*Volatinia jacarina* no cerrado e *Hylocryptus rectirostris* na mata de galeria); e espécies que não apresentam um padrão claro de variação sazonal, apesar de muito abundantes ao longo do ano (por exemplo, *Suiriri suiriri* no cerrado e *Basileuterus hypoleucus* na mata de galeria).

Apesar da avifauna da região de Brasília ser bem conhecida, nenhum estudo anterior havia estimado a densidade de indivíduos para os ambientes de mata de galeria e cerrado. Com base na densidade média obtida por ambiente, foi calculado o tamanho mínimo de áreas para a proteção de populações para as 100 espécies mais comuns. Os resultados indicam que 3.195 e 3.505 ha poderiam ser assumidos como plataformas mínimas para a proteção das matas de galeria e do cerrado, respectivamente. Considerando que, na região de estudo, as matas de galeria correspondem a 12,1% da paisagem e o cerrado 52,8%, áreas de 26.405 ha e 6.638 ha poderiam ser consideradas como tamanhos mínimos para a criação de novas áreas protegidas para a mata de galeria ou para o cerrado sentido restrito, respectivamente.

INTRODUÇÃO

O Distrito Federal possui uma avifauna bastante diversificada (429 espécies registradas [Negret *et al.* 1984 *in* Rocha *et al.* 1994] que ocorrem em uma área de 5.814 km². Essa riqueza está relacionada a vários aspectos ambientais que caracterizam essa região. O Distrito Federal localiza-se no divisor de três das maiores bacias hidrográficas: a Platina, representada pelos rios Descoberto e São Bartolomeu; a Amazônica, representada pelo rio Maranhão; e a do São Francisco, representada pelo rio Preto (Rocha 1994). Em virtude dessa característica, a avifauna do Distrito Federal apresenta elementos de influência dos biomas vizinhos, especialmente a Amazônia e a Mata Atlântica. Silva (1995a) indica que a avifauna do Cerrado foi 'enriquecida' durante as flutuações climáticas do passado, com incursões de espécies florestais, especialmente via matas de galeria e florestas decíduas. Outro grande fator relacionado com a riqueza de espécies é relativo à existência de um grande número de fisionomias vegetais. Segundo Eiten (1994), estão presentes no Distrito Federal desde formações abertas, como campo limpo e campo rupestre, até áreas de cerradão, mata decídua e matas de galeria, o que confere ao Cerrado uma alta heterogeneidade ambiental.

Boa parte dos ambientes nativos encontram-se protegidos por expressivas unidades de conservação, várias delas localizadas bem próximas à cidade de Brasília. Entre as principais destacam-se o Parque Nacional de Brasília (30.000 ha), a Estação Ecológica de Águas Emendadas (10.500 ha), Reserva Ecológica do Jardim Botânico (4.500 ha), Fazenda Experimental Água Limpa-UnB (2.100 ha), a área Alfa da Marinha (aprox. 4.000 ha) e a Reserva do Roncador (1.360 ha) (Dias 1994). Em virtude da facilidade de acesso, vários estudos já foram desenvolvidos com a avifauna da região. Tais estudos envolveram aspectos gerais da composição da avifauna (Negret 1983, Lins 1994, Antas 1995, Tubelis 1997, Bagno 1998), frugivoria (Paes 1983), autoecologia de espécies (Alves 1988, Marini 1989), impactos do fogo sobre comunidades (Figueiredo 1991) e fragmentação de matas de galeria (Ferreira 1995). O número de estudos desenvolvidos nessa região pode ser considerado uma exceção para o Cerrado pois estima-se que mais de 70% da área do bioma ainda não foi minimamente inventariada (Silva 1995b).

Apesar dessa situação privilegiada, a ocupação humana na região avança a cada ano. As áreas urbanas e periurbanas (que incluem áreas de agricultura, pastagens, reflorestamentos) perfazem 61,6% da região de Brasília e seu entorno imediato. Apesar da ocupação da área ter sido mais expressiva a partir do final dos anos 50, quando a cidade de Brasília começou a ser construída, a expansão urbana tem sido mais intensa na última década sem que tivesse havido, contudo, um planejamento ordenado e racional dessa ocupação do espaço (Cordeiro 1994). Na região de Planaltina, na porção nordeste do Distrito Federal, Machado *et al.* (1998) estimaram que apenas no período de 1987 a 1996 a área urbana expandiu mais de 95%, sendo uma das principais ameaças à integridade da Estação Ecológica de Águas Emendadas.

Como consequência da expansão urbana, as áreas nativas vão se tornando cada vez mais isoladas e desconectadas de outros ambientes nativos semelhantes. A proximidade das áreas protegidas com a malha urbana traz, além do isolamento, impactos secundários que vão desde descaracterizações (retirada de lenha, deposição de lixo e entulhos) até a ocorrência de incêndios, sempre frequentes no final da época de seca.

A obtenção de dados das comunidades de aves que sobrevivem em áreas isoladas e sujeitas a constantes impactos é uma etapa importante para a conservação de ambientes nativos localizados próximos a áreas urbanas. Nenhum estudo realizado até o presente na região de Brasília enfocou uma caracterização dos ambientes de mata de galeria e cerrado com o intuito de obter parâmetros básicos sobre a composição, estrutura, variação sazonal e estimativas de densidade populacional das espécies da avifauna.

Com o isolamento das áreas nativas, ou seja, com a substituição da matriz de paisagem natural por outra antropogênica, é esperado que as áreas isoladas apresentem uma menor diversidade de espécies do que as áreas contínuas (áreas onde a paisagem natural tenha sido mantida). Dentro desse raciocínio, as comunidades de espécies presentes em áreas contínuas devem apresentar uma maior similaridade entre si do que entre essas e os fragmentos isolados e, da mesma forma, espera-se que as áreas isoladas guardem uma maior similaridade entre si do que com as áreas contínuas.

Assim, os objetivos deste estudo são a caracterização das espécies de aves existentes nos ambientes, contínuos e isolados, de mata de galeria e cerrado sentido restrito; a avaliação das variações na composição, abundância e densidade de indivíduos entre áreas contínuas e isoladas; e, com base em estimativas da densidade populacional de espécies de aves, propor tamanhos mínimos para a criação de novas áreas protegidas para a mata de galeria, para o cerrado sentido restrito ou para o mosaico de ambientes naturais que formam o Cerrado.

ÁREAS DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido no entorno da cidade de Brasília-DF (figura 1) durante um período de 12 meses (jul/98 a jun/99). A região está inserida dentro do bioma do Cerrado, um complexo composto por vários tipos vegetacionais que formam um mosaico com grande heterogeneidade espacial, quando comparado com outros biomas como a Mata Atlântica ou a Amazônia. Localmente existem desde áreas campestres (campo limpo, campo sujo e campo rupestre) até formações florestais (matas mesofíticas ou perenifólias, matas decíduais ou caducifólias). Incluem-se também na região, formações como as veredas (com presença da palmeira *Mauritia flexuosa*), campos úmidos e campos de murundus. Para maiores detalhes sobre essas formações ver Eiten (1972, 1994) ou Oliveira-Filho & Ratter (1995).

As áreas antrópicas são formadas por agricultura, pastagens, reflorestamentos e áreas urbanas com vários níveis de ocupação. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática - <http://www.ibge.gov.br>), a população da cidade de Brasília-DF era, em 1996, de 1.807.412 habitantes e vem crescendo a uma taxa média de 2,4% ao ano. Com base em uma imagem de satélite Landsat TM classificada (detalhes sobre o procedimento de classificação podem ser encontrados no capítulo 2), estima-se que as áreas urbanas com baixa ou alta densidade (áreas de moradia, centros comerciais, centros industriais, vias pavimentadas e represas) ocupam 34,6% da porção selecionada para este estudo (figura 1). As áreas nativas (matas, cerrados e campos) totalizam 38,4% do entorno de Brasília.

O clima predominante na região de estudos é do tipo tropical chuvoso (aWi segundo a classificação de Köppen), apresentando estações secas (entre os meses de maio a setembro) e chuvosas (entre os meses de outubro a março) bem marcadas (figura 2). A temperatura média anual é de 20,2 °C. Entre os anos de 1993 a 1999, as médias anuais para a precipitação total mensal, temperatura máxima, temperatura mínima e umidade relativa do ar foram 120,9mm (N=72, DP=117,41), 27.6 °C, (N=72, DP=1,55), 15.1 °C (N=72, DP=2,13) e 65,0% (N=72, DP=12,48), respectivamente. Durante o desenvolvimento do estudo, as médias desses parâmetros foram 84,3mm para a precipitação total mensal (N=12, DP=88,76), 28,4 °C (N=12, DP=1,55) para a média da temperatura máxima, 11,3 °C (N=12, DP=2,13) para a média da temperatura mínima e 46,7% (N=12, DP=12,48) para a média da mínima da umidade relativa do ar.

As áreas de estudo foram estabelecidas em dois tipos de ambientes nativos no entorno da cidade de Brasília: matas de galeria e cerrado. À exceção da área de amostragem localizada na mata do córrego da Saia Velha, todas as áreas localizam-se na microbacia do rio Paranoá, um afluente da margem direita do rio São Bartolomeu (bacia do São Francisco). O córrego da Saia Velha deságua diretamente no rio São Bartolomeu e também localiza-se em sua margem direita (figura 1).

Neste estudo, as áreas de amostragem foram agrupadas em dois grupos distintos: áreas contínuas, referentes àquelas áreas onde o mosaico natural do Cerrado foi preservado e os ambientes de mata ou cerrado possuem contato entre si; áreas isoladas, correspondentes àquelas áreas que se encontram inseridas na matriz urbana ou peri-urbana, sendo que não há o contato de um ambiente nativo com outro. Assim, tanto para a mata de galeria quanto para o cerrado sentido restrito, foram selecionadas seis áreas contínuas (três de mata de galeria e três de cerrado) e seis áreas isoladas (três de mata de galeria e três de cerrado)

Áreas de mata de galeria

A mata de galeria é um ambiente florestal (mata perenifólia ou mesofítica) que ocorre tipicamente ao longo dos cursos d'água Ribeiro & Walter (1998). A largura pode variar em função das características edáficas e topográficas, mas geralmente não ultrapassa os 100 m. É uma fisionomia com grande complexidade estrutural, existindo até três estratos diferenciados. O dossel pode atingir de 20 a 30 m de altura.

As matas de galeria são agrupadas em dois tipos: matas inundáveis ou não inundáveis, dependendo da topografia, drenagem do terreno ou da profundidade do lençol freático. Na região de estudo (figura 1), as matas de galeria representam 25,3% dos ambientes nativos existentes. Em condições normais, ou seja, em áreas com pouca ou nenhuma ocupação humana, as matas de galeria ocupam cerca de 12,1% da paisagem (ver Capítulo 2 - Resultados). Essa diferença é devida ao fato de que esse tipo de ambiente geralmente não é substituído por áreas antrópicas como são o campo e o cerrado, pois conta com um amparo legal à sua proteção (Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771 de 15/09/65). Os sítios de amostragem definidos nesse ambiente foram os seguintes (figura 1):

Mata de galeria do córrego Cabeça do Veado - essa mata localiza-se no Jardim Botânico do Distrito Federal (15°53'17"S, 47°50'46"W), uma reserva distrital com cerca de 2.000 ha. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 172 ha. A mata está em um razoável estado de conservação, existindo trechos bem conservados com alguns pontos mais descaracterizados. Em meados de 1997 parte da mata (fora da transeção estabelecida) foi atingida por um incêndio de menor intensidade. A área mais afetada por esse incêndio foi o cerrado existente em sua imediação. Estudos florísticos realizados nesse local (Azevedo *et al.* 1990) indicam *Piptocarpha macropodal* (Compositae), *Maprounea guianensis* (Euphorbiaceae) e *Salacia elliptica* (Hippocrateaceae) como sendo as espécies mais comuns. A riqueza de plantas de porte arbóreo encontrada por esses autores foi de 47 espécies. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio das espécies arbóreas (medido à altura do peito) de 13,8 cm (N=20, DP=3,7), altura média do dossel de 17,2 m (N=20, DP=2,0). Neste trabalho essa área será designada como MJBT e pertence ao grupo de matas contínuas.

Mata de galeria do córrego do Monjolo - essa mata localiza-se na Reserva do Roncador (15°55'4"S, 47°53'11"W), uma unidade de conservação administrada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A reserva possui 1,360 ha, sendo composta por formações de cerrado (campo sujo, cerrado), veredas e mata de galeria. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 241 ha e está em bom estado de conservação. Estudo florístico realizado por Silva Jr. (1995) indicou a presença de 80 espécies de porte arbóreo, sendo *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), *Cryptocarya aschersoniana* (Lauraceae) e *Licania apetala* (Chryobalanaceae) foram as árvores mais abundantes. Entretanto, considerando-se a dominância em termos da área ocupada, as espécies *Copaifera langsdorffii* (Cesalpinioideae), *L. apetala* e *Aspidosperma subincanum* (Apocynaceae) foram as mais importantes. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio (DAP) de 18,2 cm (N=20, DP=5,7), altura média do dossel de 17,9 m (N=20, DP=2,7). Neste trabalho essa área será designada como MIBG e pertence ao grupo de matas contínuas.

Mata de galeria do córrego da Saia Velha - essa mata localiza-se ao longo do córrego da Saia Velha (16°01'23"S, 45°57'10"W), afluente direito do rio São Bartolomeu. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 243 ha, faz parte de uma reserva pertencente ao Ministério da Marinha e é administrada pelo Centro de Instrução e Adestramento de Brasília-CIAB. A reserva da Marinha possui o tamanho aproximado de 5.600 ha. A mata de galeria encontra-se em bom estado de conservação embora seja intensamente utilizada para treinamento de marinheiros e realização de manobras militares. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio (DAP) de 20,1 cm (N=20, DP=3,4), altura média do dossel de 20,1 m (N=20, DP=7,2). Neste trabalho essa área será designada como MMAR e pertence ao grupo de matas contínuas.

Mata de galeria do córrego do Riacho Fundo (cabeceira do córrego) - essa mata não alagada localiza-se na Fazenda Sucupira (15°54'24"S, 48°00'35"W), uma área de 1.763 ha. de propriedade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 268 ha. A fazenda é formada por diversos ambientes como pastagens, áreas de plantio, pomares, cerrados, campo rupestre, matas de galeria e matas secas (caducifólias ou decidual). As altitudes variam entre 1.050 e 1.250 m. Estudos florísticos desenvolvidos recentemente nesse sítio (Walter & Sampaio 1998) apontam *Metopoea stipularis* (Rutaceae), *Cheiloclinum cognatum* (Hippocrateaceae) e *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinaceae) como sendo as espécies arbóreas dominantes. A riqueza de plantas foi estimada em 333 espécies para as áreas de

mata da Fazenda Sucupira e a densidade de plantas arbóreas pode atingir 150 ind./ha. (Walter & Sampaio 1998). Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio (DAP) de 18,5 cm (N=20, DP=6,9), altura média do dossel de 20,0 m (N=20, DP=3,5). Nesse trabalho esse sítio será denominado MEMB e pertence ao grupo de matas isoladas.

Mata de galeria do córrego do Riacho Fundo (baixo córrego) - essa área localiza-se no Santuário de Vida Silvestre do Zoológico de Brasília (15°51'33"S, 47°56'32"W), de propriedade da Fundação Zoológico de Brasília. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 326 ha. A mata é sazonalmente alagada e seu estado de conservação é muito precário. O estrato herbáceo é bastante esparsos e os demais estratos não variam muito ao longo da mata, existindo trechos secundários e com grande presença de lianas. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 12,3 cm (N=20, DP=4,7), altura média do dossel de 13,4 m (N=20, DP=3,5). Nesse trabalho esse sítio será denominado MZOO e pertence ao grupo de matas isoladas.

Mata de galeria do córrego Cedro - essa área localiza-se em um bairro residencial no sudoeste da cidade de Brasília (15°55'43"S, 47°56'56"W), seguindo o córrego do Cedro (figura 1). A mata é do tipo alagada e o solo fica permanentemente encharcado, mesmo no período de seca. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 94 ha. O estado de conservação da mata é muito precário especialmente em relação ao sub-bosque. Predominam no local espécies do gênero *Xylopia* (Annonaceae), *Cecropia* (Cecropiaceae) e *Euterpe* (Palmae). Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 11,1 cm (N=20, DP=3,4), altura média do dossel de 13,0 m (N=20, DP=2,5). Nesse trabalho esse sítio será denominado MVBT e pertence ao grupo de matas isoladas.

Áreas de cerrado sentido restrito

Para o ambiente de cerrado (sentido restrito) foram definidos seis sítios de amostragem (figura 1). Neste estudo, o termo 'cerrado' será referido à formação vegetal correspondente ao cerrado sentido restrito, terminologia utilizada por Ribeiro & Walter (1998). O cerrado pode ser caracterizado como uma formação savânica aberta (*woodland savana*) onde a cobertura vegetal está entre 50-70% segundo Ribeiro & Walter (1998). O estrato inferior é coberto por gramíneas e diversas espécies de porte herbáceo. O dossel pode atingir altura de 3 a 6 m, na média, ou 10 m para as espécies emergentes. Análises realizadas com imagens do satélite LandSat TM (obtidas em outubro de 1996) indicam que este tipo de fisionomia representa, na região de estudo, cerca de 52,8% das áreas nativas existentes.

Cerrado do Jardim Botânico - essa área localiza-se no Jardim Botânico de Brasília (15°55'05"S, 47°50'07"W), próximo à divisa com a Reserva do Roncador - IBGE (figura 1). É uma área bem conservada sendo que não há indícios da incidência de queimadas recentes. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 589 ha. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 7,7 cm (N=20, DP=1,1), altura média do dossel de 4,0 m (N=20, DP=1,8). Nesse trabalho esse sítio será denominado CJBT e pertence ao grupo de cerrados contínuos.

Cerrado da Reserva do Roncador - IBGE - esta área localiza-se no interflúvio de dois afluentes do córrego do Monjolo (figura 1), nas adjacências da mata MIBG (15°55'59"S, 47°53'28"W). Trata-se de um cerrado bastante típico onde predominam as espécies *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae), *Eugenia dysenterica*, *Qualea grandiflora* e *Q. parviflora* (Vochysiaceae) (Negret, 1983). Não existem indícios de fogo recente no local amostrado. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 2.206 ha. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 8,2 cm (N=20, DP=1,9), altura média do dossel de 4,3 m (N=20, DP=1,6). Nesse trabalho esse sítio será denominado CIBG e pertence ao grupo de cerrados contínuos.

Cerrado adjacente ao córrego da Saia Velha - esta área pertence ao Ministério da Marinha e localiza-se na área protegida do Centro de Instrução e Adestramento de Brasília-CIAB (16°01'23"S, 47°57'44"W). Trata-se de um cerrado que às vezes é permeado por um cerrado mais ralo. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 544 ha. Predominam no local espécies como *Qualea* sp. (Vochysiaceae), *Stryphnodendron* sp. (Leguminosae) e palmeiras do gênero *Syagrus* (Palmae). Em meados de setembro de 1998, a área sofreu um incêndio que atingiu parcialmente a transeção de amostragem. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 8,7 cm (N=20, DP=1,7), altura média do dossel de 4,1 m (N=20, DP=1,3). Nesse trabalho esse sítio será denominado CMAR e pertence ao grupo de cerrados contínuos.

Cerrado da Fazenda Sucupira - esta área pertence à EMBRAPA e localiza-se na fazenda Sucupira (15°55'45"S, 48°01'25"W), nas proximidades da mata MEMB. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 166 ha. Estudos realizados por Walter & Sampaio (1998) indicam que a riqueza de espécies para esse ambiente é de 183 espécies, entre plantas de porte arbóreo e arbustivo. Entre as espécies mais comuns do local citam-se *Annona crassiflora* (Annonaceae), *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) e *Salvertia convallariaeodora* (Vochysiaceae). Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 8,8 cm (N=20, DP=1,6), altura média do dossel de 4,7 m (N=20, DP=1,2). Nesse trabalho esse sítio será denominado CEMB e pertence ao grupo de cerrados isolados.

Cerrado do Jóquei-club - esta área localiza-se nas adjacências do Jóquei-club de Brasília, (15°48'24"S, 47°59'348"W), na porção oeste da cidade de Brasília (figura 2). O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 126 ha. O estado de conservação deste cerrado é muito precário pois existem depósitos clandestinos de lixo às margens das vias de acesso ao local. No mês de junho de 1999 a área sofreu um pequeno incêndio e tornou a queimar em agosto do mesmo ano. Essas duas queimadas atingiram parcialmente um trecho da transeção de amostragem. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 6,2 cm (N=20, DP=1,7), altura média do dossel de 2,7 m (N=20, DP=0,4). Nesse trabalho esse sítio será denominado CJOQ e pertence ao grupo de cerrados isolados.

Cerrado da Infraero - esta área localiza-se nas adjacências do Aeroporto Internacional de Brasília, ao sul da cidade de Brasília (15°52'35"S, 47°56'41"W). O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 410 ha. Apesar de ser um remanescente de cerrado muito alterado, o porte das espécies arbóreas remanescentes indica que a área era uma mosaico formado por cerradão e cerrado sentido restrito. São comuns no local árvores como *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), *Vochysia tucanorum* (Vochysiaceae) e palmeiras do gênero *Syagrus* (Palmae). Em meados de

julho/98 a área sofreu uma queimada, sendo que parte da transeção foi atingida pelo fogo. Medidas obtidas localmente indicam um diâmetro médio à altura do peito de 14,5 cm (N=20, DP=4,4), altura média do dossel de 5,5 m (N=20, DP=1,4). Nesse trabalho esse sítio será denominado CINF e pertence ao grupo de cerrados isolados.

MÉTODOS

Estimativas de riqueza, abundância e densidade de aves

Para a obtenção dos parâmetros de riqueza de espécies, abundância relativa de indivíduos e densidade populacional nas áreas de amostragem foi escolhido o método de amostragem por transeções de largura fixa. Esse método permite amostragens de áreas extensas, quando comparado com outros métodos como pontos (raio fixo ou variável) ou mapa de marcação (*spot map*). Segundo Franzreb (1981), alguns pressupostos devem ser considerados quando estimativas de densidades são realizadas a partir desse método (transeções de largura fixa). Entre os principais destacam-se: (1) os indivíduos amostrados distribuem-se homogeneamente ou aleatoriamente ao longo da transeção; (2) a probabilidade de se observar um indivíduo diminui com a distância da ave ao observador ou permanece constante até um determinado valor e depois decresce rapidamente; (3) o comportamento das aves não será alterado em função da presença do observador e (4) nenhum indivíduo será contado mais de uma vez durante a transeção. Comparações sobre a eficiência de diferentes métodos na amostragem de aves podem ser obtidas em Edwards *et al.* (1981), Franzreb (1981), Hinls (1981), Verner & Ritter (1988) e Venable & Ritter (1985).

Foi realizada uma contagem de todos os indivíduos observados dentro da faixa fixa de amostragem, desconsiderando-se a detectabilidade das espécies ou a distância em relação ao observador. Com isto, foi assumido que a detectabilidade era constante dentro da largura considerada nas transeções. Para efeitos comparativos, o método escolhido foi utilizado tanto para a mata de galeria quanto para o cerrado.

Foram estabelecidas 12 transeções (uma em cada área de amostragem) com o comprimento de 500 m e largura de 50 m (25 m nas laterais), o que corresponde a uma área de 25.000 m² ou 2,5 ha. Os estudos foram desenvolvidos entre os meses de julho de 1998 a junho de 1999, período no qual cada transeção foi percorrida uma vez por mês na parte da manhã. As atividades de observação foram iniciadas 30 min após o nascer do sol e tiveram a duração de 60 min. Nenhuma transeção foi percorrida caso as condições do tempo não estivessem favoráveis (tempo estável, sem chuva e com pouco vento).

As transeções foram percorridas sempre em um mesmo sentido, uma única vez a cada mês e com uma velocidade média que permitisse que a distância estabelecida fosse percorrida dentro do tempo definido. Este procedimento objetivou minimizar a possibilidade de contagem de um mesmo indivíduo mais de uma vez dentro do período de amostragem da transeção. O esforço de amostragem empreendido totalizou 12 transeções por área ou 72 para o ambiente de mata de galeria e 72 para o cerrado. Todas as espécies de aves observadas foram anotadas mas somente aquelas detectadas dentro da faixa de amostragem foram consideradas nas análises estatísticas. Espécies que estivessem sobrevoando as transeções ou vistas após o término do tempo de amostragem eram registradas somente para efeitos da composição da lista de aves de cada área.

Os registros de campo envolveram nome científico da ave, número de indivíduos observados e estrato da vegetação ocupado: inferior (para alturas equivalentes ao estrato arbustivo da vegetação), médio (para alturas equivalentes ao intervalo entre o estrato arbustivo e a porção inferior da copa das árvores) e superior (correspondente ao dossel da

vegetação). A lista de espécies apresentada (anexo 3) segue a nomenclatura e a ordem filogenética dadas por Sick (1997).

Análises estatísticas

Com base nos resultados obtidos durante as transeções realizadas, foi elaborada uma lista de espécies para cada área de amostragem. Uma análise de agrupamentos (método UPGMA - *unweighted pair-group average* e distância euclidiana de dissimilaridade para união dos *clusters*) foi utilizada para verificar a semelhança na composição das espécies entre as áreas. Uma matriz de similaridade, baseada no índice de Sorensen (Magurran 1988), foi utilizada para construção de um dendrograma com os agrupamentos formados para as áreas.

As frequências acumuladas das aves observadas nas áreas contínuas e isoladas e entre estações de seca e chuva foram comparadas com o teste do X^2 , sendo analisadas todas as espécies com $N \geq 20$. Estimativas da densidade de cada espécie registrada nos ambientes de mata de galeria e no cerrado foram obtidas utilizando-se a frequência observada nas 12 transeções em cada área. O cálculo foi realizado dividindo-se o número de indivíduos observados em uma transeção pela área da transeção ($D=N/(L \times C)$, onde D =densidade, N =número de indivíduos observados, L =largura da transeção e C =comprimento da transeção). Diferenças na riqueza e densidade entre áreas isoladas e áreas contínuas foram verificadas por meio do teste t (Zar 1984).

Todas as espécies com $N \geq 20$ foram classificadas em termos de sua abundância relativa dentro da comunidade, guilda trófica, tamanho da área de distribuição e dependência de ambientes florestais (baseado em Silva [1995a]). Para representar a abundância relativa das espécies, foi utilizada uma escala discreta de 1 a 3, correspondendo às espécies pouco abundantes (classe 1) até muito abundantes (classe 3). Para a classificação em função de guildas tróficas, foram utilizadas as classes de frugívoras, insetívoras, carnívoras, piscívoras e onívoras. A classificação das espécies foi baseada em Sick (1997) e Bagno (1998). Para verificar como as comunidades de aves estão estruturadas nas áreas contínuas e isoladas da região de estudo, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) com o conjunto de variáveis selecionadas para caracterizar as comunidades (tabela 6). Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para verificar se a média dos escores obtidos no primeiro componente diferem entre áreas isoladas e contínuas (fatores utilizados).

O tipo de distribuição dos dados (normal ou não normal) foi avaliado com o teste estatístico de Shapiro-Wilk's (Zar 1984) e análises paramétricas ou não-paramétricas foram utilizadas conforme o caso. Todas as diferenças observadas nos testes realizados foram consideradas estatisticamente significativas para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Riqueza de espécies

De acordo com os estudos de campo, foram registradas 231 espécies de aves para todas as áreas amostradas. Esse total corresponde a 53.8% da avifauna registrada no Distrito Federal (Negret 1983). O ambiente de mata de galeria apresentou uma riqueza maior (131 espécies) do que o cerrado (97 espécies) (tabela 1). Dentre as áreas de mata de galeria amostradas, MMAR foi aquela que apresentou a maior riqueza geral (115 espécies) e nas transeções (90 espécies), seguida da MZOO (110 e 76 espécies, respectivamente). A área de mata com menor riqueza foi MVBT com 60 espécies, uma diversidade muito próxima da MEMB e MJBT (tabela 1). Entre as áreas de cerrado, a área CIBG foi aquela que apresentou a maior riqueza de espécies (57 nas transeções e 97 espécies para todas as visitas a campo). As demais áreas apresentaram uma riqueza semelhante à exceção da área CINF, que apresentou a menor riqueza nas transeções e no número total de registros obtidos (tabela 1). A área com menor riqueza geral de espécies foi o CJOQ, com 65 espécies (tabela 1).

As curvas cumulativas referentes aos acréscimos de espécies em função do tempo apresentaram um ligeira tendência à estabilização, embora seja observado um equilíbrio entre os sítios de amostragem. As áreas de cerrado CJBT, CEMB e CINF foram aquelas que apresentaram pouco ou nenhum acréscimo nos meses finais dos trabalhos de campo, enquanto que CIBG, CMAR e CJOQ ainda mostraram um discreto crescimento (figuras 3 e 4). A maioria das áreas de mata (MMAR, MJBT, MIBG e MEMB) (figuras 5 e 6) apresentou uma tendência à estabilização na curva cumulativa de espécies. Apenas as áreas MZOO e MVBT mostraram um pequeno aumento no número de espécies observadas.

Segundo os dados obtidos pelas transeções, a riqueza média de espécies observadas nas transeções foi maior nas matas contínuas do que nas matas isoladas ($t=3.89$, $p<0,05$). A abundância de indivíduos foi significativamente maior nas matas contínuas (média de 66,7 ind./transeção) do que nas matas isoladas (média de 56,7 ind./transeção) ($t=2.22$, $p<0,05$). Entretanto, nas comparações entre os períodos de seca e chuva, não foram observadas diferenças significativas na riqueza ($t=0.818$, $p>0,05$) e na abundância de espécies ($t=0,581$, $p>0,05$) entre matas contínuas e isoladas.

No cerrado não foram observadas diferenças no número médio de espécies por transeção entre áreas contínuas e isoladas ($t=1,19$, $p>0,05$) e nem para a abundância de indivíduos ($t=1,21$, $p>0,05$). As médias de riqueza de espécies e abundância de indivíduos também não diferiam significativamente entre as estações de seca e chuva no ambiente de cerrado ($t=0,37$, $p>0,05$ para a riqueza; $t=0,53$, $p>0,05$ para a abundância).

A análise de grupamentos realizada indicou que as comunidades de aves do cerrado e da mata de galeria são bastante distintas (figura 7): áreas de mata e áreas de cerrado. Um outro aspecto evidenciado por essa análise foi que o ambiente de matas de galeria é mais previsível do que o cerrado relativamente à semelhança na composição das espécies. Foram formados dois grupos de áreas para as matas de galeria: MJBT, MIBG, MMAR e MEMB para o primeiro grupo e MZOO e MVBT no segundo (figura 7). Esses grupamentos seguem basicamente o que seria esperado para a relação na similaridade

entre essas áreas, ou seja, áreas contínuas apresentaram uma maior semelhança entre si do que as áreas isoladas. Contrariamente, não foi observada a mesma relação para o cerrado. As áreas mais semelhantes entre si foram CEMB (cerrado isolado) e CMAR (contínuo), seguido do grupo CINF (isolado) e CIBG (contínuo), CJOQ (isolado) e, finalmente, CJBT (contínuo).

As espécies dominantes variaram de um local a outro sendo que, de uma forma geral, as mais abundantes no ambiente de cerrado foram *Volatinia jacarina*, *Elaenia chiriquensis*, *E. cristata* e *Suiriri suiriri* (tabela 2). No caso da mata de galeria, as espécies mais frequentes foram *Basileuterus hypoleucus*, *Herpsilochmus atricapillus* e *Tangara cayana* (tabela 3). Entre as espécies mais frequentes nas transeções (52 espécies), 22 não apresentaram preferências por áreas contínuas ou isoladas, 17 ocorreram preferencialmente no conjunto de áreas contínuas (MJBT, MIBG e MMAR) e 13 nas áreas isoladas (MEMB, MZOO e MVBT) (tabela 3).

Variação sazonal na abundância das espécies

As variações na abundância entre os períodos de seca e chuva foram marcantes para algumas espécies, tendo sido identificados diferentes padrões de atividade anual (figuras 8 a 16). Para o ambiente de cerrado, as espécies que apresentaram uma maior abundância no período da seca (tabela 4) foram *Camptostoma obsoletum* ($X^2=11,130$, $p<0,05$), *Cypsnagra hirundinacea* ($X^2=6,868$, $p<0,05$) e *Cyanocorax cristatellus* ($X^2=6,530$, $p<0,05$). As espécies que apresentaram uma maior abundância no período de chuva para o cerrado foram *Volatinia jacarina* ($X^2=121,797$, $p<0,05$), *Elaenia cristata* ($X^2=71,524$, $p<0,05$), *Ammodramus humeralis* ($X^2=22,866$, $p<0,05$), *Amazona aestiva* ($X^2=4,121$, $p<0,05$) e *Myiarchus tyrannulus* ($X^2=6,000$, $p<0,05$). As espécies que ocorreram preferencialmente no período de seca na mata de galeria (tabela 5) foram *Hemithraupis guira* ($X^2=6,480$, $p<0,05$), *Turdus leucomelas* ($X^2=6,545$, $p<0,05$), *Antilophia galeata* ($X^2=11,107$, $p<0,05$), *Tricothraupis melanops* ($X^2=10,964$, $p<0,05$), *Tersina viridis* ($X^2=8,642$, $p<0,05$), *Turdus subalaris* ($X^2=15,695$, $p<0,05$) e *Leptopogon amaurocephalus* ($X^2=6,533$, $p<0,05$).

Ao longo do ano, várias espécies apresentaram uma significativa variação na abundância, sendo reconhecidos quatro padrões sazonais, coincidentes para o cerrado e para a mata de galeria. O primeiro refere-se àquelas espécies que apresentaram um pico de abundância no período de seca, entre os meses de março a setembro. Exemplos de espécies que se enquadram nessa categoria são *Camptostoma obsoletum* e *Cypsnagra hirundinacea* para o cerrado (figura 8) e *Antilophia galeata* para a mata de galeria (figura 9). Um segundo padrão, inverso ao primeiro, refere-se às espécies que apresentaram um pico de abundância no período da chuva, entre os meses de outubro a abril. Nessa categoria citam-se *Volatinia jacarina* para o cerrado (figura 10) e *Hylocryptus rectirostris* para a mata de galeria (figura 11). Um terceiro padrão observado refere-se às espécies que apresentam nítidos movimentos de migração, estando ausentes ou com baixa abundância na maior parte do ano e apresentam um pico elevado em outras épocas. Para o cerrado citam-se *Elaenia chiriquensis* e *E. cristata* (figura 12) e para a mata de galeria citam-se *Vireo chivi* (figura 13) e *Turdus subalaris* (figura 14). Essa última foi registrada somente em quatro meses do ano (julho a outubro). Por fim, uma última categoria é

formada pelas espécies que não apresentam nenhuma variação significativa na abundância ao longo do ano. Citam-se como exemplos *Columba picazuro* (figura 15) para o ambiente de cerrado e *Basileuterus hypoleucus* (figura 16) para a mata de galeria.

Estrutura das comunidades

A classificação das espécies com base nos critérios biológicos definidos (tabela 6), indicou haver diferenças na composição das aves nas áreas contínuas e isoladas. Entre as espécies que apresentaram diferenças significativas para áreas isoladas e contínuas (tabelas 4 e 5), foram selecionadas 18 espécies para o cerrado e 27 espécies para a mata de galeria. Cada uma das espécies foi classificada em função desses critérios (tabelas 6, 7 e 8) e o resultado indicou que, no cerrado (tabela 9), a assembléia é constituída por espécies, em sua maioria, insetívoras (61,2%), com nenhuma dependência de ambientes florestais (83,3%), restritas a poucos ambientes (55,6%), com indivíduos ocorrendo solitariamente (44,4%) e com populações pouco abundantes tanto em áreas isoladas (72,3%) quanto em áreas contínuas (66,7%). Para o ambiente de mata de galeria, a classificação das espécies (tabela 9) indicou que a maioria é insetívora (59,2%), com grande dependência de ambientes florestais (51,9%), restritas a 1 (37,0%) ou 2 ambientes (37,0%), com ocorrência aos pares (55,5%) e com populações pouco abundantes tanto em áreas isoladas (55,6%) quanto em áreas contínuas (74,0%).

Comparando-se as variações das classes de espécies entre as áreas contínuas e isoladas, observa-se que, nas matas, houve uma redução total das espécies frugívoras e redução das espécies dependentes de ambientes florestais, restritas a um ou dois ambientes, espécies que ocorrem aos pares, espécies com populações abundantes nas áreas contínuas e pouco abundantes nas áreas isoladas (tabela 9). No caso do cerrado, as espécies frugívoras também foram muito menos abundantes nas áreas isoladas que nas áreas contínuas. Foi observado um ligeiro aumento, para as áreas isoladas, nas espécies com nenhuma dependência de ambientes florestais, nas espécies que ocorrem em vários ambientes (generalistas), nas espécies que ocorrem aos bandos e um aumento das espécies pouco abundantes em áreas isoladas (tabela 9).

A análise de componentes principais sumariza os resultados encontrados. No cerrado, os três primeiros componentes gerados englobam 71,8% da variância do conjunto de dados utilizados (tabela 10). A variável DIETA (que representa as guildas tróficas) foi aquela que apresentou maior correlação com o primeiro componente gerado (tabela 11) e as demais apresentaram baixa correlação. A média dos escores do primeiro componente não diferiu significativamente entre áreas contínuas e isoladas de cerrado ($H_{1,18}=1,335, p>0,05$) (figura 17). Para a mata de galeria, a análise realizada indicou que os três primeiros componentes gerados englobam 82,1% da variância do conjunto de dados (tabela 12). As variáveis DEPEN (dependência de ambientes florestais) e AMB (número de ambientes ocupados) foram aquelas que apresentaram maior correlação com o primeiro componente, enquanto que SOCIA (tipo de comportamento social) e POPI (abundância de indivíduos em áreas isoladas) apresentaram maior correlação com o segundo componente. O valor médio dos escores gerados pelo primeiro componente para as áreas contínuas e isoladas de mata de galeria foi estatisticamente significativo ($H_{1,27}=5,001, p<0,05$) (figura 18).

Estimativas de densidade populacional

De acordo com as transeções realizadas nas áreas de cerrado, a densidade máxima observada foi de 1,6 ind./ha para *Volatinia jacarina*, o que corresponderia a cerca de 63 ind./40 ha (tabela 14). No ambiente de mata de galeria, *Basileuterus hypoleucus* apresentou uma densidade média de 2,4 ind./ha ou cerca de 95 ind./40 ha (tabela 15).

Considerando apenas as espécies de aves com densidade igual ou superior a 0,1 ind./ha no ambiente do cerrado (37 espécies - tabela 14) e assumindo um tamanho efetivo de 500 indivíduos como parâmetro mínimo para manutenção de populações, foi calculada em 3.505 ha a área média necessária para viabilizar a manutenção dessas espécies a longo prazo. Para o ambiente de mata foi considerado um total de 69 espécies (tabela 15) e, assumindo-se o mesmo o critério citado acima, a área média para a manutenção das espécies nesse ambiente seria de 3.195 ha.

As estimativas realizadas com base em imagens de satélite obtidas na região de Brasília, indicam que o cerrado (sentido restrito) representa 52,8% das áreas nativas em uma paisagem próxima ao natural (pouco alterada) e as matas de galeria representam 12,1% da paisagem. Extrapolando-se os valores obtidos para a área média calculada para o cerrado e para a mata de galeria, estima-se que a proteção de um mosaico de ambientes de Cerrado (sentido amplo), com base nos dados do cerrado sentido restrito seria de 6.638 ha ou, com base nos dados da mata de galeria, 26.405 ha.

DISCUSSÃO

Comunidades de aves do cerrado e da mata de galeria

Estudos voltados para o levantamento da avifauna em diversas regiões do Cerrado indicam que localmente a riqueza de espécies pode ser muito expressiva. Sick (1955) indicou a ocorrência de 245 espécies na região do Mato Grosso. Fry (1970), também no estado do Mato Grosso, registrou 263 espécies de aves. Silva & Oniki (1988) apontaram a existência de 233 espécies na Estação Ecológica Serra das Araras, em Mato Grosso. Antas (1995) registrou 262 espécies no Parque Nacional de Brasília, no Distrito Federal. Mais recentemente, Bagno (1998) indicou a presença de 287 espécies de aves na Estação Ecológica de Águas Emendadas, no Distrito Federal. Este estudo, embora tenha sido desenvolvido em apenas duas fisionomias (cerrado sentido restrito e mata de galeria) e somente no período diurno, indicou a existência de 231 espécies de aves.

A diversidade de ambientes do Cerrado é um dos principais aspectos relacionados com a riqueza de aves pois diferentes comunidades podem coexistir localmente (Negret 1983, Cavalcanti 1988, Rocha *et al.* 1994). O Cerrado é um bioma formado por várias formações vegetais (abertas, semi-abertas e florestais) que se alternam na paisagem (Eiten 1972, 1994) e constituem um mosaico de ecossistemas. Tubelis (1997), conduziu um estudo das comunidades de aves associadas às formações de Cerrado (englobando um gradiente a partir de áreas de campo até cerrado sentido restrito) e concluiu que tanto a riqueza de espécies quanto a abundância de indivíduos estão diretamente relacionadas com a variação do nível de estruturação das fisionomias vegetais. A mata de galeria é, na região de estudos, o ambiente que possui a maior riqueza de espécies. A grande estruturação da vegetação das matas de galeria tem sido um dos motivos utilizados para explicar a existência da maior riqueza de espécies de aves nesse ambiente do que no cerrado (Negret 1983, Lins 1994, Ferreira 1995, Antas 1999).

A avifauna, conforme descrito neste trabalho, está bastante associada às principais fisionomias do Cerrado (cerrado sentido restrito e mata de galeria), havendo alguma interação entre as espécies desses ecossistemas. Negret (1983) conduziu um estudo sobre a avifauna da Reserva do Roncador (onde localizam-se as áreas MIBG e CIBG deste estudo) em diversas fisionomias do Cerrado e na mata de galeria. Seus resultados indicaram que a riqueza de espécies varia de acordo com o tipo de vegetação, sendo a mata de galeria, como também no presente estudo, o ambiente que abriga o maior número de espécies. Negret (1983) e Cavalcanti (1990) também indicam que espécies da mata de galeria podem realizar incursões nos ambientes não florestais adjacentes. Lins (1994) determinou que algumas espécies típicas do Cerrado (por exemplo, *Elaenia chiriquensis* e *E. cristata*) podem ocorrer na área de contato da mata de galeria com o cerrado adjacente. Entretanto, espécies do cerrado não chegam a penetrar no ambiente de mata de galeria. Das 98 espécies de aves que apresentaram mais de 10 registros ao longo desse estudo, 33 espécies (33,6%) são comuns ao cerrado e à mata. Dessas, quatro espécies (*Amazona aestiva*, *Colibri serrirostris*, *Eupetomena macroura* e *Thraupis palmarum*) são mais associadas ao cerrado e obtiveram não mais do que 10% dos seus registros na mata. Por outro lado, apenas duas espécies que são mais associadas ao ambiente de mata (*Amazona amazonica* e *Elaenia flavogaster*) apresentam uma abundância superior a 10% dos registros no cerrado. As demais espécies (*Buteo magnirostris*, *Eupetomena macroura* e *Stelgidopteryx ruficollis*) não estão associadas nenhuma fisionomia em particular. Antas

(1999) também indicou a existência de uma baixa interatividade entre as espécies de mata e de cerrado pois não registrou nenhuma espécie típica de cerrado nas áreas de mata de galeria.

Aparentemente, a interação dessas comunidades ocorre em uma estreita faixa no contato entre a mata e o cerrado. Lins (1994) indicou existir uma comunidade de borda de mata, ambiente que seria representado pelo contato da mata de galeria e o cerrado. De acordo com a autora, tal comunidade (constituída de 63 espécies), ocupa uma faixa estreita de cinco metros de largura e é composta tanto por espécies da mata (44 espécies) quanto por aves do cerrado (47 espécies).

Movimentações locais da avifauna

A avifauna detectada tanto no cerrado quanto na mata de galeria comporta-se de maneira semelhante em relação ao regime climático da região. No Distrito Federal há, ao longo do ano, uma forte variação na precipitação anual e na umidade relativa do ar e tal variação é acompanhada pelas aves. Espécies migratórias, que estão ausentes ou com baixa abundância na maior parte do ano e aumentam significativamente em determinadas épocas, foram registradas tanto para o cerrado sentido restrito quanto para a mata de galeria.

As atividades de migração das aves do Cerrado ainda não são muito claras. São reconhecidos dois grandes padrões de migração: aves que passam pelo bioma e aves que usam o Cerrado como área de invernada (Negret 1983, Antas 1999). Silva (1995a) indica que podem ser identificadas pelo menos 46 espécies de aves que possuem origem externa ao Cerrado (26 espécies oriundas da América do Norte, 12 oriundas do sul da América do Sul e 8 são migrantes altitudinais do sudeste brasileiro). O mesmo autor lista 32 espécies que não têm um status definido quanto ao padrão de migração, podendo haver outros padrões migratórios dentro do Cerrado (Antas 1999).

Neste estudo foram identificados quatro padrões na variação sazonal das espécies em relação à abundância de indivíduos, padrões esses que se aplicam tanto para o cerrado quanto para a mata de galeria. A maior parte da avifauna não apresentou nenhuma variação significativa na abundância anual e nesse grupo enquadram-se as espécies residentes que são detectáveis em todas as épocas do ano. Um segundo padrão refere-se às espécies que são mais abundantes no período de seca, mas uma pequena parcela da população pode ser registrada na maior parte do ano. No extremo oposto há um grupo de espécies que são abundantes no período chuvoso mas também podem ou não ser detectadas ao longo do ano. Um quarto padrão pode ser identificado e refere-se às espécies que utilizam o Cerrado apenas como ponto de passagem nas migrações entre regiões distantes e permanecem na região de Brasília por poucos meses. Os dados permitiram apenas a identificação de uma espécie (*Turdus subalaris*) cuja população reside na maior parte do ano no sul do Brasil e migra durante o inverno para regiões setentrionais (Sick 1997). Devido ao pequeno período que passa em Brasília, parece ser provável que a espécie não nidifique nessa região. O limite de sua área de reprodução não é bem conhecido (Ridgely & Tudor 1989).

Além da movimentação anual de uma parte das comunidades de cerrado e mata de galeria, provocada pelas alterações climáticas, outro tipo de movimentação ocorre localmente. O cerrado sentido restrito, além de ambientes de formação aberta (campo limpo, campo sujo, cerrado ralo), está sujeito à incidência de queimadas que são muito freqüentes no período de seca, especialmente entre os meses de julho a setembro. Mesmo considerando-se tempos mais remotos, o fogo aparentemente sempre esteve presente no Cerrado. Estudos realizados por Vicentini (1999) indicam que no período de 18.000 até a presente data, os incêndios ocorreram com certa regularidade no Cerrado. O maior intervalo observado pela autora em estudos sobre a composição palinológica de duas áreas do Cerrado (Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros-GO e Lago Feia, próximo à Estação Ecológica de Águas Emendadas-DF) foi de 33 a 41 anos e os menores intervalos foram de 8 anos entre queimadas.

Cinco dos seis cerrados amostrados foram atingidos por queimadas de diferentes proporções durante a realização deste estudo. Tais queimadas atingiram inclusive áreas protegidas e fiscalizadas como o Jardim Botânico de Brasília e a Reserva da Marinha. A ocorrência de incêndios no Cerrado provoca uma profunda alteração na disponibilidade de recursos alimentares para as aves, embora existam espécies que procuram ativamente os locais incendiados. Antas (1999) aponta *Sicalis citrina* como uma das espécies que aproveitam a regeneração após a incidência de queimadas. Cavalcanti (1988) indica *Lepidocolaptes angustirostris*, *Suiriri suiriri* e *Neothraupis fasciata* como espécies freqüentadoras de áreas recém queimadas. Em um estudo conduzido por Figueiredo (1991) numa área de campo limpo no Jardim Botânico de Brasília, foi encontrado que *Charitospiza eucosma* pode freqüentar até cinco meses áreas que sofreram queimadas.

Outras espécies também podem ser associadas com as áreas recém queimadas. No início de agosto de 1998 parte do cerrado ralo do Jardim Botânico (15°53'01"S, 47°51'36"W) foi atingida por um incêndio de pequenas proporções que queimou cerca de 200 ha (R.B. Machado, obs. pess.). Espécies como *Polyborus plancus*, *Falco femoralis*, *Buteogallus meridionalis*, *Amazona aestiva*, *A. xanthops*, *Nystalus chacuru*, *Colaptes campestris*, *Xolmis cinerea*, *Tyrannus savanna* e *Cyanocorax cristatellus* foram observadas forrageando na área queimada no dia seguinte ao incêndio. Estas são basicamente as mesmas espécies observadas por Figueiredo (1991) em situação semelhante. Cerca de 20 dias após a queimada, R.B. Machado voltou ao local e ao longo de uma transeção de 500 m com largura de 50 m, observou cerca de 15 espécies na área, sendo *Amazona xanthops* (bando com 12 ind.), *Xolmis cinerea* (5 ind.), *Polyborus plancus* (3 ind.) e *Nystalus chacuru* (2 ind.) as espécies mais freqüentes.

A comunidade de espécies que se restabelece em áreas que se recuperaram após a ocorrência de incêndios pode ser diferente daquela existente anteriormente. Figueiredo (1991) encontrou que não ocorrem variações no número de indivíduos entre áreas queimadas e não queimadas mas a composição das espécies e a abundância relativa dos indivíduos variam. A incidência de queimadas em áreas de cerrado sentido restrito cria diferentes oportunidades para o restabelecimento da avifauna (e provavelmente de outros grupos) à medida em que há a recuperação das áreas atingidas. Como conseqüência, são observadas diferenças na composição das espécies para áreas queimadas e não queimadas. Entretanto, esses resultados ilustram mudanças ocorridas em uma pequena escala de tempo.

Em estudo de longo prazo realizado na Austrália (Brooker 1998), foi determinado que após a ocorrência de 11 incêndios consecutivos durante um intervalo de 25 anos, as

populações das espécies mais abundantes, monitoradas antes do fogo, apresentaram um declínio gradual na abundância de indivíduos, não recuperando os níveis observados anteriormente. Os declínios nas populações das espécies observadas foram atribuídos ao aumento na mortalidade dos pares reprodutivos e na baixa produtividade de novos indivíduos. O autor sugere que os impactos do fogo seriam menores caso houvesse um intervalo de 8-10 anos entre as queimadas.

No presente estudo, todas as áreas de cerrado estudadas apresentaram diferenças na seqüência das cinco espécies dominantes. *Elaenia chiriquensis*, uma espécie migratória (Marini & Cavalcanti 1990), foi a espécie dominante em apenas duas áreas. Nas demais quatro áreas as espécies dominantes foram *Elaenia cristata* (CJBT), *Neothraupis fasciata* (CMAR), *Phacellodomus rufifrons* (CEMB) e *Volatinia jacarina* (CJOQ). Entretanto, quando se analisa a composição das espécies nas áreas de cerrado estudadas, verifica-se que a relação de similaridade não apresenta um padrão claro. Cerrados isolados não possuem diferenças significativas quanto ao número de espécies, abundância de indivíduos e composição de guildas tróficas em relação aos cerrados contínuos. As relações de similaridade não se comportam como o esperado (áreas contínuas com maior similaridade entre si e com menor similaridade com as áreas isoladas). Essa situação poderia ser atribuída às alterações ambientais provocadas pelas queimadas, que por sua vez proporcionariam diferentes oportunidades para o estabelecimento da fauna, como visto acima. Entretanto, salienta-se que a ausência de diferenças entre cerrados isolados e contínuos pode ser apenas uma situação transitória e a pequena duração desse estudo registrou apenas uma etapa da dinâmica de fauna em áreas perturbadas.

Efeitos do isolamento das áreas nas comunidades de aves

Ao contrário das áreas de cerrado, nas matas de galeria verifica-se que as áreas isoladas possuem menos espécies, menos indivíduos e uma estrutura mais simplificada da comunidade. Essa resposta ao efeito do isolamento corresponde ao que seria esperado, ou seja, a composição das espécies nas matas contínuas (MJBT, MIBG e MMAR) guarda uma relação mais próxima entre si do que em relação às matas isoladas (MZOO e MVBT). Espécies frugívoras e pouco abundantes na comunidade foram as mais afetadas com o isolamento. Ferreira (1995), estudando a avifauna em fragmentos de matas de galeria na região de Brasília, concluiu que há uma diminuição na riqueza de espécies entre matas contínuas e isoladas e que as espécies raras (dentro da escala de trabalho da autora) seriam as mais afetadas. Entretanto, Ferreira (1995) atribuiu tal variação ao tamanho da área (áreas pequenas em oposição a áreas maiores). A variação das espécies também pode estar associada a variações na estrutura e composição da vegetação. Tubelis (1997) também encontrou que espécies frugívoras tendem a diminuir em número quando se examina um gradiente de vegetação que parte de ambientes estruturalmente mais complexos (cerrado sentido restrito) para aqueles mais simples (campo limpo).

Entretanto, junto com o tamanho da área ou diferenças na estrutura da vegetação, um fator muito peculiar ao Cerrado pode estar relacionado com a perda de espécies entre matas contínuas e isoladas. Com o isolamento causado pela ocupação humana, há a eliminação do ambiente natural do entorno das matas de galeria e, conseqüentemente, ocorre a supressão da interação faunística entre cerrado-mata. Os resultados desse estudo

sugerem que a ausência dessa interação, salientada anteriormente (Negret 1983, Cavalcanti 1990, Lins 1994), poderia causar um maior impacto na comunidade de aves da mata de galeria do que na do cerrado sentido restrito. Este aspecto indica a importância da manutenção da característica natural de mosaico de ecossistemas quando do estabelecimento de áreas protegidas.

Implicações para a conservação

Conforme dito anteriormente, a grande diversidade local de espécies de aves do Cerrado está relacionada com a existência de diferentes ecossistemas que, por sua vez, suportam diferentes comunidades de espécies. A história da Mata Atlântica tem demonstrado que a conservação dos recursos naturais promove-se somente quando medidas preventivas são adotadas. As principais áreas remanescentes atualmente existentes nesse bioma referem-se ou a unidades de conservação ou a locais inexplorados pela acentuada topografia ou dificuldade de acesso. A ocupação do Cerrado encontra-se em níveis preocupantes. Dias (1994) estimou que o Cerrado perdeu aproximadamente 37% de sua área original. Estimativas mais recentes (Mantovani & Pereira 1998) indicam que cerca de 49.1% do Cerrado já tenha sido convertido para áreas antrópicas (pastagens, monoculturas, áreas urbanas) e apenas 17% da área original ainda encontra-se preservada.

Em virtude da preocupante ocupação do Cerrado, é necessário que sejam definidas novas estratégias de conservação do bioma. No início de 1998, com a realização do *workshop* 'Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal' (FUNATURA *et al.* 1998), foi dado um importante passo nesse sentido. Um dos principais resultados do encontro foi a definição das áreas prioritárias para a conservação do Cerrado. Entretanto, é necessário desenvolver-se uma nova etapa, com uma maior elaboração das estratégias de conservação que podem ser adotadas. Uma das principais questões da conservação de ecossistemas é a determinação de áreas mínimas para o estabelecimento de unidades de conservação. Terborgh (1995 *in* Dias 1994) sugere uma área de 300.000 ha como sendo o tamanho mínimo para a proteção de ecossistemas tropicais. No caso do Cerrado, ainda é possível encontrar áreas íntegras que permitam a criação de extensas unidades de conservação mas em outras regiões as estratégias devem ser particularizadas.

Segundo os resultados desse estudo, o tamanho mínimo para a proteção de comunidades de aves em mosaicos naturais de Cerrado poderia ser algo entre 6.638 e 26.405 ha, dependendo da abordagem utilizada (baseando-se em densidades de espécies nas matas de galeria ou do cerrado sentido restrito). Contudo, áreas periféricas, conectadas ou não por meio de corredores, também devem ser estabelecidas para que a fauna possa realizar movimentos locais de deslocamento entre áreas, especialmente quando da incidência de queimadas. Os cálculos realizados indicam que tais áreas poderiam possuir tamanhos de aproximadamente 3,500 ha (para o cerrado sentido restrito ou para a mata de galeria).

Os dados obtidos corroboram observações indicadas por Cavalcanti (1990), Lins (1994) e Ferreira (1995) e sugerem que, no caso das matas de galeria, deve ser criada uma faixa de Cerrado em seu entorno com o objetivo de manter a interação de espécies na

zona de contato entre esses ambientes. Com base em observações pessoais realizadas nas áreas MIBG e MJBT, essa faixa deveria ser de, no mínimo, 50 m entre a mata de galeria e o ambiente antrópico vizinho. Entretanto, salienta-se que estudos específicos devem ser conduzidos para que seja determinada a largura ideal para a manutenção dessa faixa nativa no entorno das matas de galeria.

Uma vez que somente 7% do Cerrado encontram-se protegidos por unidades de conservação oficiais, a manutenção da diversidade do bioma dependerá das ações promovidas junto aos proprietários das terras ao longo do bioma. Além disto, considerando-se que mais da metade do bioma já foi convertido em áreas antrópicas, uma estratégia conservacionista de longo prazo deverá estabelecer novas unidades de conservação que englobem áreas núcleo nativas e áreas alteradas. As ações de manejo devem ser orientadas para a recuperação e reabilitação dos ambientes descaracterizados para que, em um futuro próximo, tais áreas possam novamente desempenhar um significativo papel dentro da conservação do Cerrado.

CONCLUSÕES

1. Os ambientes de mata de galeria e de cerrado (sentido restrito) apresentam diferentes tipos de comunidade, havendo pouca sobreposição de espécies. Apesar de pequena, essa interação de comunidades do cerrado e da mata de galeria é importante para a manutenção de dinâmicas sazonais de deslocamentos;
2. As matas de galeria são mais previsíveis em relação à riqueza de espécies e abundância de indivíduos, quando são comparadas áreas contínuas com áreas isoladas. As matas contínuas possuem uma maior riqueza e maior abundância de indivíduos do que as matas isoladas. As comparações da riqueza e abundância de indivíduos entre cerrados contínuos e isolados não mostraram a mesma tendência das matas. Além do isolamento, outros fatores, como a incidência de perturbações contínuas (por exemplo, o fogo), poderiam explicar a falta de previsibilidade dos cerrados em relação à riqueza e abundância de indivíduos;
3. As alterações ambientais provocadas pelo isolamento das áreas e outros fatores secundários criam diferentes condições para a dinâmica populacional das espécies. Foram registradas espécies que ocorrem preferencialmente em áreas contínuas mas cerca de um terço das espécies analisadas apresentam uma maior abundância em áreas isoladas de mata de galeria ou cerrado;
4. Quatro padrões de variação sazonal na abundância das espécies foram identificados para o cerrado e para a mata de galeria. O primeiro tipo refere-se às espécies que apresentam uma maior abundância no período de seca (abril a setembro); o segundo tipo refere-se às espécies que ocorrem preferencialmente no período chuvoso (outubro a março); um terceiro padrão identificado refere-se às espécies que apresentam movimentos migratórios nítidos, estando ausentes da região de estudos na maior parte do ano; e, por fim, um quarto tipo refere-se àquelas espécies que não apresentam um padrão claro de sazonalidade na abundância de indivíduos e encontram-se presentes em todos os meses do ano.
5. Não existem diferenças significativas na estrutura das comunidades de aves que entre áreas de cerrado contínuo ou isolado. Entretanto, para as matas de galeria, as análises indicam que o isolamento afeta primordialmente espécies que são dependentes de ambientes florestais e que não ocorrem em mais de um tipo de ambiente. Secundariamente, o isolamento de áreas afeta espécies pouco abundantes e que ocorrem aos pares (monogâmicas);
6. As estimativas de densidade populacional obtidas para espécies de cerrado e mata de galeria indicam que, caso seja considerado um número mínimo de 500 indivíduos para assegurar a viabilidade das populações de aves, o tamanho mínimo para a criação de áreas protegidas de mata de galeria seria de 3.195 ha e 3.505 ha para o cerrado sentido restrito. Considerando-se a porção ocupada pela mata de galeria e pelo cerrado sentido restrito em mosaicos naturais de Cerrado (cerca de 12,1% e 52,8% na região de Brasília), as áreas mínimas para criação de novas unidades de conservação deveriam ser de 26.405 ha (para mata de galeria) ou 6.638 ha (para cerrado sentido restrito). Além disto, foi indicado que é necessária a manutenção/criação de uma faixa de ambiente natural no entorno de matas de galeria isoladas (isto é, cercadas por ambiente antropogênicos) para

assegurar a permanência de um maior número de espécies na mata de galeria. Observações obtidas em campo indicam que essa faixa deveria ser de pelo menos 50 m.

AGRADECIMENTOS

Aos responsáveis pela administração das áreas de amostragem trabalhadas: Sr. Expedito da Fazenda Sucupira (EMBRAPA), biólogo Marcelo Reis, do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico, Dra. Conceição da Reserva do Roncador (IBGE), Dra. Alba Resende, do Jardim Botânico de Brasília, Comandante Mário Márcio do Centro de Instrução e Adestramento de Brasília (CIAB-Ministério da Marinha), Sr. Pedro Leo da INFRAERO - Aeroporto de Brasília. Valiosas sugestões e informações foram fornecidos na fase de preparação do trabalho pelo Prof. Jader Marinho-Filho, Profa. Mercedes Bustamante e Ludmilla Aguiar. A Dra. Maria Luiza Gastal cedeu gentilmente o veículo utilizado durante os trabalhos de campo. Os dados climáticos utilizados nesse estudo foram fornecidos pela administração da Reserva do Roncador - IBGE. Importantes contribuições para a tese foram dadas pela Dra. Regina Macedo (UnB), Dr. José Salatiel Pires (UFSCar), Dr. Paulo de Tarso Zuquim Antas, Dr. Guarino Colli (UnB), Dr. Aldicir Sacior (CENARGEN) e Dr. Alexandre Araújo (UnB), membros da banca de examinação. Por fim, dedico um especial agradecimento ao Dr. Roberto Brandão Cavalcanti, orientador da tese.

BIBLIOGRAFIA

- Alves, M.A.S. 1988. Organização social e biologia reprodutiva de *Neothraupis fasciata* (Passeriformes, Thraupidae). Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Antas, P.T.Z. 1995. Aves do Parque Nacional de Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Centro de Pesquisas para Conservação das Aves Silvestres. Brasília, DF.
- Antas, P.T.Z. 1999. Comunidade de aves dos cerrados do Planalto Central e porção ocidental do médio rio São Francisco. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Azevedo, L.G., J.F. Ribeiro, I. Schiavini & P.E.A.M. Oliveira. 1990. Levantamento da Vegetação do Jardim Botânico de Brasília - Distrito Federal. Fundação Zoobotânica. Brasília-DF.
- Bagno, M.A. 1998. As aves da Estação Ecológica de Águas Emendadas. Pp. 22-33. *In*: Marinho-Filho, J., F.Rodrigues & M. Guimarães (eds.). Vertebrados da Estação de Águas Emendadas: história natural e ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central. Instituto de Ecologia e Meio Ambiente do Distrito Federal. Brasília, DF.
- Bierregaard, R.O, Jr. & T.E. Lovejoy. 1989. Effects of forest fragmentation on Amazonian bird communities. *Acta Amazonica* 19: 215-241
- Brooker, M.G. 1998. Fire and birds in a western Australian heathland. *Emu* 98: 276-287.
- Cavalcanti, R.B. 1988. Conservation of birds in the Cerrado of central Brazil. ICBP Technical Publication 7:59-66.
- Cavalcanti R.B. 1990. The importance of forest edges in the ecology of open country cerrado birds. *In*: Symposium on the Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries, Abstracts... University of Glasgow, Scotland.
- Cordeiro, L.A. 1994. Os assentamentos urbanos e o relatório Belcher. Pp. 433-453. *In*: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. M.N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Dias, B.F.S. 1994. Conservação da natureza no cerrado brasileiro. Pp. 607-663. *In*: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. M.N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Edwards, D.K., G.L. Dorsey & J.A. Crawford. 1981. A comparison of three avian census methods. *Studies in Avian Biology* 6:170-176.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38:201-341.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do Cerrado. Pp. 17-73. *In*: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. M.N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Ferreira, A.A. 1995. Dinâmica de comunidades de aves em fragmentos de mata de galeria. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Figueiredo, S.V. 1991. Efeito do fogo sobre o comportamento e sobre a estrutura da avifauna de cerrado. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

- Franzreb, K.E. 1981. The determination of avian densities using the variable-strip and fixed-width transect surveying methods. *Studies in Avian Biology* 6:139-145.
- Fry, C.H. 1970. Ecological distribution of birds in north-eastern Mato Grosso state, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 42:275-318.
- FUNATURA, Conservation International, Fundação Biodiversitas & Universidade de Brasília. 1998. Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Sumário Executivo e mapa escala 1:5.000.000. Brasília, DF.
- Hinls, J.E. 1981. Remarks on the use of mark-recapture methodology in estimating avian population size. *Studies in Avian Biology* 6:121-136.
- Lins, L.V. 1994. O papel da mata ciliar na estruturação de uma comunidade de aves do cerrado (Brasília, DF). Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.
- Machado, R.B., L.M.S. Aguiar, C.A. Bianchi, R.L. Vianna, A.J.B. Santos, C.H. Saito & J.F. Timmers. 1998. Áreas de risco no entorno de unidades de conservação: estudo de caso da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF. Pp. 64-78. *In*: Marinho-Filho, J., F.Rodrigues & M. Guimarães (eds.). *Vertebrados da Estação de Águas Emendadas: história natural e ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central*. Instituto de Ecologia e Meio Ambiente do Distrito Federal. Brasília, DF.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey:
- Mantovani, J.E. & A. Pereira. 1998. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat. Publicação *on line* (<http://www.bdt.org.br/workshop/cerrado/br/inpe>).
- Marini, M.A. 1989. Seleção de hábitat e socialidade em *Antilophia galeata* (Aves: Pipridae). Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Marini, M.A. & R.B. Cavalcanti. 1990. Migrações de *Elaenia albiceps chilensis* e *Elaenia chiriquensis albivertex* (Aves: Tyrannidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 6:59-67.
- Negret, A.J. 1983. Diversidade e abundância da avifauna da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Oliveira-Filho, A.T. & J.A. Ratter. 1995. A study of the origin of central brazilian forests by analysis of plant species distribution patterns. *Edinburg Journal of Botanic* 52:141-194.
- Paes, M.M.N. 1983. Utilização de frutos por aves em uma área de cerrado do Distrito Federal. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília.
- Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 89-166. *In*: Cerrado: ambiente e flora. Sano, S.M. & S.P. de Almeida (eds.). EMBRAPA-CPAC, Brasília-DF.
- Ridgely, R.S. & G. Tudor. 1989. *The birds of South America. Volume I - The Oscine Passerine*. University of Texas Press, Austin, Texas.

- Rocha, A.J.A. 1994. Caracterização limnológica do Distrito Federal. Pp.469-492. *In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. M. N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Rocha, I.R.D., R.B. Cavalcanti, J.S. Marinho-Filho, A.B. Araújo & K. Kitayama. 1994. Fauna do Distrito Federal. Pp. 405-431. *In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. M. N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Sick, H. 1955. O aspecto fisionômico da paisagem do médio rio das Mortes, Mato Grosso, e a avifauna da região. *Arquivos do Museu Nacional* 42:541-576.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira - uma introdução*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, RJ.
- Silva, J.M.C. 1995a. Birds of the Cerrado region, South America. *Steenstrupia* 21:69-92.
- Silva, J.M.C. 1995b. Avian inventory of the Cerrado region, South America: implications for biological conservation. *Bird Conservation International* 5:291-304.
- Silva, J.M.C. & Y. Oniki. 1988. Lista preliminar da avifauna da Estação Ecológica da Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica*. 4: 123-143.
- Silva Jr., M.C. 1995. Tree communities of the gallery forest of the IBGE Ecological Reserve, Federal District, Brazil. Tese de doutorado. University of Edinburg, UK.
- Tubelis, D. P. 1997. Estrutura de comunidades de aves em habitats preservados e alterados de Cerrado, na região do Distrito Federal. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Venable, D.L. & L.V. Ritter. 1985. A comparison of transects and point counts in oak-pine woodlands of California. *The Condor* 87: 47-68.
- Verner, J. & L.V. Ritter. 1988. A comparison of transects and spot mapping in oak-pine woodlands of California. *The Condor* 90: 401-419.
- Vicentini, K.R.F. 1999. História do fogo no Cerrado: uma análise palinológica. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Walter, B.M.T. & A.B. Sampaio. 1998. A vegetação da Fazenda Sucupira. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

ANEXOS

ANEXO 1

FIGURAS

Figura 1. Localização das áreas de amostragem na região de Brasília-DF

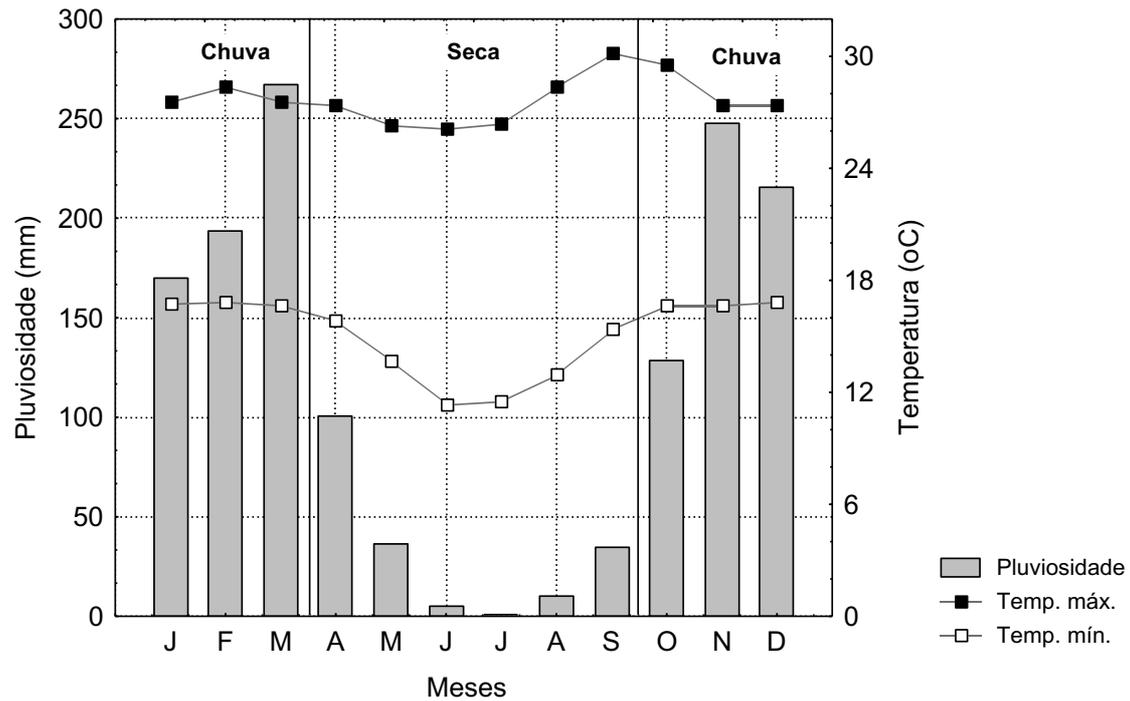


Figura 2. Precipitação mensal, temperatura máxima e mínima (média dos anos de 1995 a 1999) para a região de Brasília-DF. Fonte dos dados: Reserva Ecológica do Roncador-RECOR (IBGE). Nesse estudo foram incluídos no período de seca os meses com precipitação mensal igual ou inferior a 100 mm (abril-setembro) e os demais meses foram agrupados no período de chuva.

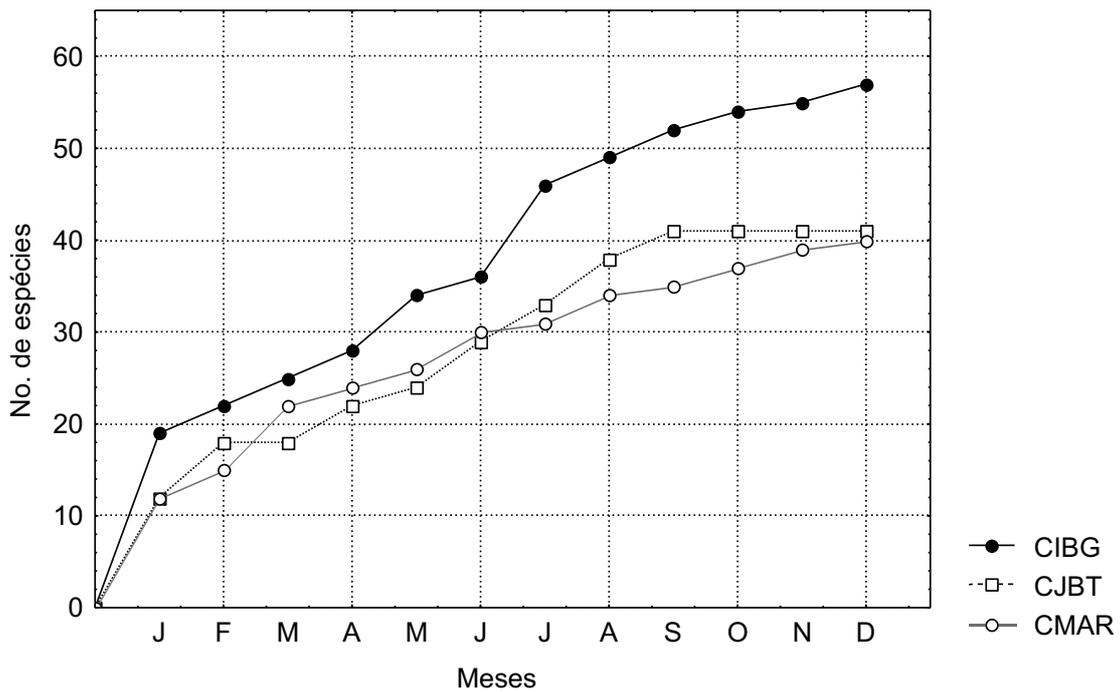


Figura 3. Curva acumulativa de espécies observadas nas áreas de cerrado contínuo em função do tempo

Observações:

CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador), CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico, CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha

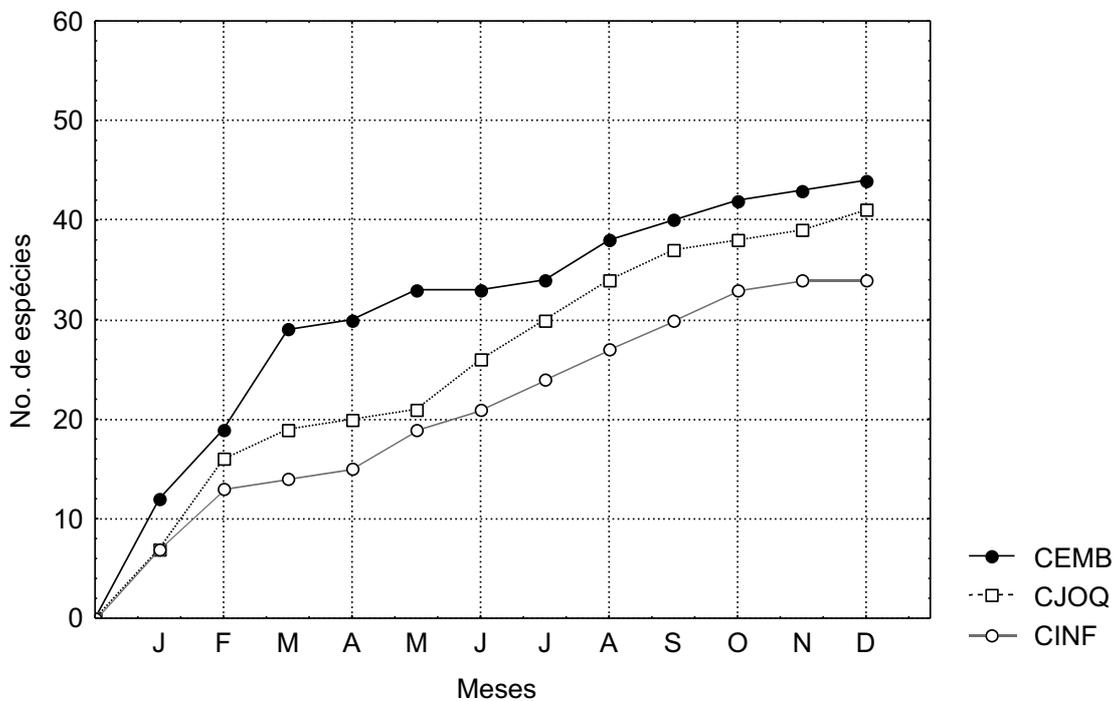


Figura 4. Curva acumulativa de espécies observadas nas áreas de cerrado isolado em função do tempo

Observações: CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA, CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube, CINF - Cerrado da Infraero

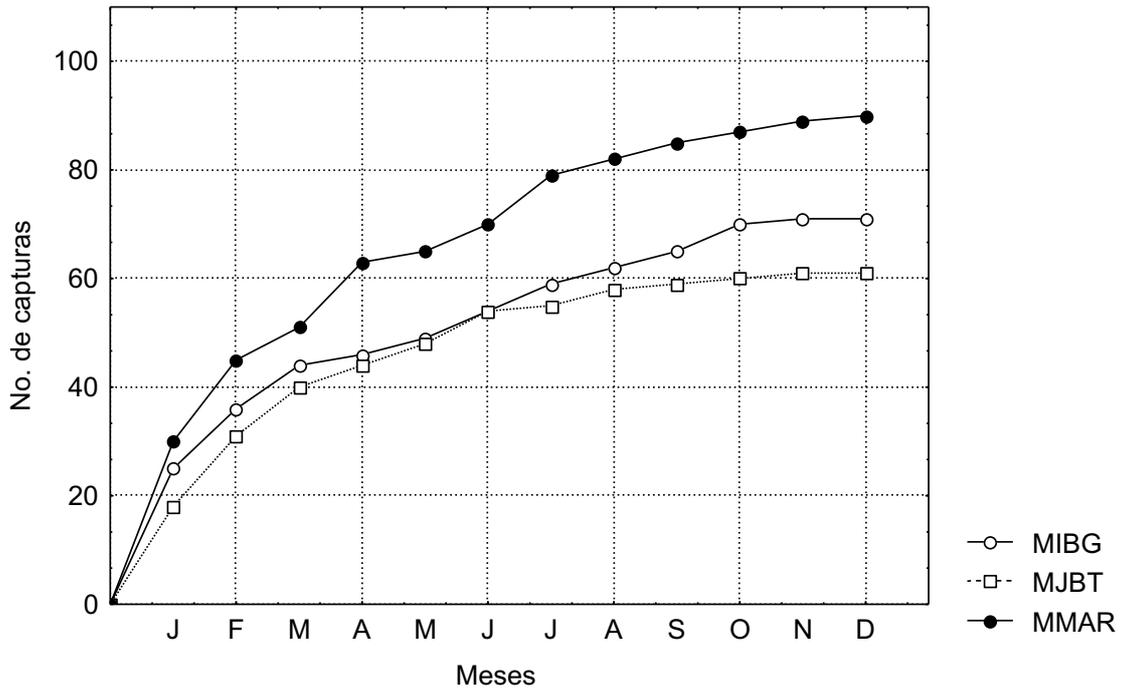


Figura 5. Curva acumulativa de espécies observadas nas áreas de mata de galeria contínuas em função do tempo

Observações: MIBG - Mata IBGE, MJBT - Mata Jardim Botânico, MMAR - Mata Marinha

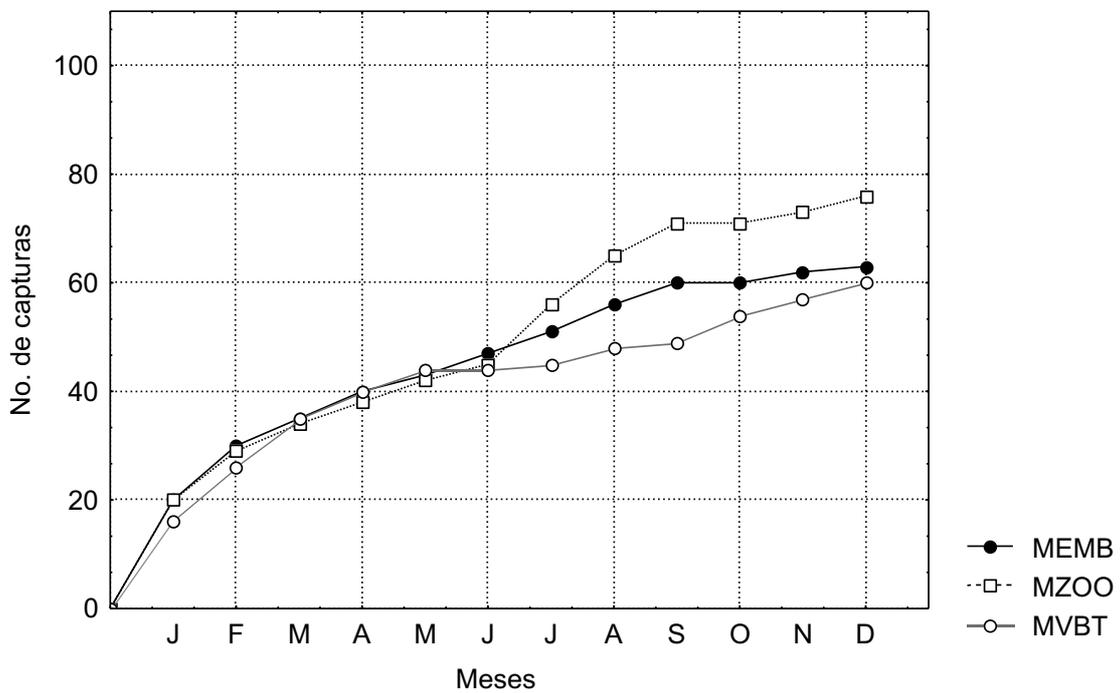


Figura 6. Curva acumulativa de espécies observadas nas áreas de mata de galeria isoladas em função do tempo

Observações: MEMB - Mata Fazenda Sucupira - EMBRAPA, MZOO - Mata do Zoológico, MVBT - Mata da Vargem Bonita

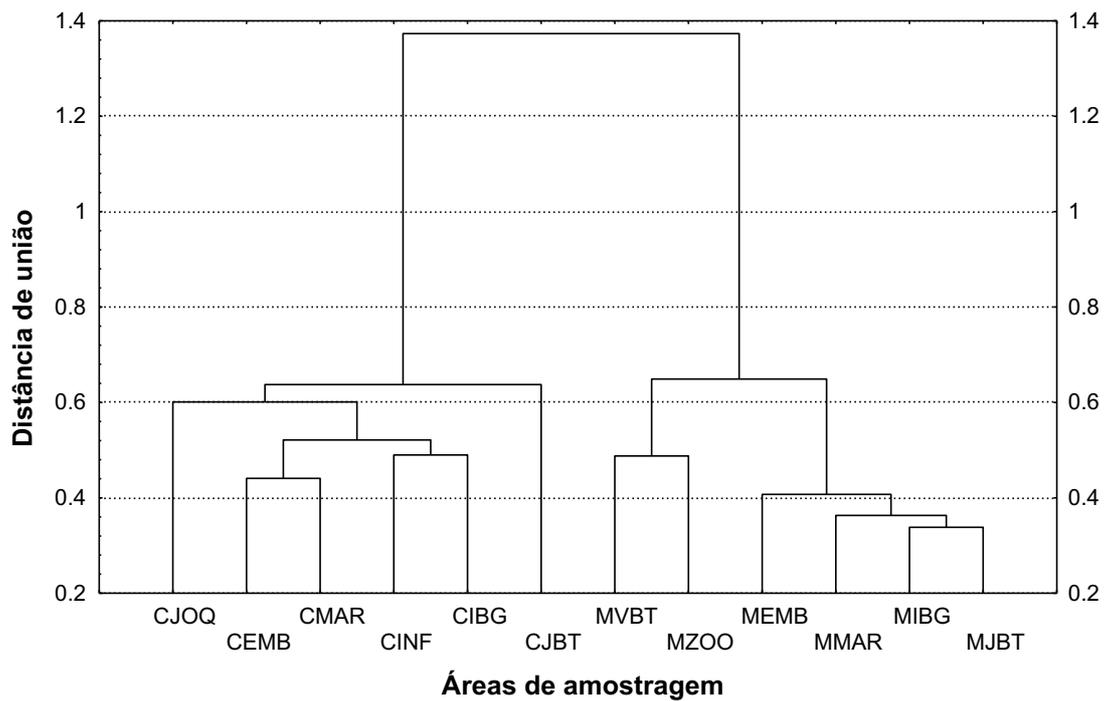


Figura 7. Dendrograma de similaridade entre as áreas de amostragem de comunidades de aves na região de Brasília

Observações:

- CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube
- CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA
- CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha
- CINF - Cerrado da Infraero
- CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador)
- CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico
- MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita
- MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico
- MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA
- MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha
- MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador)
- MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico

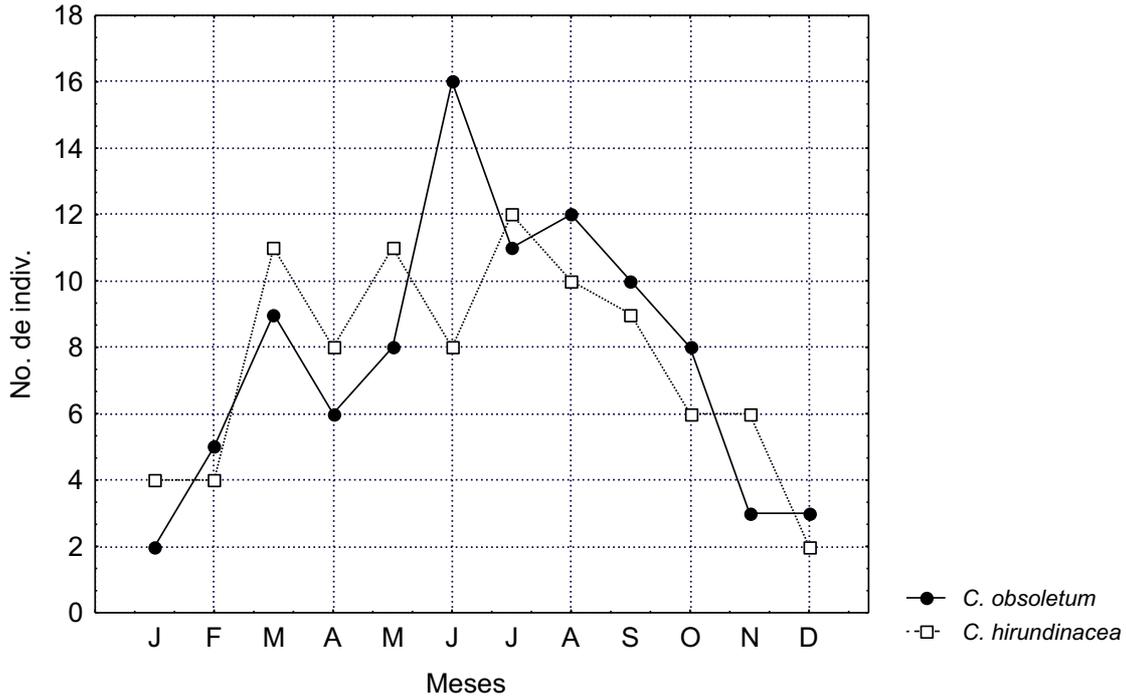


Figura 8. Variação anual dos registros de *Camptostoma obsoletum* (Tyrannidae) e *Cypsnagra hirundinacea* (Emberizidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

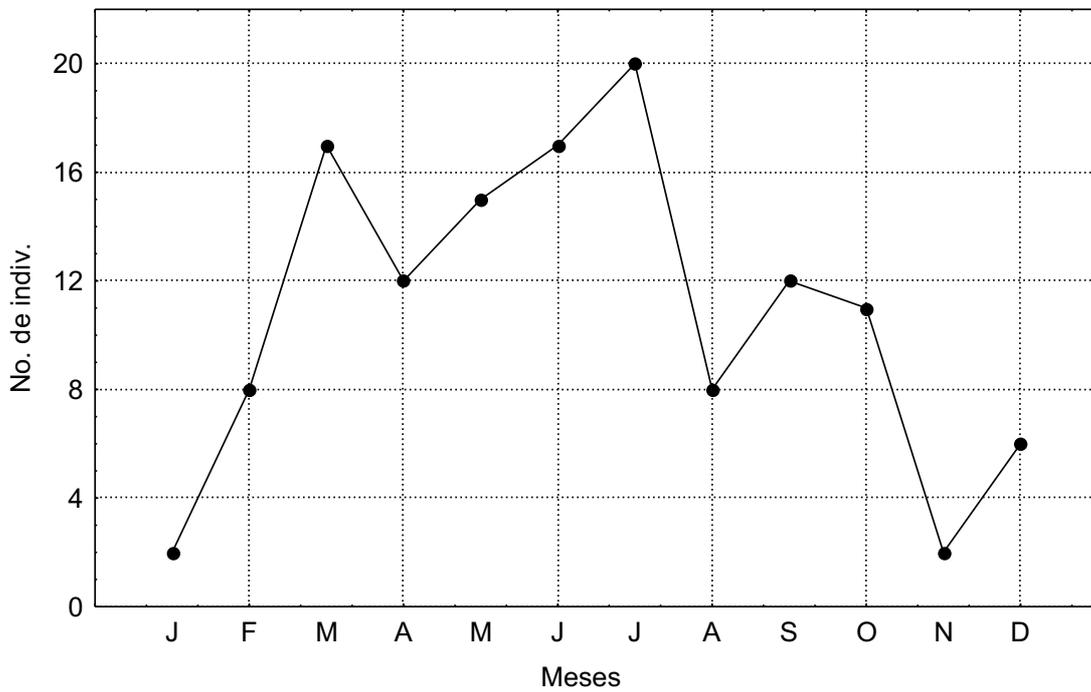


Figura 9. Variação anual dos registros de *Antilophia galeata* (Tyrannidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

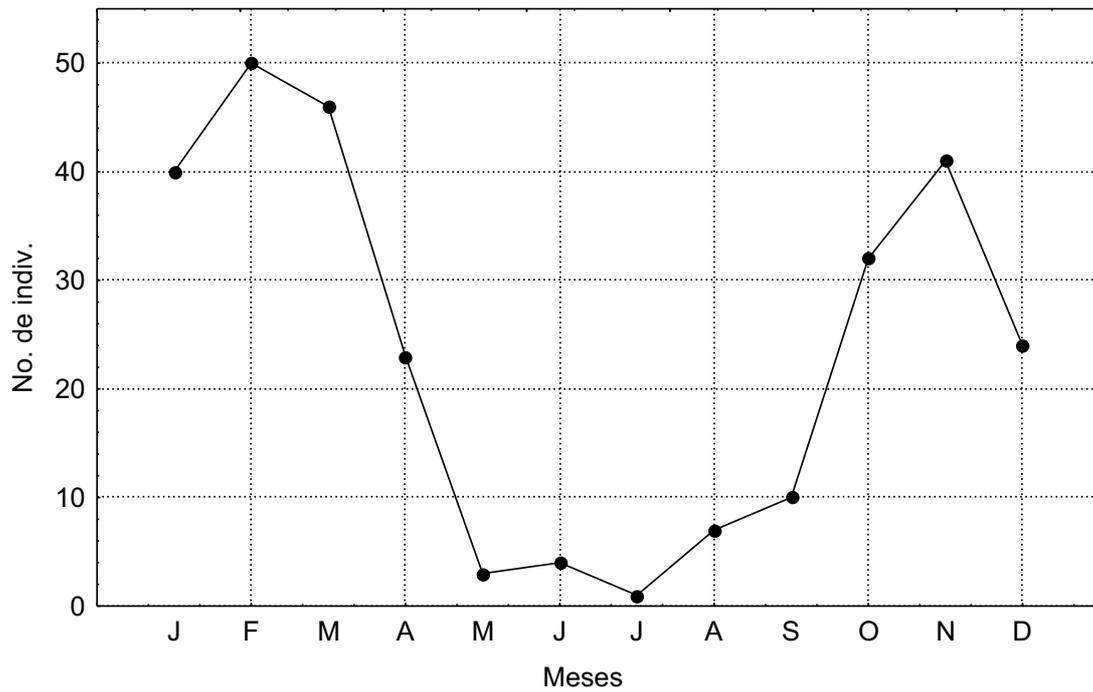


Figura 10. Variação anual dos registros de *Volatinia jacarina* (Emberizidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

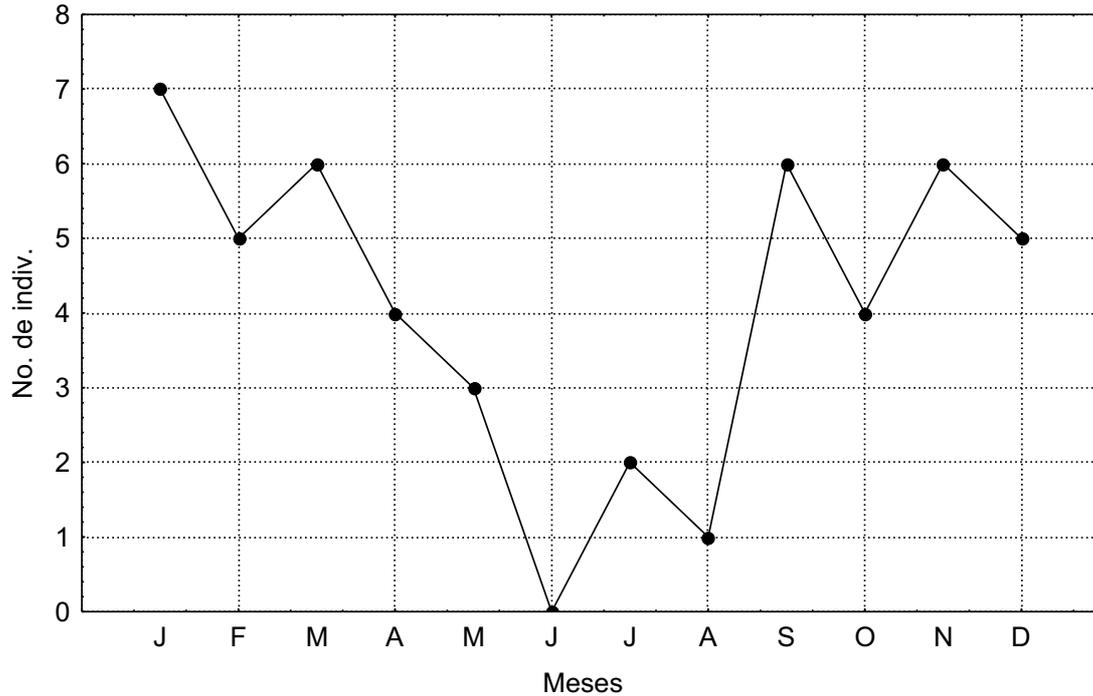


Figura 11. Variação anual dos registros de *Hylocryptus rectirostris* (Furnariidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

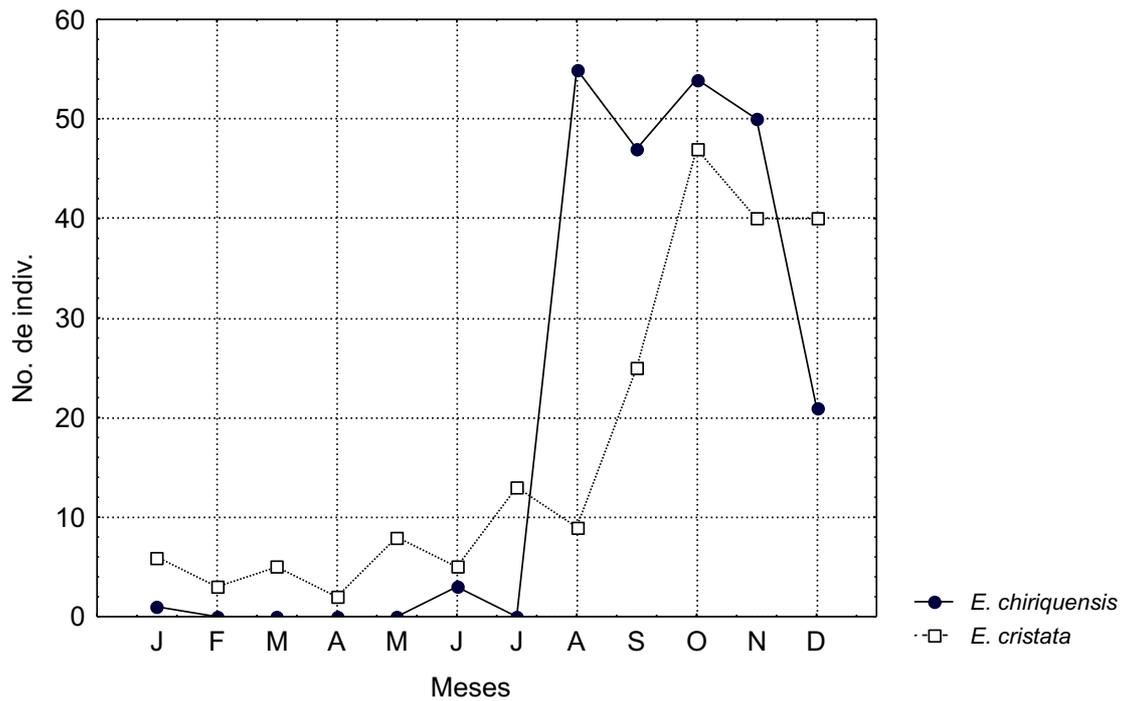


Figura 12. Variação anual dos registros de *Elaenia chiriquensis* e *E. cristata* (Tyrannidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

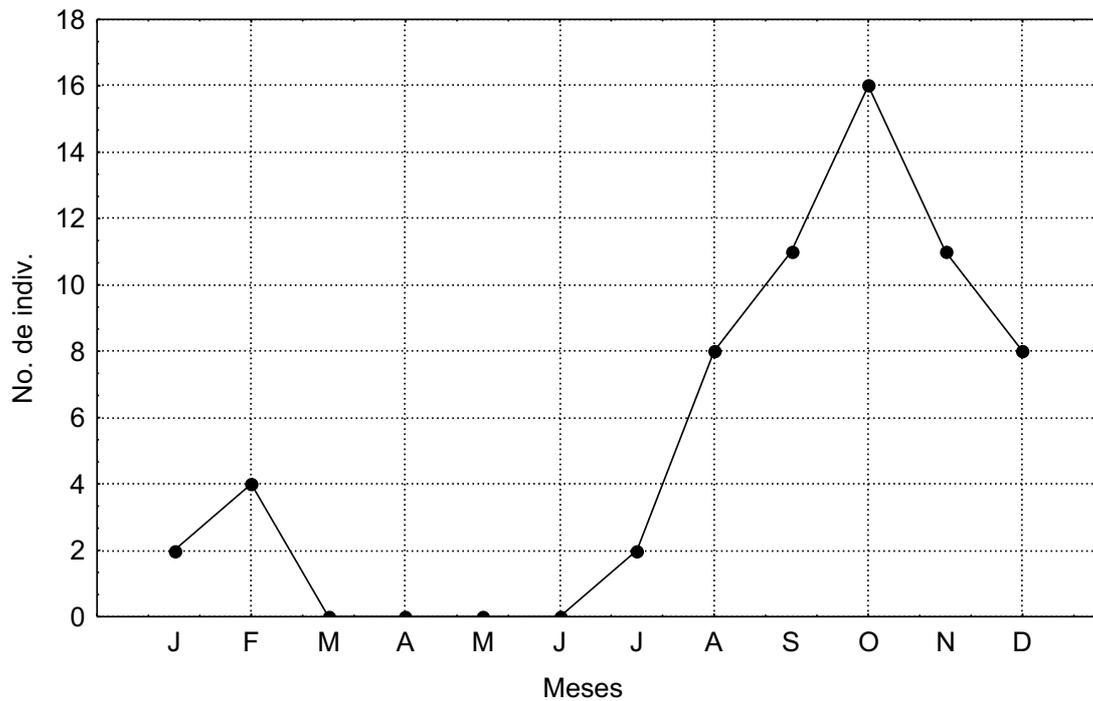


Figura 13. Variação anual dos registros de *Vireo chivi* (Vireonidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

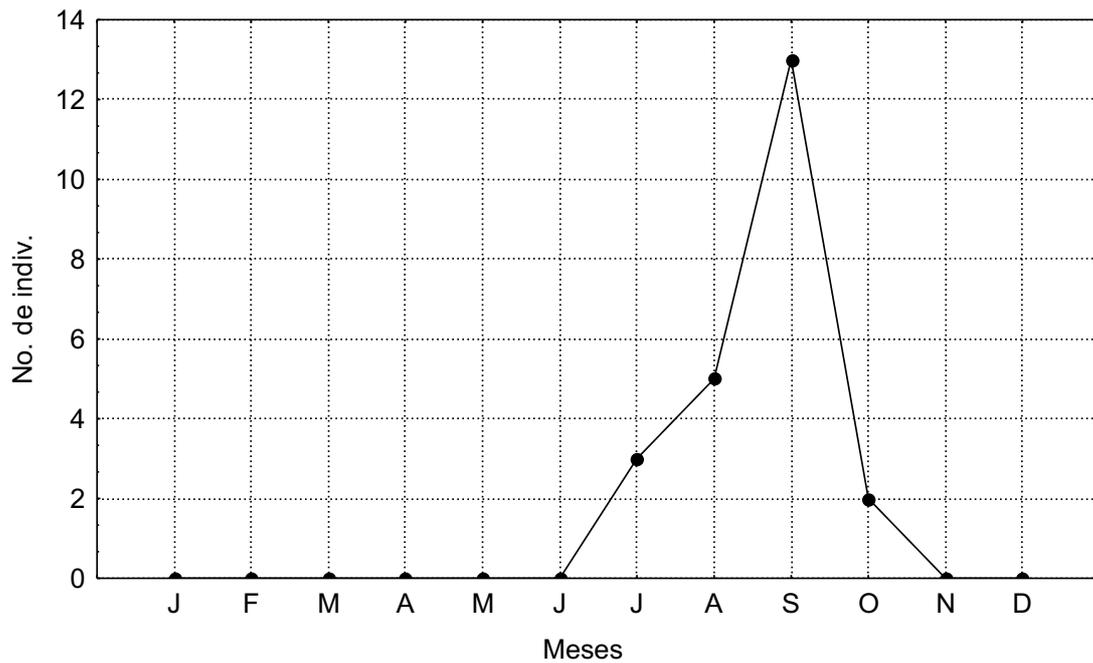


Figura 14. Variação anual dos registros de *Turdus subalaris* (Turdidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

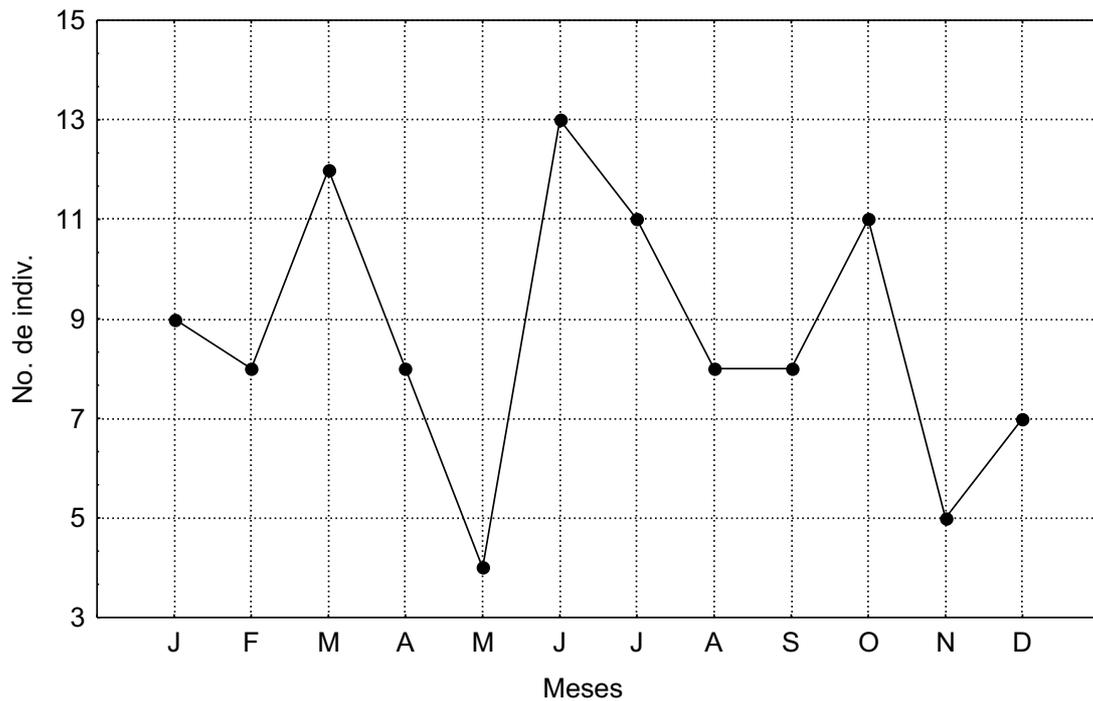


Figura 15. Variação anual dos registros de *Columba picazuro* (Columbidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

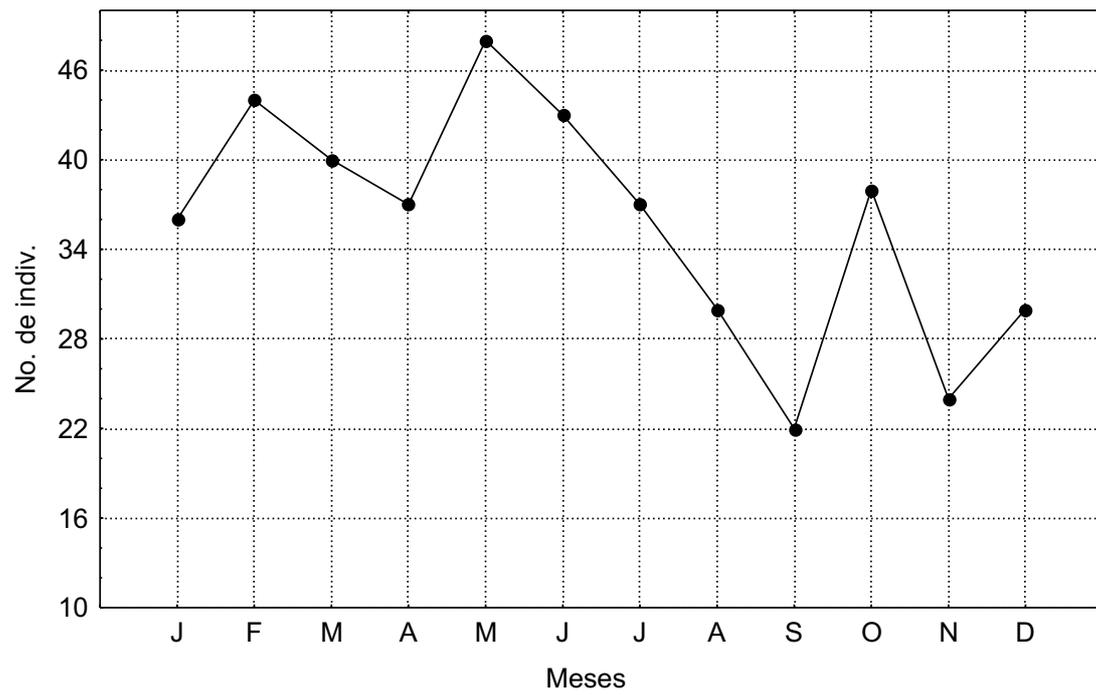


Figura 16. Variação anual dos registros de *Basileuterus hypoleucus* (Parulidae) nas áreas de estudo na região de Brasília-DF. Período de julho/98 a junho/99.

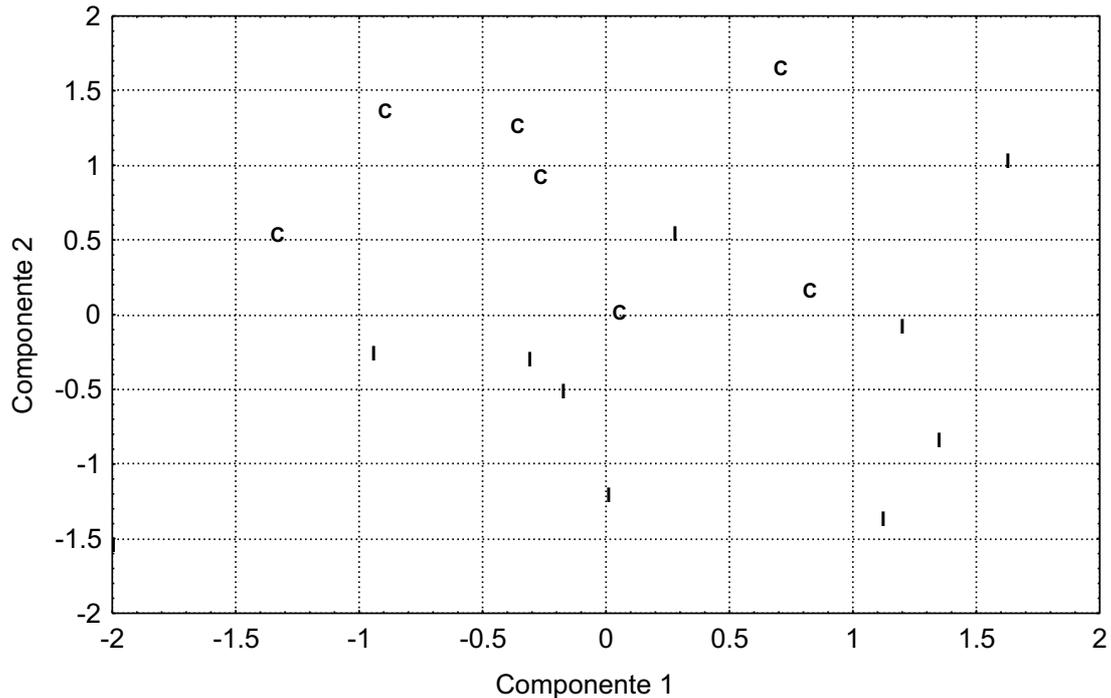


Figura 17. Resultado da análise de componentes principais (1º e 2º componentes) realizada com as variáveis de caracterização das comunidades de cerrado (ver tabela 6) observadas em áreas contínuas (C) e isoladas (I) da região de Brasília-DF, no período de julho/98 a junho/99. Teste Kruskal-Wallis para os escores do componente 1: $H_{1,18}=1,335$, $p>0,05$.

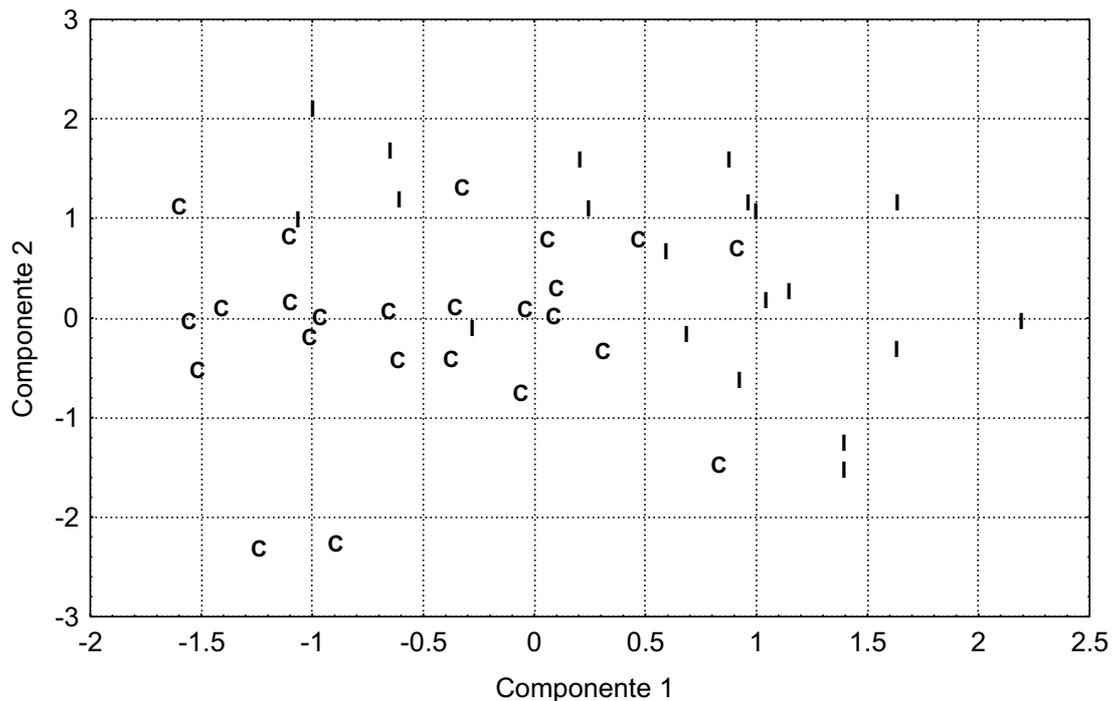


Figura 18. Resultado da análise de componentes principais (1º e 2º componentes) realizada com as variáveis de caracterização das comunidades de mata de galeria (ver tabela 6) observadas em áreas contínuas (C) e isoladas (I) da região de Brasília-DF, no período de julho/98 a junho/99. Teste Kruskal-Wallis para os escores do componente 1: ($H_{1,27}=5,001$, $p<0,05$).

ANEXO 2

TABELAS

Tabela 1. Dados básicos sobre a diversidade de espécies de aves nas áreas de amostragem da região de Brasília-DF.

Áreas	tipo de ambiente	riqueza nas transeções	riqueza total	% riqueza do ambiente	Registros totais	abundância média mensal	H' (média mensal)
Mata de galeria							
MIBG	mc	71	99	54,2	677	56,4	2,959
MJBT	mc	61	91	46,6	730	60,8	2,983
MMAR	mc	90	115	68,7	996	83,0	3,331
MZOO	mi	76	110	58,0	634	52,8	2,855
MEMB	mi	63	94	48,1	862	71,8	3,003
MVBT	mi	60	98	45,8	545	45,4	2,915
Total de espécies		131	178	73,6			
Cerrado							
CIBG	cc	57	97	42,0	396	33,0	2,563
CJBT	cc	41	70	30,3	419	34,9	2,186
CMAR	cc	40	81	35,1	380	31,6	2,305
CJOQ	ci	41	65	28,1	579	48,3	1,936
CEMB	ci	44	80	34,6	502	41,8	2,392
CINF	ci	34	67	29,0	285	23,8	2,003
Total de espécies		97	161				

Observação: Total de espécies para todas as áreas: 231

MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador); MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico; MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha; MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico; MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita
 CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico; CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador); CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha; CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; CINF - Cerrado da Infraero; CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube

mc - mata contínua, mi - mata isolada, cc - cerrado contínuo, ci - cerrado isolado

Tabela 2. Relação das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nas áreas de cerrado da região de Brasília - DF

Espécies / áreas	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ	Ccont.	Cisol.	Total	X ²	Signif.
<i>Volatinia jacarina</i>	6	6	9	6	7	247	21	260	281	203,27	**
<i>Elaenia chiriquensis</i>	73	42	16	45	47	7	131	99	230	4,45	*
<i>Elaenia cristata</i>	79	21	34	31	32	6	134	69	203	20,81	**
<i>Suiriri suiriri</i>	38	35	26	41	35	0	99	76	175	3,02	ns
<i>Neothraupis fasciata</i>	8	0	45	52	15	29	53	96	149	12,40	**
<i>Phacelodomus rufifrons</i>	38	0	33	71	5	0	71	76	147	0,17	ns
<i>Ammodramus humeralis</i>	0	4	15	18	7	61	19	86	105	42,75	**
<i>Columba picazuro</i>	10	29	23	32	9	1	62	42	104	3,84	*
<i>Camptostoma obsoletum</i>	17	9	14	21	20	11	40	52	92	1,56	ns
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	4	2	27	23	2	33	33	58	91	6,86	**
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	29	8	18	21	5	0	55	26	81	10,38	**
<i>Amazilia lactea</i>	14	11	6	9	23	9	31	41	72	1,38	ns
<i>Colibri serrirostris</i>	3	10	4	4	1	32	17	37	54	7,4	*
<i>Melanopareia torquata</i>	10	10	19	4	4	0	39	8	47	20,44	**
<i>Nystalus chacuru</i>	6	13	11	10	0	3	30	13	43	6,72	**
<i>Crypturellus parvirostris</i>	7	9	5	7	4	10	21	21	42	0,0000	ns
<i>Amazona aestiva</i>	13	0	12	12	4	0	25	16	41	1,97	ns
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	9	8	0	8	12	0	17	20	37	0,24	ns
<i>Rhynchotus rufescens</i>	3	12	5	9	5	0	20	14	34	1,05	ns
<i>Troglodytes aedon</i>	2	20	3	0	1	4	25	5	30	13,33	**
<i>Eupetomena macroura</i>	0	4	1	3	3	19	5	25	30	13,33	**
<i>Emberizoides herbicola</i>	2	3	3	10	2	8	8	20	28	5,14	*
<i>Colaptes campestris</i>	0	4	2	19	0	1	6	20	26	7,54	**
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	9	9	0	0	6	0	18	6	24	6,00	*

Tabela 2. Relação das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nas áreas de cerrado da região de Brasília - DF (continuação)

Espécies / áreas	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ	Ccont.	Cisol.	Total	X ²	Signif.
<i>Zonotrochia capensis</i>	0	5	1	3	1	13	6	17	23	5,26	*
<i>Elaenia flavogaster</i>	0	12	3	0	0	8	15	8	23	2,13	ns
<i>Tyrannus savanna</i>	0	0	0	3	8	12	0	23	23	23,00	**

Observações: Os valores em negrito indicam as frequências que apresentaram diferenças significativas para $p < 0,05$,

* = $p < 0,05$

** = $p < 0,01$

ns = diferença não significativa

CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico

CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador)

CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha

CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA

CINF - Cerrado da Infraero

CJOQ - Cerrado do Jóquei Clube

Ccont. - cerrados contínuos (CJBT, CIBG e CMAR)

Cisol. - cerrados isolados (CEMB, CINF, CJOQ)

Tabela 3. Relação das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nas áreas de mata de galeria da região de Brasília - DF.

Espécies / áreas	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	Mcont.	Misol.	Total	X ²	Signif.
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	89	77	91	113	27	32	257	172	429	16,84	**
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	43	20	62	94	2	27	125	123	248	0,02	ns
<i>Tangara cayana</i>	44	32	32	39	45	48	108	132	240	2,40	ns
<i>Thryothorus leucotis</i>	33	37	44	0	71	20	114	91	205	2,58	ns
<i>Hemithraupis guira</i>	33	40	48	55	0	24	121	79	200	8,82	**
<i>Turdus leucomelas</i>	17	51	45	29	25	31	113	85	198	3,95	*
<i>Coereba flaveola</i>	33	14	29	20	76	13	76	109	185	5,88	*
<i>Antilophia galeata</i>	25	26	41	18	6	14	92	38	130	22,43	**
<i>Basileuterus flaveolus</i>	15	32	40	37	0	3	87	40	127	17,39	**
<i>Saltator similis</i>	34	22	21	21	17	5	77	43	120	9,63	**
<i>Basileuterus leucophrys</i>	55	22	12	0	0	23	89	23	112	38,89	**
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	20	14	30	30	1	9	64	40	104	5,53	*
<i>Saltator maximus</i>	19	7	30	7	0	9	56	16	72	22,22	**
<i>Picumnus albosquamatus</i>	11	5	11	19	11	14	27	44	71	4,07	*
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	0	1	2	22	42	2	66	68	60,23	**
<i>Poecilurus scutatus</i>	2	20	9	24	1	11	31	36	67	0,37	ns
<i>Galbula ruficauda</i>	1	5	11	13	27	8	17	48	65	17,78	**
<i>Myiopagis viridicata</i>	21	7	27	4	4	1	55	9	64	33,06	**
<i>Vireo chivi</i>	28	6	23	5	0	0	57	5	62	43,61	**
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	6	3	11	13	14	14	20	41	61	7,23	**
<i>Brotogeris chiriri</i>	16	4	17	15	0	6	37	21	58	4,41	*
<i>Tricothraupis melanops</i>	5	11	8	25	0	8	24	33	57	1,42	ns
<i>Tersina viridis</i>	14	1	8	9	15	9	23	33	56	1,78	ns
<i>Mesembrinibis cayanensis</i>	0	0	4	5	11	34	4	50	54	38,18	**

Tabela 3. Relação das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nas áreas de mata de galeria da região de Brasília - DF (continuação).

Espécies / áreas	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	Mcont.	Misol.	Total	X ²	Signif.
<i>Lathrotricus euleri</i>	8	9	13	16	0	8	30	24	54	0,66	ns
<i>Arremon flavirostris</i>	16	13	8	1	12	3	37	16	53	8,32	**
<i>Tyrannus melancholicus</i>	7	11	11	1	13	10	29	24	53	0,47	ns
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	7	11	11	21	0	0	29	21	50	1,28	ns
<i>Hylocryptus rectirostris</i>	0	0	0	0	48	1	0	49	49	49,00	**
<i>Eucometis penicillata</i>	11	7	11	7	0	10	29	17	46	3,13	ns
<i>Dysithamnus mentalis</i>	0	0	10	34	0	0	10	34	44	13,09	**
<i>Todirostrum cinereum</i>	6	14	20	1	2	0	40	3	43	31,83	**
<i>Megarhyncus pitangua</i>	3	15	10	4	1	6	28	11	39	7,41	**
<i>Thraupis sayaca</i>	7	13	8	0	6	5	28	11	39	7,41	**
<i>Euphonia chlorotica</i>	9	5	11	5	4	4	25	13	38	3,78	ns
<i>Conopophaga lineata</i>	0	0	10	26	0	1	10	27	37	7,81	**
<i>Polioptila dumicola</i>	3	4	6	2	11	11	13	24	37	3,27	ns
<i>Parula pitaiayumi</i>	3	5	16	13	0	0	24	13	37	3,27	ns
<i>Turdus rufiventris</i>	5	3	4	4	4	12	12	20	32	2,00	ns
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	0	9	6	8	1	6	15	15	30	0,00	ns
<i>Elaenia flavogaster</i>	2	4	6	0	10	7	12	17	29	0,86	ns
<i>Turdus amaurochalinus</i>	3	1	6	0	5	13	10	18	28	2,28	ns
<i>Schiffornis virescens</i>	4	1	9	11	0	0	14	11	25	0,35	ns
<i>Lochmias nematura</i>	2	8	3	7	3	2	13	12	25	0,04	ns
<i>Phaethornis pretrei</i>	1	1	4	3	11	3	6	17	23	5,26	*
<i>Philydor dimidiatus</i>	4	13	4	1	0	1	21	2	23	15,69	**

Tabela 3. Relação das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nas áreas de mata de galeria da região de Brasília - DF (continuação).

Espécies / áreas	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	Mcont.	Misol.	Total	X²	Signif.
<i>Turdus subalaris</i>	0	0	7	9	3	4	7	16	23	3,52	ns
<i>Turdus albicollis</i>	0	3	5	13	0	0	8	13	21	1,19	ns

Observações: Os valores em negrito indicam as frequências que apresentaram diferenças significativas para $p < 0,05$

* = $p < 0,05$

** = $p < 0,01$

ns = diferença não significativa

MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico

MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador)

MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha

MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA

MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico

MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita

Mcont. - matas contínuas (MJBT, MIBG e MMAR)

Misol. - matas isoladas (MEMB, MZOO, MVBT)

Tabela 4. Frequência acumulada das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nos períodos de seca (abril-setembro) e chuva (outubro-março) nas áreas de cerrado da região de Brasília - DF.

Espécie	Seca	Chuva	Total	X²	Signif.
<i>Volatinia jacarina</i>	48	233	281	121,797	**
<i>Elaenia chiriquensis</i>	105	125	230	1,739	ns
<i>Elaenia cristata</i>	62	141	203	71,524	**
<i>Suiriri suiriri</i>	84	91	175	0,280	ns
<i>Neothruapis fasciata</i>	84	65	149	2,422	ns
<i>Phacelodomus rufifrons</i>	82	65	147	1,965	ns
<i>Ammodramus humeralis</i>	28	77	105	22,866	**
<i>Columba picazuro</i>	52	52	104	0,000	ns
<i>Camptostoma obsoletum</i>	62	30	92	11,130	**
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	58	33	91	6,868	**
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	52	29	81	6,530	*
<i>Amazilia lactea</i>	37	35	72	0,055	ns
<i>Colibri serrirostris</i>	32	22	54	1,851	ns
<i>Melanopareia torquata</i>	23	24	47	0,021	ns
<i>Nystalus chacuru</i>	23	20	43	0,209	ns
<i>Crypturellus parvirostris</i>	15	27	42	3,428	ns
<i>Amazona aestiva</i>	14	27	41	4,121	*
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	17	20	37	0,243	ns
<i>Rhynchotus rufescens</i>	18	16	34	0,117	ns
<i>Eupetomena macroura</i>	12	18	30	1,200	ns
<i>Troglodytes aedon</i>	16	14	30	1,333	ns
<i>Emberizoides herbicola</i>	11	17	28	1,285	ns
<i>Colaptes campestris</i>	12	14	26	0,153	ns
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	6	18	24	6,000	*
<i>Elaenia flavogaster</i>	14	9	23	1,086	ns
<i>Zonotrichia capensis</i>	15	8	23	2,130	ns
<i>Tyrannus savanna</i>	7	16	23	3,521	ns

Observações: Os valores em negrito indicam as frequências que apresentaram diferenças significativas para $p < 0,05$,

* = $p < 0,05$

** = $p < 0,01$

ns = diferença não significativa

Tabela 5. Frequência acumulada das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nos períodos de seca (maio-setembro) e chuva (outubro-abril) nas áreas de mata de galeria da região de Brasília - DF.

Espécie	Seca	Chuva	Total	X²	Signif.
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	217	212	429	0,058	ns
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	116	132	248	1,032	ns
<i>Tangara cayana</i>	129	111	240	1,350	ns
<i>Thryothorus leucotis</i>	93	112	205	1,760	ns
<i>Hemithraupis guira</i>	118	82	200	6,480	*
<i>Turdus leucomelas</i>	117	81	198	6,545	*
<i>Coereba flaveola</i>	105	80	185	3,378	ns
<i>Antilophia galeata</i>	84	46	130	11,107	**
<i>Basileuterus flaveolus</i>	55	72	127	2,275	ns
<i>Saltator similis</i>	53	67	120	1,633	ns
<i>Basileuterus leucophrys</i>	45	67	112	4,321	*
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	41	63	104	4,653	*
<i>Saltator maximus</i>	42	30	72	2,000	ns
<i>Picumnus albosquamosus</i>	39	32	71	0,690	ns
<i>Pitangus sulphuratus</i>	41	27	68	2,882	ns
<i>Poecilurus scutatus</i>	31	36	67	0,373	ns
<i>Galbula ruficauda</i>	29	36	65	0,753	ns
<i>Myiopagis viridicata</i>	37	27	64	1,562	ns
<i>Vireo chivi</i>	21	41	62	6,451	*
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	28	33	61	0,409	ns
<i>Brotogeris chiriri</i>	36	22	58	3,379	ns
<i>Tricothraupis melanops</i>	41	16	57	10,964	**
<i>Tersina viridis</i>	39	17	56	8,642	**
<i>Mesembrinibis cayanensis</i>	30	24	54	0,666	ns
<i>Lathrotriccus euleri</i>	33	21	54	2,666	ns
<i>Tyrannus melancholicus</i>	26	27	53	0,188	ns
<i>Arremon flavirostris</i>	23	30	53	0,924	ns
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	28	22	50	0,720	ns
<i>Hylocryptus rectirostris</i>	16	33	49	5,897	*
<i>Eucometis penicillata</i>	25	21	46	0,347	ns
<i>Dysithamnus mentalis</i>	13	31	44	7,363	**
<i>Todirostrum cinereum</i>	21	22	43	0,023	ns
<i>Megarhynchus pitangua</i>	18	21	39	0,230	ns
<i>Thraupis sayaca</i>	19	20	39	0,025	ns
<i>Euphonia chlorotica</i>	21	17	38	0,421	ns
<i>Polioptila dumicola</i>	17	20	37	0,243	ns
<i>Conopophaga lineata</i>	16	21	37	0,675	ns
<i>Parula pitiayumi</i>	18	19	37	0,027	ns
<i>Turdus rufiventris</i>	15	17	32	0,125	ns
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	22	8	30	6,533	*
<i>Elaenia flavogaster</i>	17	12	29	0,862	ns
<i>Turdus amaurochalinus</i>	18	10	28	2,285	ns
<i>Schiffornis virescens</i>	15	10	25	1,000	ns
<i>Lochmias nematura</i>	9	16	25	1,960	ns

Tabela 5. Freqüência acumulada das espécies de aves com 20 ou mais observações (coluna 'Total') nas transeções realizadas nos períodos de seca (maio-setembro) e chuva (outubro-abril) nas áreas de mata de galeria da região de Brasília - DF (continuação).

Espécie	Seca	Chuva	Total	X²	Signif.
<i>Turdus subalaris</i>	21	2	23	15,695	**
<i>Philydor dimidiatus</i>	14	9	23	1,806	ns
<i>Turdus albicollis</i>	14	7	21	2,333	ns

Observações: Os valores em negrito indicam as freqüências que apresentaram diferenças significativas para $p < 0,05$,

* = $p < 0,05$

** = $p < 0,01$

ns = diferença não significativa

Tabela 6. Descrição das variáveis utilizadas na caracterização das espécies selecionadas nas áreas de mata de galeria e cerrado da região de Brasília-DF.

Código	Nome	Descrição
DIETA	Tipo de dieta	Descreve o tipo dominante da dieta das espécies. As categorias tróficas englobam espécies frugívoras (1), granívoras (2), insetívoras (3), nectarívoras (4) e onívoras (5).
DEPEN	Dependência de mata	Indica o nível de associação que uma determinada espécie possui com o ambiente de mata. Escala discreta que varia de 0 (nenhuma dependência) a 3 (total dependência). Para a classificação das espécies segundo esse critério considerou-se a frequência observada nos ambientes de cerrado e mata de galeria para esse estudo.
AMB	Variedade de ambientes ocupados	Indica a variação no número de ambientes ocupados por uma determinada espécie. Escala discreta que varia de 0 (totalmente restrita a um tipo de ambiente) a 3 (ocupação de vários tipos de ambientes).
SOCIA	Tipo de comportamento social	Indica o tipo de comportamento social apresentado pela espécie. Escala discreta que varia de 1 (ocorrência de apenas um indivíduo), 2 (ocorrência aos pares) e 3 (ocorrência em bandos).
POPC	Índice de abundância nas áreas contínuas	Indica o tipo de abundância registrado para as áreas contínuas (de mata ou cerrado). Escala discreta que varia de 1 (espécie pouco abundante, relativamente a esse estudo) a 3 (espécie muito abundante, relativamente a esse estudo).
POPI	Índice de abundância nas áreas isoladas	Idem ao anterior para as áreas isoladas.

Tabela 7. Critérios para caracterização das espécies de aves registradas preferencialmente nas áreas contínuas ou isoladas de cerrado na região de Brasília-DF.

Espécie	Situação	Dieta	Dependência de mata	Ambientes ocupados	Comportamento social	Pop. em áreas contínuas	Pop. em áreas isoladas
<i>Ammodramus humeralis</i>	i	3	1	2	2	1	2
<i>Colaptes campestris</i>	i	3	1	2	3	1	1
<i>Colibri serrirostris</i>	i	4	2	3	1	1	1
<i>Columba picazuro</i>	c	1	2	3	3	2	1
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	c	1	1	2	3	2	1
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	i	3	1	3	3	1	2
<i>Elaenia chiriquensis</i>	c	3	1	2	1	3	2
<i>Elaenia cristata</i>	c	3	1	2	1	3	2
<i>Emberizoides herbicola</i>	i	3	1	2	1	1	1
<i>Eupetomena macroura</i>	i	4	1	3	1	1	1
<i>Melanopareia torquata</i>	c	3	1	1	1	1	1
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	c	3	2	2	1	1	1
<i>Neothraupis fasciata</i>	i	3	1	2	3	2	2
<i>Nystalus chacuru</i>	c	3	1	2	2	1	1
<i>Troglodytes aedon</i>	c	3	1	3	1	1	1
<i>Tyrannus savanna</i>	i	5	1	3	3	1	1
<i>Volatinia jacarina</i>	i	2	1	2	3	1	5
<i>Zonotrichia capensis</i>	i	5	1	3	2	1	1

Observações:

i = ocorrência preferencial em áreas isoladas; c = ocorrência preferencial em áreas contínuas. Ver tabela 2 para testes estatísticos sobre a preferência de áreas.

Tabela 8. Critérios para caracterização das espécies de aves registradas preferencialmente nas áreas contínuas ou isoladas de mata de galeria na região de Brasília-DF.

Espécie	Situação	Dieta	Dependência de mata	Ambientes ocupados	Comportamento social	Pop. em áreas contínuas	Pop. em áreas isoladas
<i>Antilophia galeata</i>	c	1	3	1	1	3	1
<i>Arremon flavirostris</i>	c	3	3	1	2	1	1
<i>Basileuterus flaveolus</i>	c	3	3	2	2	3	1
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	c	3	3	1	3	5	4
<i>Basileuterus leucophrys</i>	c	3	3	1	2	3	1
<i>Brotogeris chiriri</i>	c	1	2	3	3	1	1
<i>Coereba flaveola</i>	i	4	2	3	2	3	4
<i>Conopophaga lineata</i>	i	3	3	1	1	1	1
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	i	3	2	3	1	1	1
<i>Dysithamnus mentalis</i>	i	3	3	1	2	1	1
<i>Galbula ruficauda</i>	i	3	2	2	2	1	1
<i>Hemithraupis guira</i>	c	1	3	2	3	4	3
<i>Hylocryptus rectirostris</i>	i	3	3	1	3	1	3
<i>Megarhyncus pitangua</i>	c	1	2	2	2	1	1
<i>Mesembrinibis cayanensis</i>	i	3	2	2	3	1	3
<i>Myiopagis viridicata</i>	c	3	3	1	1	3	1
<i>Phaethornis pretrei</i>	i	4	2	3	1	1	1
<i>Philydor dimidiatus</i>	c	3	3	1	2	1	1
<i>Picumnus albosquamatus</i>	i	3	2	2	1	1	1
<i>Pitangus sulphuratus</i>	i	5	1	3	2	1	3
<i>Saltator maximus</i>	c	1	3	1	2	3	1
<i>Saltator similis</i>	c	1	2	2	2	3	1
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	c	3	3	2	2	3	1

Tabela 8. Critérios para caracterização das espécies de aves registradas preferencialmente nas áreas contínuas ou isoladas de mata de galeria na região de Brasília-DF (continuação).

Espécie	Situação	Dieta	Dependência de mata	Ambientes ocupados	Comportamento social	Pop. em áreas contínuas	Pop. em áreas isoladas
<i>Thraupis sayaca</i>	c	1	2	3	2	1	1
<i>Todirostrum cinereum</i>	c	3	2	2	2	1	1
<i>Turdus leucomelas</i>	c	5	2	3	2	4	3
<i>Vireo chivi</i>	c	3	3	2	1	3	1

Observações:

i = ocorrência preferencial em áreas isoladas; c = ocorrência preferencial em áreas contínuas. Ver tabela 3 para testes estatísticos sobre a preferência de áreas.

Tabela 9. Síntese da composição das espécies de aves em áreas de cerrado e mata de galeria na região de Brasília-DF em função das características biológicas selecionadas.

Variável	Cerrado				Mata de galeria			
	Isol.	Cont.	Total	%	Isol.	Cont.	Total	%
Dieta								
1 - frugívora	-	2	2	11,1	-	7	7	26,0
2 - granívora	1	-	1	5,5	-	-	-	-
3 - insetívora	5	6	11	61,2	7	9	16	59,2
4 - nectarívora	2	-	2	11,1	2	-	2	7,4
5 - onívora	2	-	2	11,1	1	1	2	7,4
Dependência de mata								
1 - nenhuma	9	6	15	83,3	1	-	1	3,7
2 - parcial	1	2	3	16,7	6	6	12	44,4
3 - total	-	-	-	-	3	11	14	51,9
Ambientes ocupados								
1 - restrita a 1 ambiente	-	1	1	5,6	3	7	10	37,0
2 - ocorrência em 2 ambientes	5	5	10	55,6	3	7	10	37,0
3 - ocorrência em vários ambientes	5	2	7	38,8	4	3	7	26,0
Comportamento social								
1 - indivíduos solitários	3	5	8	44,4	4	3	7	26,0
2 - ocorrência aos pares	2	1	3	16,6	4	11	15	55,5
3 - ocorrência em bandos	5	2	7	39,0	2	3	5	18,5
População em áreas contínuas								
1 - pouco abundante	9	4	13	72,3	9	8	15	55,6
2 - abundância mediana	1	2	3	16,6	-	-	-	-
3 - abundante	-	2	2	11,1	1	8	9	33,3
4 - muito abundante	-	-	-	-	-	2	2	7,4
5 - extremamente abundante	-	-	-	-	-	1	1	3,7
População em áreas isoladas								
1 - pouco abundante	6	6	12	66,7	6	14	20	74,0
2 - abundância mediana	3	2	5	27,8	-	-	-	-
3 - abundante	-	-	-	-	3	2	5	18,5
4 - muito abundante	-	-	-	-	1	1	2	7,5
5 - extremamente abundante	1	-	1	5,5	-	-	-	-

cont.= áreas contínuas; isol.= áreas isoladas

Cerrados contínuos: CJBT, CIBG e CMAR; isolados: CEMB, CINF, CJOQ.

Matas contínuas: MJBT, MIBG e MMAR; isoladas: MEMB, MZOO, MVBT.

Tabela 10. Autovalores para os componentes gerados pela PCA a partir das variáveis que caracterizam as aves das áreas de cerrado.

Componentes	Autovalores	Variância explicada	Autovalor (acumulado)	% variância acumulada
1	1,846	30,8	1,846	30,8
2	1,257	20,9	3,104	51,7
3	1,201	20,0	4,306	71,8
4	0,768	12,8	5,074	84,6
5	0,642	10,7	5,716	95,3
6	0,283	4,7	6,000	100,0

Tabela 11. Correlações entre as variáveis utilizadas para a caracterização das aves do cerrado e os seis componentes gerados pela análise de componentes gerados.

	Cmp1	Cmp2	Cmp3	Cmp4	Cmp5	Cmp6
DIETA	0,732745	-0,315683	-0,428414	0,219929	0,159157	-0,325870
DEPEN	0,302740	0,534916	0,670977	-0,224170	0,273000	-0,217309
AMB	0,597821	-0,285601	0,524089	0,457441	0,126680	0,247128
SOCIA	-0,392116	-0,621814	0,540897	0,030408	-0,335179	-0,231850
POPC	-0,524095	0,499720	-0,017049	0,677732	-0,031288	-0,122532
POPI	-0,657680	-0,392580	-0,000964	-0,000555	0,642908	-0,002584
Variância explicada	1,846930	1,257851	1,201278	0,768118	0,642562	0,283262
Proporção						
Total	0,307822	0,209642	0,200213	0,128020	0,107094	0,047210

Obs.: os valores em negrito indicam uma correlação acima de 70%. Ver tabela X para significado das variáveis utilizadas.

Tabela 12. Autovalores para os componentes gerados pela PCA a partir das variáveis que caracterizam as aves das áreas de mata.

Componentes	Autovalores	Variância explicada	Autovalor (acumulado)	% variância acumulada
1	2,086	34,8	2,086	34,8
2	1,770	29,5	3,856	64,3
3	1,069	17,8	4,926	82,1
4	0,732	12,2	5,659	94,3
5	0,210	3,5	5,869	97,8
6	0,130	2,2	6,000	100,0

Tabela 13. Correlações entre as variáveis utilizadas para a caracterização das aves da mata de galeria e os seis componentes gerados pela análise de componentes gerados.

	Cmp1	Cmp2	Cmp3	Cmp4	Cmp5	Cmp6
DIETA	0,492254	0,157304	-0,766140	0,338443	-0,161370	0,073400
DEPEN	-0,920533	0,152418	-0,196410	0,085181	-0,190555	-0,217356
AMB	0,868293	-0,058011	0,127455	-0,394808	-0,212996	-0,158800
SOCIA	0,045301	0,716285	0,587927	0,297715	-0,205081	0,092370
POPC	-0,343918	0,658211	-0,270327	-0,596663	-0,038157	0,133940
POPI	0,349497	0,878880	-0,097106	0,102808	0,243587	-0,161516
Variância Explicada	2,086107	1,770078	1,069956	0,732883	0,210568	0,130408
Proporção						
Total	0,347685	0,295013	0,178326	0,122147	0,035095	0,021735

Obs.: os valores em negrito indicam uma correlação acima de 70%. Ver tabela X para significado das variáveis utilizadas.

Tabela 14. Densidade média das espécies observadas por meio das transeções nos cerrados contínuos, isolados, média geral, e área requerida para sustentar 500 indivíduos.

Espécies	Total de registros	Densidade (ind./ha)			Área/500 ind.
		Contínuo	Isolado	Média	
<i>Volatinia jacarina</i>	281	0,2	2,9	1,6	320,3
<i>Elaenica chiriquensis</i>	230	1,5	1,1	1,3	391,3
<i>Elaenia cristata</i>	203	1,5	0,8	1,1	443,3
<i>Suiriri suiriri</i>	175	1,1	0,8	1,0	514,3
<i>Neothraupis fasciata</i>	149	0,6	1,1	0,8	604,0
<i>Phacelodomus rufifrons</i>	147	0,8	0,8	0,8	612,2
<i>Ammodramus humeralis</i>	105	0,2	1,0	0,6	857,1
<i>Columba picazuro</i>	104	0,7	0,5	0,6	865,4
<i>Camptostoma obsoletum</i>	92	0,4	0,6	0,5	978,3
<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	91	0,4	0,6	0,5	989,0
<i>Cyanocorax cristatellus</i>	81	0,6	0,3	0,5	1111,1
<i>Amazilia lactea</i>	72	0,3	0,5	0,4	1250,0
<i>Colibri serrirostris</i>	54	0,2	0,4	0,3	1666,7
<i>Melanopareia torquata</i>	47	0,4	0,1	0,3	1914,9
<i>Nystalus chacuru</i>	43	0,3	0,1	0,2	2093,0
<i>Crypturellus parvirostris</i>	42	0,2	0,2	0,2	2142,9
<i>Amazona aestiva</i>	41	0,3	0,2	0,2	2195,1
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	37	0,2	0,2	0,2	2432,4
<i>Rhynchotus rufescens</i>	34	0,2	0,2	0,2	2647,1
<i>Eupetomena macroura</i>	30	0,1	0,3	0,2	3000,0
<i>Troglodytes aedon</i>	30	0,3	0,1	0,2	3000,0
<i>Emberizoides herbicola</i>	28	0,1	0,2	0,2	3214,3
<i>Colaptes campestris</i>	26	0,1	0,2	0,1	3461,5
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	24	0,2	0,1	0,1	3750,0
<i>Elaenia flavogaster</i>	23	0,2	0,1	0,1	3913,0
<i>Zonotrichia capensis</i>	23	0,1	0,2	0,1	3913,0
<i>Tyrannus savanna</i>	23	0,0	0,3	0,1	3913,0
<i>Buteo magnirostris</i>	17	0,1	0,1	0,1	5294,1
<i>Polyborus plancus</i>	17	0,1	0,1	0,1	5294,1
<i>Tangara cayana</i>	17	0,2	0,0	0,1	5294,1
<i>Mimus saturninus</i>	14	0,0	0,1	0,1	6428,6
<i>Amazilia versicolor</i>	11	0,1	0,0	0,1	8181,8
<i>Phacelodomus ruber</i>	10	0,1	0,0	0,1	9000,0
<i>Thraupis palmarum</i>	10	0,1	0,0	0,1	9000,0
<i>Sicalis citrina</i>	10	0,1	0,0	0,1	9000,0
<i>Hemithraupis guira</i>	9	0,1	0,0	0,1	10000,0
<i>Tyrannus melancholicus</i>	9	0,1	0,0	0,1	10000,0

Área média (em ha)

3505,0

Obs.: cerrados contínuos (CJBT, CIBG, CMAR); cerrados isolados (CEMB, CJOQ, CINF). A coluna total refere-se à frequência acumulada das transeções realizadas. Foram consideradas somente as espécies com densidade igual ou superior a 0,1 ind./ha.

Tabela 15. Densidade média das espécies observadas por meio das transeções nas matas contínuas, isoladas, média geral, e área requerida para sustentar 500 indivíduos.

Espécies	Total de registros	Densidade (ind./ha)			Área/500 ind.
		Contínua	Isolada	Média	
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	429	2,9	1,9	2,4	209,8
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	248	1,4	1,4	1,4	362,9
<i>Tangara cayana</i>	240	1,2	1,5	1,3	375,0
<i>Thryothorus leucotis</i>	205	1,3	1,0	1,1	439,0
<i>Hemithraupis guira</i>	200	1,3	0,9	1,1	450,0
<i>Turdus leucomelas</i>	198	1,3	0,9	1,1	454,5
<i>Coereba flaveola</i>	185	0,8	1,2	1,0	486,5
<i>Antilophia galeata</i>	130	1,0	0,4	0,7	692,3
<i>Basileuterus flaveolus</i>	127	1,0	0,4	0,7	708,7
<i>Saltator similis</i>	120	0,9	0,5	0,7	750,0
<i>Basileuterus leucophrys</i>	112	1,0	0,3	0,6	803,6
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	104	0,7	0,4	0,6	865,4
<i>Saltator maximus</i>	72	0,6	0,2	0,4	1250,0
<i>Picumnus albosquamosus</i>	71	0,3	0,5	0,4	1267,6
<i>Pitangus sulphuratus</i>	68	0,0	0,7	0,4	1323,5
<i>Poecilurus scutatus</i>	67	0,3	0,4	0,4	1343,3
<i>Galbula ruficauda</i>	65	0,2	0,5	0,4	1384,6
<i>Myiopagis viridicata</i>	64	0,6	0,1	0,4	1406,3
<i>Vireo chivi</i>	62	0,6	0,1	0,3	1451,6
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	61	0,2	0,5	0,3	1475,4
<i>Brotogeris chiriri</i>	58	0,4	0,2	0,3	1551,7
<i>Tricothraupis melanops</i>	57	0,3	0,4	0,3	1578,9
<i>Tersina viridis</i>	56	0,3	0,4	0,3	1607,1
<i>Mesembrinibis cayanensis</i>	54	0,0	0,6	0,3	1666,7
<i>Lathrotriccus euleri</i>	54	0,3	0,3	0,3	1666,7
<i>Tyrannus melancholicus</i>	53	0,3	0,3	0,3	1698,1
<i>Arremon flavirostris</i>	53	0,4	0,2	0,3	1698,1
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	50	0,3	0,2	0,3	1800,0
<i>Hylocryptus rectirostris</i>	49		0,5	0,3	1836,7
<i>Eucometis penicillata</i>	46	0,3	0,2	0,3	1956,5
<i>Dysithamnus mentalis</i>	44	0,1	0,4	0,2	2045,5
<i>Todirostrum cinereum</i>	43	0,4	0,0	0,2	2093,0
<i>Megarhynchus pitangua</i>	39	0,3	0,1	0,2	2307,7
<i>Thraupis sayaca</i>	39	0,3	0,1	0,2	2307,7
<i>Euphonia chlorotica</i>	38	0,3	0,1	0,2	2368,4
<i>Polioptila dumicola</i>	37	0,1	0,3	0,2	2432,4
<i>Conopophaga lineata</i>	37	0,1	0,3	0,2	2432,4
<i>Parula pitiayumi</i>	37	0,3	0,1	0,2	2432,4
<i>Turdus rufiventris</i>	32	0,1	0,2	0,2	2812,5
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	30	0,2	0,2	0,2	3000,0
<i>Elaenia flavogaster</i>	29	0,1	0,2	0,2	3103,4
<i>Turdus amaurochalinus</i>	28	0,1	0,2	0,2	3214,3
<i>Schiffornis virescens</i>	25	0,2	0,1	0,1	3600,0
<i>Lochmias nematura</i>	25	0,1	0,1	0,1	3600,0
<i>Phaethornis pretrei</i>	23	0,1	0,2	0,1	3913,0

Tabela 15. Densidade média das espécies observadas por meio das transeções nas matas contínuas, isoladas, média geral, e área requerida para sustentar 500 indivíduos (continuação).

Espécies	Total de registros	Densidade (ind./ha)			Área/500 ind.
		Contínua	Isolada	Média	
<i>Turdus subalaris</i>	23	0,1	0,2	0,1	3913,0
<i>Philydor dimidiatus</i>	23	0,2	0,0	0,1	3913,0
<i>Turdus albicollis</i>	21	0,1	0,1	0,1	4285,7
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	19	0,2		0,1	4736,8
<i>Piaya cayana</i>	19	0,1	0,1	0,1	4736,8
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	19	0,0	0,2	0,1	4736,8
<i>Tachyphonus coronatus</i>	19	0,2	0,0	0,1	4736,8
<i>Leptotila verreauxi</i>	18	0,1	0,1	0,1	5000,0
<i>Amazona amazonica</i>	18	0,0	0,2	0,1	5000,0
<i>Amazilia lactea</i>	18	0,1	0,1	0,1	5000,0
<i>Corythopsis delalandi</i>	18	0,0	0,2	0,1	5000,0
<i>Neopelma pallescens</i>	18	0,1	0,1	0,1	5000,0
<i>Philydor rufus</i>	18	0,2	0,0	0,1	5000,0
<i>Colonia colonus</i>	17	0,1	0,1	0,1	5294,1
<i>Colibri serrirostris</i>	16	0,2	0,0	0,1	5625,0
<i>Platyrinchus mytaceus</i>	16	0,2		0,1	5625,0
<i>Columba speciosa</i>	16	0,2		0,1	5625,0
<i>Amazona aestiva</i>	13	0,1	0,0	0,1	6923,1
<i>Empidonomus varius</i>	13	0,1	0,1	0,1	6923,1
<i>Thlypopsis sordida</i>	11		0,1	0,1	8181,8
<i>Columba picazuro</i>	10	0,1	0,0	0,1	9000,0
<i>Stelgidoteryx ruficollis</i>	9		0,1	0,1	10000,0
<i>Dacnis cayana</i>	9	0,0	0,1	0,1	10000,0
<i>Penelope superciliaris</i>	9	0,1		0,1	10000,0

Área média (em ha)

3195,4

Obs.: matas contínuas (MJBT, MIBG, MMAR); matas isoladas (MEMB, MZOO, MVBT). A coluna total refere-se à frequência acumulada das transeções realizadas. Foram consideradas somente as espécies com densidade igual ou superior a 0,1 ind./ha.

ANEXO 3

LISTA DE AVES

Lista das espécies de aves observadas em 12 áreas nativas (cerrado e mata de galeria) na região de Brasília-DF, durante o período de julho/98 a outubro/99. A lista segue a nomenclatura e a ordem filogenética proposta por Sick (1997).

ORDEM

Família

Sub-família

Espécie

	Mata de galeria				Cerrado							
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ

TINAMIFORMES

Tinamidae

Crypturellus undulatus

x x x x x

jaó

Crypturellus parvirostris

x x x x x x

Inhambu-chororó

Rhynchotus rufescens

x x x x x

perdiz

Nothura maculosa

x x x

codorna-comum

PELECANIFORMES

Phalacrocoracidae

Phalacrocorax brasilianus

x x

biguá

CICONIIFORMES

Ardeidae

Ardea cocoi

x x

socó-grande

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Casmerodius albus</i> garça-branca-grande					X					X		X
<i>Bubulcus ibis</i> garça-vaqueira										X		
<i>Butorides striatus</i> socozinho					X				X			
<i>Pilherodius pileatus</i> garça-real			X			X						
Threskiornithidae												
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> corocoró	X	X	X	X	X	X				X		
Cathartidae												
<i>Sarcoramphus papa</i> urubu-rei		X										
<i>Coragyps atratus</i> urubu-comum			X	X	X			X		X		
ANSERIFORMES												
Anatidae												
<u>Anatinae</u>												
<i>Amazonetta brasiliensis</i> pé-vermelho			X		X	X				X		
FALCONIFORMES												
Accipitridae												
<i>Elanus leucurus</i> gavião-peneira							X	X		X		X

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Buteo albicaudatus</i> gavião-de-rabo-branco			X	X			X		X			
<i>Buteo magnirostris</i> gavião-carijó	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
<i>Buteogallus meridionalis</i> gavião-caboclo					X		X	X		X		X
Pandionidae												
<i>Pandion haliaetus</i> águia-pescadora								X				
Falconidae												
<i>Herpetotheres cachinnans</i> acauã		X	X					X	X			
<i>Milvago chimachima</i> carrapateiro		X		X	X		X	X	X	X	X	
<i>Polyborus plancus</i> caracará			X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Falco femoralis</i> falcão-de-coleira							X			X		X
<i>Falco sparverius</i> quiriquiri							X		X	X		X
GALLIFORMES												
Cracidae												
<i>Penelope superciliaris</i> jacupemba	X	X	X	X			X	X				

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
GRUIFORMES												
Aramidae												
<i>Aramus guarauna</i> carão					X							
Rallidae												
<i>Rallus nigricans</i> saracura-sanã			X									
<i>Aramides cajanea</i> três-potes					X							
<i>Porzana albicollis</i> sanã-carijó			X			X						
<i>Gallinula chloropus</i> frango-d'água-comum			X									
Cariamidae												
<i>Cariama cristata</i> seriema		X				X	X	X	X	X	X	
CHARADRIIFORMES												
Charadriidae												
<i>Vanellus chilensis</i> quero-quero									X	X	X	X
Scolopacidae												
<i>Tringa solitaria</i> maçarico-solitário					X							

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
COLUMBIFORMES												
Columbidae												
<i>Columba livia domestica</i> pombo-doméstico												X
<i>Columba speciosa</i> pomba-trocal	X	X	X					X				
<i>Columba picazuro</i> asa-branca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Columba cayennensis</i> pomba-galega	X							X				
<i>Columba plumbea</i> pomba-amargosa	X				X							
<i>Zenaida auriculata</i> avoante						X			X			X
<i>Columbina talpacoti</i> rolinha	X		X	X	X	X			X	X	X	X
<i>Scardafella squammata</i> fogo-apagou				X	X	X			X	X		
<i>Leptotila verreauxi</i> juriti		X	X	X	X	X						
PSITTACIFORMES												
Psittacidae												
<i>Ara ararauna</i> arara-de-barriga-amarela									X			
<i>Diopsitta nobilis</i> maracanã-nobre	X	X	X		X			X	X	X		
<i>Aratinga leucophthalmus</i> periquitão-maracanã	X		X			X	X	X	X		X	X

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Aratinga aurea</i> periquito-rei		X				X	X	X	X		X	X
<i>Forpus xanthopterygius</i> tuim	X	X		X	X							
<i>Brotogeris chiriri</i> periquito-de-encontro-amarelo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Amazona xanthops</i> papagaio-galego	X		X							X		X
<i>Amazona aestiva</i> papagaio-verdadeiro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Amazona amazonica</i> curica	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X

CUCULIFORMES

Cuculidae

<i>Coccyzus melacoryphus</i> papa-lagarta					X							
<i>Piaya cayana</i> alma-de-gato	X	X	X	X	X	X					X	
<i>Crotophaga ani</i> anu-preto					X	X				X	X	X
<i>Guira guira</i> anu-branco									X	X	X	X
<i>Tapera naevia</i> saci					X		X			X		

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
STRIGIFORMES												
Tytonidae												
<i>Tyto alba</i> suindara							X					
Strigidae												
<i>Otus choliba</i> corujinha-do-mato							X					
<i>Speotyto cunicularia</i> buraqueira					X	X				X		X
CAPRIMULGIDAE												
Nyctibiidae												
<i>Nyctibius griseus</i> urutau							X				X	
Caprimulgidae												
<i>Lurocalis semitorquatus</i> tuju	X											
<i>Podager nacunda</i> corucão							X					
<i>Nyctidromus albicollis</i> curiango	X	X	X		X		X					
<i>Nyctiphrynus ocellatus</i> bacurau-ocelado	X											
<i>Caprimulgus maculicaudus</i> bacurau-rabo-maculado	X						X					
<i>Caprimulgus parvulus</i> bacurau-pequeno	X						X					

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Hydropsalis brasiliana</i> bacurau-tesoura							x					
APODIFORMES												
Apodidae												
<i>Reinarda squamata</i> tesourinha	x		x	x				x	x			
Trochilidae												
<i>Phaethornis pretrei</i> balança-rabo-de-sobre-amarelo	x	x	x	x	x	x		x		x		
<i>Eupetomena macroura</i> tesourão	x	x			x	x		x	x	x	x	x
<i>Colibri serrirostris</i> beija-flor-de-orelha-violeta	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Antracothorax nigricollis</i> beija-flor-preto					x			x				
<i>Chlorostilbon aureoventris</i> besourinho-de-bico-vermelho	x		x	x	x		x		x			
<i>Thalurania furcata</i> beija-flor-tesoura-verde		x	x	x				x				
<i>Amazilia versicolor</i> beija-flor-de-banda-branca	x				x		x	x	x	x	x	
<i>Amazilia lactea</i> beija-flor-de-peito-azul	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Heliactin cornuta</i> chifre-de-ouro									x			

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
CORACIIFORMES												
Alcedinidae												
<i>Ceryle torquata</i> martim-pescador-grande				X	X							
<i>Chloroceryle amazona</i> martim-pescador-verde			X		X							
<i>Chloroceryle americana</i> martim-pescador-pequeno					X			X				
Momotidae												
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> juruva	X	X		X								
PICIFORMES												
Galbulidae												
<i>Galbula ruficauda</i> bico-de-agulha-de-rabo-vermelho	X	X	X	X	X	X						
Bucconidae												
<i>Nystalus chacuru</i> joão-bobo					X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nystalus maculatus</i> rapazinho-dos-velhos		X					X					
Ramphastidae												
<i>Ramphastus dicolorus</i> tucano-de-bico-verde	X	X	X	X		X			X			
<i>Ramphastus toco</i> tucanuçu						X	X	X	X	X		X

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
Picidae												
<i>Picumnus albosquamatus</i> pica-pau-anão-escamado	x	x	x	x	x	x						
<i>Colaptes campestris</i> pica-pau-do-campo					x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Colaptes melanochloros</i> pica-pau-verde-barrado		x	x	x	x	x		x		x		
<i>Dryocopus lineatus</i> pica-pau-de-banda-branca						x		x				
<i>Melanerpes candidus</i> birro						x			x			x
<i>Veniliornis passerinus</i> picapauzinho-anão	x	x	x	x	x	x						
<i>Picoides mixtus</i> pica-pau-chorão								x		x	x	
<i>Campephilus melanoleucus</i> pica-pau-de-topete-vermelho		x	x		x			x		x		
PASSERIFORMES												
Rhynocriptydae												
<i>Melanopareia torquata</i> tapaculo-de-colarinho							x	x	x	x	x	x
<i>Scytalopus novacapitalis</i> tapaculo				x								
Thamnophilidae												
<i>Thamnophilus caerulescens</i> choca-da-mata	x	x	x	x	x	x						
<i>Thamnophilus torquatus</i> choca-de-asa-vermelha								x				x

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Dysithmanus mentalis</i> choquinha-lisa			X	X								
<i>Herpsilochmus atricapillus</i> chororozinho-de-chapéu-perto	X	X	X	X	X	X						
Conopophagidae												
<i>Conopophaga lineata</i> chupa-dente		X	X	X		X						
Furnariidae												
<u>Furnariinae</u>												
<i>Furnarius rufus</i> joão-de-barro					X	X		X	X	X	X	X
<u>Synallaxinae</u>												
<i>Synallaxis spixi</i> joão-teneném							X	X	X		X	
<i>Synallaxis frontalis</i> petrim	X	X	X		X			X	X	X		
<i>Synallaxis albescens</i> ui-pi					X		X	X	X	X		X
<i>Poecilurus scutatus</i> estrelinha-preta	X	X	X	X	X	X		X				
<i>Phacellodomus rufifrons</i> joão-de-pau							X	X	X	X	X	
<i>Phacellodomus ruber</i> graveteiro						X		X				

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
Philydorinae												
<i>Philydor dimidiatus</i> limpa-folha-do-brejo	x	x	x	x		x						
<i>Philydor rufus</i> limpa-folha-de-testa-baia	x	x	x	x		x						
<i>Hylocryptus rectirostris</i> fura-barreira		x		x	x	x						
<i>Xenops rutilans</i> bico-virado-carijó		x	x	x	x							
<i>Lochmias nematura</i>	x	x	x	x	x	x						
Dendrocolaptidae												
<i>Sittasomus griseicapillus</i> arapaçu-verde	x	x	x	x		x						
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> arapaçu-grande			x									
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> arapaçu-do-cerrado		x					x	x		x	x	
<i>Lepidocolaptes fuscus</i> arapaçu-rajado			x	x								
Tyrannidae												
Tyranninae												
<i>Suiriri suiriri</i> suiriri-cinzento							x	x	x	x	x	
<i>Elaenia flavogaster</i> maria-já-é-dia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Elaenia obscura</i> tucão		x										

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Elaenia cristata</i> guaracava-de-topete-uniforme							X	X	X	X	X	X
<i>Elaenia chiriquensis</i> guaracava		X					X	X	X	X	X	X
<i>Elaenia</i> sp. guaracava		X	X				X	X	X	X	X	
<i>Myiopagis viridicata</i> guaracava-de-olheiras	X	X	X	X	X	X						
<i>Camptostoma obsoletum</i> risadinha			X		X		X	X	X	X	X	X
<i>Phyllomyias fasciatus</i> piolhinho-verdoso	X	X	X	X								
<i>Phylloscartes</i> (?) sp. caga-sebo			X									
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> cabeçudo	X	X	X	X	X	X						
<i>Mionectes rufiventris</i> supi-de-cabeça-cinza	X											
<i>Myiornis auricularis</i> miudinho				X								
<i>Todirostrum plumbeiceps</i> ferreirinho-de-cara-canela		X	X									
<i>Todirostrum cinereum</i> relógio	X	X	X	X	X							
<i>Corythopsis delalandi</i> estalador			X	X								
<i>Platyrinchus mystaceus</i> patinho	X		X	X								

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Myiophobus fasciatus</i> filipe			X		X			X			X	
<i>Lathrotriccus euleri</i> enferrujado	X	X	X	X	X	X						
<i>Contopus cinereus</i> papa-moscas-cinzento		X										
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> guaracavuçu		X	X	X								
<i>Xolmis cinerea</i> maria-branca										X		X
<i>Xolmis velata</i> noivinha-branca										X		
<i>Colonia colonus</i> viuvinha	X	X	X	X	X	X						
<i>Knipolegus lophotes</i> maria-preta-de-penacho										X		
<i>Casiornis rufa</i> caneleiro		X					X					
<i>Myiarchus tyrannulus</i> maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado			X				X	X				X
<i>Myiarchus ferox</i> maria-cavaleira	X	X	X		X	X		X				X
<i>Syristes sibilator</i> gritador				X						X	X	
<i>Megarhynchus pitangua</i> bem-te-vi-de-bico-chato	X	X	X	X	X	X			X		X	
<i>Pitangus sulphuratus</i> bem-te-vi	X		X	X	X	X		X		X	X	X
<i>Myiozetetes cayanensis</i> bem-te-vizinho-asa-ferruginea			X									

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Myiodynastes maculatus</i> bem-te-vi-rajado		X		X	X	X						
<i>Empidonomus varius</i> peitica	X	X	X	X	X	X		X				
<i>Tyrannus melancholicus</i> suiriri	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Tyrannus albogularis</i> suiriri-de-garganta-branca			X					X				
<i>Tyrannus savanna</i> tesoura			X		X	X		X	X	X	X	X
<i>Pachyramphus polycopterus</i> caneleiro-preto							X					
<i>Pachyramphus rufus</i> caneleiro-de-chapéu-preto		X										
Piprinae												
<i>Schiffornis virescens</i> flautim	X	X	X	X								
<i>Neopelma pallescens</i> fruxu			X	X								
<i>Antilophia galeata</i> soldadinho	X	X	X	X	X	X						
Corvidae												
<i>Cyanocorax cristatellus</i> gralha-do-campo	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> cancã					X							

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
Hirundinidae												
<i>Phaeoprogne tapera</i> andorinha-do-campo							X	X	X	X		X
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i> andorinha-pequena-de-casa	X	X				X	X	X			X	X
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> andorinha-serrador			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stelgidopteryx fucata</i> andorinha-morena								X	X			X
Troglodytidae												
<i>Thryothorus leucotis</i> garrinchão-de-barriga-vermelha	X	X	X	X	X	X				X		
<i>Troglodytes aedon</i> corruíra		X			X	X	X	X	X	X	X	X
Sylviidae												
<i>Polioptila dumicola</i> balança-rabo-de-chapéu-preto	X	X	X	X	X	X					X	
Turdidae												
<i>Turdus rufiventris</i> sabiá-laranjeira	X	X	X	X	X	X		X		X		
<i>Turdus amaurochalinus</i> sabiápoca	X	X	X	X	X	X						
<i>Turdus leucomelas</i> sabiá-barranco	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
<i>Turdus albicollis</i> sabiá-coleira	X	X	X	X								

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria						Cerrado					
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Turdus subalaris</i> sabiá-ferreiro	x	x	x	x	x	x						
Mimidae												
<i>Mimus saturninus</i> sabiá-do-campo					x	x	x	x	x	x	x	x
Motacilidae												
<i>Anthus lutescens</i> caminheiro-zumbidor								x		x		
Vireonidae												
<i>Cyclarhis gujanensis</i> pitiguari	x	x	x	x	x	x	x		x		x	
<i>Vireo olivaceus</i> juruviara	x	x	x	x								
<i>Hylophilus poeilotis</i> verdinho-coroadado								x				
Emberizidae												
Parulinae												
<i>Parula pitiayumi</i> mariquita	x	x	x	x	x	x			x			
<i>Geothlyps aequinoctialis</i> pia-cobra			x		x	x		x				x
<i>Basileuterus hypoleucus</i> pichito	x	x	x	x	x	x			x			
<i>Basileuterus flaveolus</i> canário-do-mato	x	x	x	x		x		x				

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Basileuterus leucophrys</i> pula-pula-de-sobrancelha	x	x	x			x						
<u>Thraupinae</u>												
<i>Dacnis cayana</i> saí-azul	x	x	x	x	x							
<u>Coerebinae</u>												
<i>Coereba flaveola</i> cambacica	x	x	x	x	x	x						x
<i>Hemithraupis guira</i> saíra-de-papo-preto	x	x	x	x	x	x	x	x				
<i>Nemosia pileata</i> saíra-de-chapéu-preto				x								
<i>Thlypopsis sordida</i> canário-sapé					x							
<i>Tangara cayana</i> Sanhaço-cara-suja	x	x	x	x	x	x		x			x	
<i>Euphonia chlorotica</i> vi-vi	x	x	x	x	x	x	x		x		x	
<i>Tersina viridis</i>	x	x	x	x	x	x		x			x	
<u>Catamblyrhynchinae</u>												
<i>Thraupis palmarum</i> sanhaço-do-coqueiro		x				x		x				
<i>Thraupis sayaca</i> sanhaço-cinzento	x	x	x		x	x	x	x			x	x
<i>Piranga flava</i> sanhaço-de-fogo	x		x				x					

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<i>Ramphocelus carbo</i> pipira-vermelha					x							
<i>Eucometis penicillata</i> pipira-da-taoca	x	x	x	x		x						
<i>Tachyphonus coronatus</i> tiê-preto	x	x	x	x	x	x						
<i>Trichothraupis melanops</i> tiê-de-topete	x	x	x	x		x						
<i>Pyrrhochroma ruficeps</i> cabecinha-castanha	x			x								
<i>Schistochlamys melanopsis</i> sanhaço-de-coleira								x				
<i>Neothraupis fasciata</i> cigarra-do-campo							x	x	x	x	x	x
<i>Cypsnagra hirundinacea</i> bandoleta							x	x	x	x	x	x
<u>Icterinae</u>												
<i>Gnorimopsar chopi</i> graúna						x			x			
<i>Molothrus bonariensis</i> gaudério					x						x	x
<u>Cardinalinae</u>												
<i>Saltator similis</i> trinca-ferro-verdadeiro	x	x	x	x	x	x		x	x			
<i>Saltator maximus</i> tempera-viola	x	x	x	x		x						
<i>Saltator atricollis</i> bico-de-pimenta				x				x	x	x	x	x

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<u>Emberizinae</u>												
<i>Porphyrospiza caerulescens</i> campainha-azul									X			
<i>Volatinia jacarina</i> tiziú					X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sporophila nigricollis</i> baiano	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Sporophila caerulescens</i> coleirinho					X	X						
<i>Sporophila plumbea</i> patativa-verdadeira								X	X	X		X
<i>Sporophila</i> sp. papa-capim					X				X			X
<i>Arremon flavirostris</i> tico-tico-do-mato-de-bico-amarelo	X	X	X	X	X	X						
<i>Zonotrichia capensis</i> tico-tico	X	X	X			X		X	X	X	X	X
<i>Ammodramus humeralis</i> canário-rasteiro							X	X	X	X	X	X
<i>Emberizoides herbicola</i> canário-do-campo				X			X	X	X	X	X	X
<i>Coryphaspiza melanotis</i> tico-tico-do-campo												X
<i>Coryphospingus cucullatus</i> tico-tico-rei	X											
<i>Sicalis citrina</i> canário-rasteiro						X		X	X	X		

(Lista de aves, continuação...)

	Mata de galeria					Cerrado						
	MJBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO	MVBT	CJBT	CIBG	CMAR	CEMB	CINF	CJOQ
<u>Carduelinae</u>												
<i>Estrilda astrild</i> bico-de-lacre						x						
<i>Passer domesticus</i> pardal						x						x

Legenda das áreas de amostragem:

Áreas de mata de galeria:

- MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico
- MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador)
- MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha
- MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupra - EMBRAPA
- MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico
- MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita

Áreas de cerrado

- CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico
- CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador)
- CMAR - Cerrado do Centro de Instrução e Adestramento de Brasília (área da Marinha)
- CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupra - EMBRAPA
- CINF - Cerrado da Infraero
- CJOQ - Cerrado do Joquey Club

Total de espécies: 231

Capítulo 2

A fragmentação do Cerrado na região de Brasília-DF e a diversidade de aves

RESUMO

Os efeitos da fragmentação de hábitat sobre as comunidades de aves de mata de galeria e cerrado sentido restrito foram avaliados na região de Brasília-DF. A riqueza de espécies para cada uma dessas fisionomias foi avaliada por meio de transeções realizadas em 12 sítios de amostragem (seis de mata e seis de cerrado) ao longo de um período de 12 meses (julho/98 a junho/99). As matas de galeria e os cerrados amostrados foram agrupados em função do isolamento, existindo seis áreas contínuas (três de mata e três de cerrado) e seis áreas isoladas (três de mata e três de cerrado).

Nas análises da paisagem neste estudo, foi considerada uma área de 34x38km que englobou a porção sul da cidade de Brasília-DF (15°44'57"-16°05'27"S, 47°47'59"-48°06'20"W). A partir do uso de imagens do satélite Landsat TM, classificadas em 10 diferentes tipos de uso da terra, foram extraídos parâmetros para caracterizar a estrutura da matriz de paisagem situada no entorno imediato dos fragmentos (até uma faixa de 2,5 km) e parâmetros sobre o estado de fragmentação (área nativa remanescente e número de fragmentos de cada ambiente) e medidas da heterogeneidade espacial. Além desses dados, a estrutura da vegetação em cada sítio de amostragem da diversidade de aves também foi avaliada.

O cerrado sentido restrito forma a fisionomia mais afetada pela fragmentação e as estimativas indicam que houve uma perda de 72% de sua área original na paisagem analisada e quase a metade dos fragmentos existentes (48.2%) encontram-se concentrados na Área de Proteção Ambiental Cabeça do Veado. Essa unidade de conservação engloba cerca de 12% das matas de galeria, um ambiente que apresenta uma distribuição mais uniforme na paisagem de Brasília. Para a região de Brasília-DF, não foram encontradas correlações significativas entre a riqueza de espécies e o tamanho das áreas amostradas de mata de galeria e para o cerrado sentido restrito.

As matas de galeria contínuas e isoladas podem ser caracterizadas em função da estrutura da vegetação, sendo que matas contínuas são mais relacionadas entre si do que com matas isoladas. Esse mesmo padrão foi obtido nas análises de similaridade na composição de espécies, onde matas contínuas possuem uma avifauna mais semelhante entre si do que com matas isoladas. Para o cerrado, entretanto, não foi obtido o mesmo resultado e atribuiu-se essa diferença à incidência de impactos secundários como a ocorrência de queimadas. Cinco das seis áreas de cerrado amostradas foram atingidas por queimadas durante o período do estudo.

Tanto a mata de galeria quanto o cerrado sentido restrito são influenciados pela estrutura da paisagem, sendo que em ambos houve uma correlação significativa entre a riqueza de espécies de aves e a quantidade de áreas nativas ou urbanas no entorno. A riqueza de espécies de aves das matas de galeria é proporcional à quantidade de cerrado sentido restrito presente no seu entorno e inversamente proporcional à presença de áreas urbanas de baixa densidade (áreas residenciais em geral). Para o cerrado, as correlações foram significativas apenas para a presença de cerrados densos no entorno.

A riqueza de espécies está positivamente correlacionada com o grau de homogeneidade dos cerrados existentes na paisagem. Para as matas de galeria não foram encontradas correlações significativas entre a riqueza de espécies de aves presente e as medidas de heterogeneidade.

Os resultados indicam que as diferentes influências da estrutura da vegetação, matriz de paisagem e nível de fragmentação regional sobre as comunidades de aves requerem a adoção de distintas estratégias para a conservação do cerrado sentido restrito e da mata de galeria. A manutenção da diversidade de aves em áreas de cerrado sentido restrito está mais relacionada com a existência de outros fragmentos nas proximidades. A manutenção do mosaico natural de ambiente é a característica mais importante a ser observada para a conservação das matas de galeria em paisagens fragmentadas.

INTRODUÇÃO

O termo fragmentação de hábitat tem sido usado na literatura científica para definir "a modificação ou remoção de grandes áreas de vegetação natural que resulta na criação de um mosaico de ambientes fragmentados e isolados" (Kattan *et al.* 1994), ou "processo de subdivisão de hábitats contínuos em pequenas porções" (Andrén 1994, Wiens 1994), ou "perturbações externas que alteram grande áreas contínuas, criando vários fragmentos isolados ou debilmente conectados, os quais ficam inseridos em um mosaico formado por outros tipos de ambientes" (Wiens 1989) ou simplesmente "quebra de uma continuidade" (Lord & Norton 1990).

Esse processo pode ocorrer naturalmente (pela ação do fogo, vendavais, movimentação de dunas, mudanças em cursos d'água, inundações) ou provocada pela ocupação humana (Wiens 1989). Nos casos onde há interferência antrópica, os ecossistemas (entendidos como elementos não escalares que constituem uma paisagem [Forman & Godron 1986]) são invariavelmente reduzidos a pequenas áreas desconectadas e dispersas em paisagens onde predominam as atividades antrópicas. A redução das áreas nativas chega a atingir valores críticos em várias regiões do mundo. Estima-se que mais de 60% das florestas tropicais já tenham sido destruídas (Mittermeier *et al.* 1997) e casos como a Mata Atlântica brasileira são dos mais preocupantes. Desta forma, a perda de hábitat é a maior causa de perda da biodiversidade (Saunders *et al.* 1991), sendo que as atuais taxas de extinção de espécies são milhares de vezes maiores do que em toda a história da vida (Wilson 1989).

O crescente interesse pela conservação das espécies em ambientes fragmentados com a ocupação humana, levou à procura de novas abordagens no delineamento de ações globais de conservação de ecossistemas. Com o surgimento da teoria da biogeografia de ilhas (Mac Arthur & Wilson 1967), os biólogos da conservação logo perceberam que seus princípios poderiam ser aplicados aos ambientes fragmentados pois as áreas remanescentes poderiam ser comparadas às ilhas oceânicas (Simberloff & Abele 1976, Fonseca 1981). Entretanto, várias são as críticas ao fato de se considerar fragmentos como ilhas (Simberloff & Abele 1976, Forman & Godron 1986, Simberloff 1994, Wiens 1994, Hanski & Simberloff 1997). Na teoria de biogeografia de ilhas, aspectos como o tamanho da ilha (analogamente o tamanho do fragmento) e a distância da ilha para o continente (analogamente o isolamento de um fragmento) são os mais importantes para explicar a existência de uma maior ou menor riqueza de espécies, que é basicamente o aspecto abordado pela teoria. Entretanto, inúmeros fatores como a forma dos fragmentos, o espaçamento, conectividade, efeito de borda, matriz de inserção, escala de análise, fluxo de organismos e matéria ao longo do tempo e do espaço podem ser bastante relevantes para a dinâmica regional de espécies e populações. Todos esses aspectos são tratados pela Ecologia de Paisagens, uma disciplina que cria uma nova escala de análise que permite a inclusão de múltiplos fatores que, analisados em conjunto, podem auxiliar a Biologia da Conservação (Hobbs *et al.* 1993).

Dentro dessa perspectiva, a manutenção das espécies e de suas populações em áreas fragmentadas dependerá não somente do tamanho do fragmento mas, entre outras coisas, da capacidade da espécie em realizar um intercâmbio (migração) de indivíduos entre as manchas isoladas de vegetação. Além dos fatores intrínsecos de cada espécie, as características dos ambientes alterados que circundam os fragmentos nativos são determinantes da maior ou menor permeabilidade dessa matriz à movimentação das

espécies. Forman & Godron (1986) definem 'matriz' como o componente de uma paisagem que possui a maior conectividade, a maior área ocupada e apresenta a maior influência sobre os outros elementos (entre eles os fragmentos de vegetação nativa).

Em ambientes florestais que possuíam uma formação contínua, como por exemplo as florestas da Mata Atlântica ou da Amazônia, é fácil perceber os resultados de um processo de fragmentação pois as áreas remanescentes ficam imersas em uma paisagem muito alterada, em geral totalmente diversa da original. Para outros biomas, como o Cerrado, essa situação nem sempre é perceptível. O Cerrado é formado por um conjunto de fisionomias que vão desde áreas campestres até formações florestais como o cerradão (Eitein 1972, Goodland 1971, Coutinho 1978), existindo também inclusões de florestas tropicais úmidas (mata de galeria) localizadas especialmente às margens dos cursos d'água (Goodland 1971, Eitein 1972, Goodland & Pollard 1973, Coutinho 1978, Oliveira-Filho & Ratter 1995). Em áreas pouco alteradas, as fisionomias do Cerrado se apresentam como um mosaico vegetacional que varia em função do tipo de terreno onde ocorrem (Eiten 1972, Goodland & Pollard 1973). Essa característica torna o Cerrado um bioma bastante peculiar e é possível que os efeitos da ocupação humana sejam totalmente diversos daqueles observados em outros biomas. No tocante a esse aspecto, a ocupação do Cerrado é muito preocupante pois estima-se que aproximadamente 49.1% dos seus 1.722.225 km² (R.B. Machado, obs. pess.) já tenham sido convertidos para áreas antrópicas (pastagens, monoculturas, áreas urbanas) e apenas 17% da área original ainda encontra-se preservada (Mantovani & Pereira 1998).

Apesar de sua grande ocupação, os dados sobre a diversidade de espécies no Cerrado são muito deficientes. Silva (1995) indica que para o grupo das Aves, existem pouquíssimas localidades que podem ser consideradas bem inventariadas. Se as informações sobre a ocorrência e distribuição de espécies no Cerrado são escassas, dados sobre as respostas das espécies à fragmentação de hábitat via ocupação humana inexistem. Assim, é importante o desenvolvimento de estudos voltados para investigar os efeitos da fragmentação de hábitat sobre a diversidade de espécies e quais são as perspectivas e alternativas de sua conservação dessas em áreas sob intensa ocupação. A avaliação das respostas das espécies frente à destruição de hábitat pode elucidar como as espécies persistem nas paisagens alteradas.

Dentro desse contexto, são objetivos deste estudo caracterizar o estado de fragmentação dos ambientes de cerrado sentido restrito e mata de galeria na região de Brasília-DF, avaliar as diferenças entre áreas contínuas e isoladas com relação à heterogeneidade espacial, estruturação da matriz de paisagem e estruturação da vegetação nos fragmentos remanescentes e verificar, dentre desses aspectos, quais fatores estão mais relacionados com a riqueza local de espécies de aves.

ÁREA DE ESTUDO

Para a realização deste estudo, foi selecionada uma área de 34x38 km na porção sul da cidade de Brasília e seu entorno (15°44'57"-16°05'27"S, 47°47'59"-48°06'20"W) (figura 1). A região escolhida cobre uma área de 1.292 km² ou 129.200 ha e engloba tanto áreas urbanas quanto áreas nativas. No trecho estudado existem várias fisionomias nativas de Cerrado que englobam desde áreas de campo sujo (vegetação exclusivamente herbácea-arbustiva, com arbustos e subarbustos esparsos) até áreas de cerradão (vegetação florestal com aspectos xeromórficos, cobertura do dossel atingindo até 90% e altura de 15 m). Ocorrem também matas de galeria (mata perenifólia ou mesofítica existente tipicamente ao longo dos cursos d'água, o dossel apresenta cobertura de 70-95% e alturas de até 25 m) (Ribeiro & Walter 1998). Descrições mais detalhadas sobre a vegetação da região de Brasília podem ser encontradas em Eiten (1994).

As principais áreas nativas preservadas são a Estação Ecológica do Jardim Botânico, com 4.520 ha, a área da Fazenda Água Limpa (Universidade de Brasília) com 4.040 ha, a Reserva do Roncador (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE) com 1.346 ha e a Área Alfa do Ministério da Marinha, estimada em 4.500 ha.

Na região de estudo foram coletados três conjuntos de dados: um primeiro refere-se à composição das comunidades de aves existentes (grupo indicador selecionado para as análises de fragmentação), o segundo é a estrutura da vegetação nos sítios de amostragem e o terceiro é a estrutura da paisagem e estado de fragmentação, obtido a partir da análise de imagens de satélites. Os dados sobre as comunidades de aves e a estrutura de vegetação foram coletados em áreas de cerrado sentido restrito e mata de galeria. Ao todo foram selecionadas 12 áreas de amostragem sendo seis áreas de cerrado sentido restrito (três áreas contínuas e três áreas isoladas) e seis áreas de mata (três áreas contínuas e três áreas isoladas) (figura 1). Os sítios de amostragem, descritos resumidamente (ver capítulo 1 para maiores detalhes sobre as áreas), são os seguintes:

Mata de galeria do córrego Cabeça do Veado - área localizada no Jardim Botânico do Distrito Federal (15°53'17"S, 47°50'46"W), uma reserva distrital com cerca de 2.000 ha. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 172 ha. Neste trabalho, essa área será designada como MJBT e pertence ao grupo de matas contínuas.

Mata de galeria do córrego do Monjolo - essa mata localiza-se na Reserva do Roncador (15°55'4"S, 47°53'11"W), uma unidade de conservação administrada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 241 ha. Neste trabalho, essa área será designada como MIBG e pertence ao grupo de matas contínuas.

Mata de galeria do córrego da Saia Velha - essa mata localiza-se ao longo do córrego da Saia Velha (16°01'23"S, 45°57'10"W), afluente direito do rio São Bartolomeu. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 243 ha, faz parte de uma reserva pertencente ao Ministério da Marinha e é administrada pelo Centro de Instrução e Adestramento de Brasília-CIAB. Neste trabalho, essa área será designada como MMAR e pertence ao grupo de matas contínuas.

Mata de galeria do córrego do Riacho Fundo (cabecreira do córrego) - essa mata não alagada localiza-se na Fazenda Sucupira (15°54'24"S, 48°00'35"W), propriedade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. O fragmento de mata

amostrado possui uma área de 268 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado MEMB e pertence ao grupo de matas isoladas.

Mata de galeria do córrego do Riacho Fundo (baixo córrego) - essa área localiza-se no Santuário de Vida Silvestre do Zoológico de Brasília (15°51'33"S, 47°56'32"W), de propriedade da Fundação Zoológico de Brasília. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 326 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado MZOO e pertence ao grupo de matas isoladas.

Mata de galeria do córrego Cedro - essa área localiza-se em um bairro residencial no sudoeste da cidade de Brasília (15°55'43"S, 47°56'56"W), seguindo o córrego do Cedro. A mata é do tipo alagada e o solo fica permanentemente encharcado, mesmo no período de seca. O fragmento de mata amostrado possui uma área de 94 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado MVBT e pertence ao grupo de matas isoladas.

Cerrado do Jardim Botânico - essa área localiza-se no Jardim Botânico de Brasília (15°55'05"S, 47°50'07"W), próximo à divisa com a Reserva do Roncador - IBGE. É uma área bem conservada sendo que não há indícios da incidência de queimadas recentes. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 558 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado CJBT e pertence ao grupo de cerrados contínuos.

Cerrado da Reserva do Roncador - IBGE - esta área localiza-se no interflúvio de dois afluentes do córrego do Monjolo, nas adjacências da mata MIBG (15°55'59"S, 47°53'28"W). Não existem indícios de fogo recente no local amostrado. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 2.645 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado CIBG e pertence ao grupo de cerrados contínuos.

Cerrado adjacente ao córrego da Saia Velha - esta área pertence ao Ministério da Marinha e localiza-se na área protegida do Centro de Instrução e Adestramento de Brasília-CIAB (16°01'23"S, 47°57'44"W). Trata-se de um cerrado que às vezes é permeado por um cerrado mais ralo. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 443 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado CMAR e pertence ao grupo de cerrados contínuos.

Cerrado da Fazenda Sucupira - esta área pertence à EMBRAPA e localiza-se na fazenda Sucupira (15°55'45"S, 48°01'25"W), nas proximidades da mata MEMB. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 166 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado CEMB e pertence ao grupo de cerrados isolados.

Cerrado do Jockey Clube - esta área localiza-se nas adjacências do Jockey-club de Brasília, (15°48'24"S, 47°59'348"W), na porção oeste da cidade de Brasília. O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 126 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado CJOQ e pertence ao grupo de cerrados isolados.

Cerrado da Infraero - esta área localiza-se nas adjacências do Aeroporto Internacional de Brasília, ao sul da cidade de Brasília (15°52'35"S, 47°56'41"W). O fragmento de cerrado amostrado possui uma área de 410 ha. Nesse trabalho, esse sítio será denominado CINF e pertence ao grupo de cerrados isolados.

MÉTODOS

Riqueza e abundância de aves na região de Brasília

Em cada uma das áreas de amostragem estabelecidas foram percorridas 12 transeções de largura fixa (50x500 m ou 2,5 ha) ao longo de um período de 12 meses (julho 1998 a junho 1999). A observação das aves em cada transeção teve a duração de 60 min, sendo iniciada 30 min após o nascer do sol. Todas as espécies observadas eram registradas mas somente aqueles presentes dentro da faixa da transeção foram utilizadas nas análises. Para minimizar a chance de contagem de um mesmo indivíduo mais de uma vez, as transeções foram percorridas em um mesmo sentido e uma única vez a cada mês de amostragem. O esforço de amostragem totalizou 72 transeções para a mata de galeria e 72 para o cerrado sentido restrito. As identificações estão de acordo com Sick (1997).

Estrutura da vegetação nos fragmentos

Em cada uma das 12 áreas de amostragem foram coletados dados referentes à estrutura da vegetação. Foram registradas 17 variáveis para a mata de galeria (tabela 1) e 16 para o cerrado sentido restrito (tabela 2). Nas áreas de amostragem foram estabelecidos 20 pontos localizados ao longo das transeções estabelecidas. Em cada ponto foi definido um raio de três metros e dentro dessa área foram coletadas as medidas da estrutura da vegetação (figura 2a).

Mapa base sobre o uso da terra na região de Brasília

A partir de imagens de satélite (Landsat TM) obtidas em 31 agosto de 1996, foi criado um mapa de uso da terra para a região de estudo (retângulo de 34x38 km) (figura 3). Inicialmente as imagens foram convertidas do formato do Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE para o formato TIF, utilizando-se o aplicativo distribuído pelo próprio INPE. Todas as análises espaciais foram promovidas com o programa Idrisi 2.0 versão *Windows* (Easterman 1998).

Foram convertidas as bandas TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM7 e importadas para o formato Idrisi 2.0. Em seguida as bandas foram registradas utilizando-se 10 pontos de controle espalhados ao longo das imagens. A reamostragem das imagens foi do tipo linear utilizando-se a técnica do vizinho-mais-próximo para a composição da nova matriz de dados (imagens reamostradas). Esse método foi utilizado com o intuito de manter-se os números digitais das imagens-fonte nas imagens reamostradas (Mather 1987, Richards 1993). O RMS (*root-mean-square error*) calculado foi de 4,691 m.

Foi utilizada uma análise de componentes principais (PCA) para 'compactar' os dados das bandas (TM1 a TM5 e TM7) e criar novas imagens (componentes da PCA) representativas do conjunto das imagens e não correlacionadas entre si. Após a realização da PCA (matriz de correlação) foram selecionados os três primeiros componentes para a classificação das imagens, que abrangem 96.4% da variância original. Os demais componentes foram descartados pois atribui-se uma pequena variância residual os 'ruídos' gerados pelo processo de imageamento do terreno (Easterman 1999). Seguindo os procedimentos dados por Richards (1993), foi aplicado um filtro mediana (3x3 *pixels*) com o objetivo de aumentar a autocorrelação espacial e atenuar o efeitos dos *pixels* isolados das imagens.

Em seguida, foram criados os sítios de treinamento (regiões de interesse) como primeiro passo para a classificação das imagens (Easterman 1999). Os sítios de treinamento são polígonos que englobam os *pixels* homogêneos e representativos das classes de interesse em uma ou mais imagens que serão classificadas. Com base no conhecimento de campo e nos objetivos deste estudo, foram definidos 10 tipos de sítios de amostragem referentes às classes mata de galeria (MATA), cerrado denso (CERR1), cerrado sentido restrito (CERR2), campo/gramados (CAMPO), agricultura (AGRI), reflorestamentos (REFL), lago (LAGO), áreas urbanas de baixa densidade (URB1) e áreas urbanas de alta densidade (URB2). Foram utilizados os três primeiros componentes e a rotina de classificação supervisionada de máxima verossimilhança entre os *pixels* (*Maximum Likelihood*).

Estrutura da paisagem

A caracterização da estrutura da paisagem foi realizada analisando-se a composição das classes de uso da terra (conforme definição acima) dentro de um raio de 2.500 m a partir da localização de cada transeção estabelecida nas 12 áreas de amostragem (figura 2b). Com o uso de um sistema de informação geográfica (Idrisi 2.0) foi quantificada, dentro dessa faixa (correspondente a 1.692 ha), a área ocupada pelas classes 'mata', 'cerrado denso', 'cerrado sentido restrito', 'campo/gramados', 'agricultura', 'área urbana de baixa densidade' e 'área urbana de alta densidade'.

Conectividade de ambientes

O estado de fragmentação e conectividade dos ambientes estudados (mata de galeria e cerrado sentido restrito) foi avaliado por meio de um procedimento baseado no método da janela móvel (Turner *et al.* 1990). A partir da imagem de uso da terra (figura 3) foram criadas duas imagens binárias, sendo uma para a mata de galeria e a outra para o cerrado sentido restrito. Em cada um dos 12 locais de amostragem, foi criada uma transeção virtual com extensão de 10 km, disposta no sentido norte-sul e tendo o seu ponto central nos sítios de amostragem, de forma a ficar um braço de 5 km ao norte e outro de 5 km ao sul (figura 2c).

Em seguida foi desenvolvida uma rotina em Visual Basic 4.0 destinada a quantificar, conforme o caso, os *pixels* de mata ou cerrado existentes ao longo da transeção definida. Foi considerada uma janela de 3x3 *pixels* que foi deslocada do início da transeção até o seu final. Para cada segmento da transeção foi computada a presença ou ausência das matas ou cerrados nos nove *pixels* da janela (figura 2c). Desta forma, os valores obtidos para cada segmento de 3x3 *pixels* variaram de 0 zero (ausência total da classe analisada) a 9 (todos os *pixels* preenchidos). Os parâmetros extraídos dessa rotina foram número de fragmentos existentes (conjunto contínuo de *pixels* ao longo da transeção), extensão do fragmento de mata ou cerrado (número de células contínuas na transeção), proporção de células vazias ao longo da transeção e número médio de células presentes nas janelas criadas ao longo da transeção.

Análises estatísticas

Utilizou-se uma análise discriminante por passos para verificar as diferenças entre as matas e cerrados contínuos e isolados a partir dos dados da estrutura da vegetação e estrutura da paisagem I e II (pequena e grande escala). A análise discriminante foi do tipo incremental (*forward stepwise analysis*) onde as variáveis são sequencialmente adicionadas, caso suas medidas contribuam significativamente para o modelo discriminante. Foi utilizada a correlação de Spearman para verificar a relação entre a riqueza de espécies e o tamanho dos fragmentos, a estrutura da paisagem e o estado de fragmentação. Comparações entre as medidas de áreas contínuas e isoladas foram realizadas com o teste *t*. Todas as diferenças observadas nos testes realizados foram consideradas estatisticamente significativas para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Uso da terra na região de Brasília

De acordo com o mapa base gerado (figura 3), 54,3% da região de Brasília era, em 1996, constituída de ambientes antrópicos formados por áreas de agricultura, reflorestamentos, coleções d'água, áreas urbanas de baixa densidade (áreas residenciais) e de alta densidade (centros comerciais ou núcleos residenciais recém-implantados). As áreas nativas corresponderam a 45,7% da região de estudos (tabela 4). Dentre os ambientes antrópicos, as áreas urbanas de baixa densidade representam 44.842 ha (cerca de 35%) seguidas das áreas urbanas de alta densidade (16.257 ha ou 12,6%) (tabela 4). Nos ambientes nativos a classe campo/gramados representa 21,6% (27.888 ha), seguida das áreas de cerrado sentido restrito (13.944 ha ou 10,8%).

Considerando apenas a região da Área de Proteção Ambiental Cabeça do Veado, uma unidade de proteção ambiental que engloba o Jardim Botânico de Brasília (onde localizam-se as áreas MJBT e CJBT), Reserva do Roncador-IBGE (onde localizam-se as áreas MIBG e CIBG) e a Fazenda Água Limpa (área administrada pela Universidade de Brasília), percebe-se que as áreas de matas de galeria correspondem a 12,1% da paisagem e as áreas de cerrado sentido restrito a 52,8%.

Diversidade de espécies de aves nos fragmentos estudados

De acordo com os levantamentos da avifauna presente nos fragmentos de mata de galeria e cerrado sentido restrito, existem 231 espécies de aves pertencentes a 45 famílias e 15 ordens. O ambiente de mata de galeria apresentou uma maior riqueza (131 espécies) do que o cerrado sentido restrito (97 espécies). Considerando todas as espécies registradas nos ambientes amostrados (ao longo das transeções e adjacência próxima) (tabela 3), não foi observada uma correlação entre a riqueza de espécies de aves e o tamanho da área. Para a mata de galeria (figura 4), o índice de correlação foi de apenas 8,7% ($R_{\text{Spearman}}=0,0871$, $p>0,05$) e para o cerrado sentido restrito (figura 5) foi de 51,6% ($R_{\text{Spearman}}=0,5161$, $p>0,05$).

Fragmentação e conectividade de áreas nativas

Considerando as matas de galeria com uma área igual ou superior a 5 ha (que corresponde a um conjunto de 55 *pixels* em imagens Landsat TM), existem 356 fragmentos que cobrem uma área de 9.333,7 ha (tabela 5). A grande maioria (316) encontra-se na faixa de tamanho de 0 a 50 ha (tabela 6) e o maior fragmento possui uma área de 375,3 ha. Sob o mesmo critério, ou seja, fragmentos iguais ou superiores a cinco ha, o cerrado denso ocupa uma área de 2.830 ha e o sentido restrito ocupa uma área de 11.800 ha (tabela 5). Ambos os tipos de cerrado possuem 62 e 172 fragmentos na paisagem de Brasília, respectivamente. Para o ambiente de cerrado sentido restrito, a grande maioria dos fragmentos (97%) encontra-se na classe de tamanho de 0-500 ha (tabela 7). O maior fragmento de cerrado denso possui 430,8 ha e o de cerrado sentido restrito 2.645 (tabela 5), correspondente à mancha de cerrado localizada na divisa da Reserva do Roncador e o Jardim Botânico de Brasília (figura 1). Nessa região, englobada pela Área de Proteção Ambiental Cabeça do Veado, concentram-se 48,2%

dos cerrados (sentido restrito) e 12,6% das matas de galeria da paisagem considerada nesse estudo.

De acordo com os resultados das análises de conectividade de hábitat, não foram observadas correlações significativas entre a riqueza de espécies de aves das matas contínuas e isoladas e as variáveis de caracterização da conectividade dos fragmentos (tabela 8). Para o ambiente de cerrado sentido restrito, houve uma correlação significativa entre o número médio de *pixels* presentes na janela 3x3 e a riqueza de espécies de aves (tabela 8, figura 12). Esse resultado indica que, para os fragmentos de cerrado sentido restrito, quanto mais heterogênea for a matriz, ou seja, quanto maior for a variação no número de diferentes classes (que ocupam as células vazias da imagem analisada) menor será a riqueza de espécies de aves $R_{\text{Spearman}}=0,812$, $p<0,05$).

Estrutura da vegetação nos fragmentos estudados

A análise da estrutura da vegetação indicou que variáveis selecionadas foram suficientes para caracterizar as áreas de amostragem de mata de galeria e de cerrado sentido restrito. Os valores médios e desvio padrão das variáveis de estrutura de vegetação para as matas de galeria e cerrado sentido restrito encontram-se nas tabelas 9 e 10, respectivamente.

No modelo discriminante utilizado para comparar a estrutura da vegetação das matas de galeria foram incluídas 14 variáveis que mais contribuíram para a caracterização das áreas (tabela 11). Os três primeiros componentes canônicos gerados englobam 92,3% da variância das medidas e as variáveis ALTMED (altura do estrato médio) e ARVGRD (número de árvores grandes) foram aquelas que apresentaram maior correlação com o primeiro componente (tabela 11). A matriz de classificação gerada (tabela 12) indica que as áreas MVBT, MZOO e MJBT são aquelas que apresentam um conjunto de medidas mais típico para cada área, pois as classificações dos casos (medidas) atingiram porcentagens igual ou superior a 90% (tabela 12). MMAR, MEMB e MIBG foram as áreas com menor porcentagem de acerto (entre 80 e 75%) (tabela 12).

A plotagem do primeiro componente canônico com o segundo (figura 7) mostra que as matas contínuas (MJBT, MIBG e MMAR) apresentam uma menor dispersão nas medidas, formando um grupo mais coeso do que as matas isoladas (MEMB, MZOO e MVBT). O resultado obtido pela análise discriminante é semelhante ao resultado obtido pela análise de similaridade na composição da avifauna das áreas amostradas (figura 6). Na análise de similaridade de espécies, as matas contínuas guardam uma maior relação entre si e duas áreas isoladas (MZOO e MVBT) formam conjuntos separados, como na análise discriminante da estrutura da vegetação (Wilk's Lambda = 0,0115, $F_{(70,484)}=10,763$, $p<0,05$).

Para o caso do cerrado sentido restrito, foram utilizadas 11 variáveis (tabela 13), sendo que as variáveis ARVP (número de árvores pequenas), FOGO (índices da ocorrência de incêndios) e DIVHER (diversidade do estrato herbáceo) foram aquelas que apresentaram maiores correlações com o primeiro componente gerado. Os três primeiros componentes canônicos gerados englobam 92,3% da variância das medidas originais. Apesar do modelo discriminante ter sido significativo para separar as áreas amostradas (Wilk's Lambda=0,0219, $F_{(55,484)}=11,305$, $p<0,05$), essas não mostraram-se tão coesas quanto as matas de galeria para o critério áreas isoladas e contínuas.

A matriz de classificação gerada indica que as áreas CINF, CJBT e CEMB são aquelas mais homogêneas enquanto que a área CIBG é aquela com menor índice de acerto em suas medidas, confundindo-se com as áreas CJBT e CEMB) (tabela 14). Ao contrário das matas de galeria, a plotagem dos componentes canônicos 1 e 2 não revelou a existência de um padrão entre áreas contínuas e isoladas (figura 8). Segundo a figura gerada, as áreas contínuas CJBT, CIBG apresentam uma sobreposição com a área isolada CEMB. As demais áreas isoladas (CJOQ e CINF) apresentam sobreposição com a área contínua CMAR para o primeiro componente. A única área mais conspícua em relação às suas medidas de estrutura de vegetação foi CINF.

Os dados gerados pela análise discriminante com as áreas de cerrado sentido restrito corroboram as análises realizadas com a similaridade na composição das espécies. De acordo com a figura 6, que mostra as relações de similaridade na composição das espécies de aves, não há um claro padrão no agrupamento das áreas de cerrado sentido restrito em função do fator isolamento. Em ambas as análises (análise discriminante da estrutura da vegetação e similaridade da avifauna) não houve uma clara separação entre os cerrados contínuos (CJBT, CIBG, CMAR) e aqueles isolados (CEMB, CJOQ e CINF).

Estrutura da paisagem no entorno das áreas de estudo

O cerrado sentido estrito (CERR1) é a principal fisionomia existente no entorno das matas de galeria contínuas (MJBT, MIBG e MMAR), representando 42,2% da área considerada na análise (tabela 17). Em segundo lugar, estão as áreas de campo, representando 33,0% e outras áreas de mata, ocupando 11,8% do entorno das matas. No entorno das matas contínuas há um significativo aumento na quantidade de matas ($t=-2,801$, $p<0,05$) e diminuição na quantidade de cerrado sentido restrito ($t=3,649$, $p<0,05$). De modo contrário, as áreas urbanas de baixa densidade existem em maior quantidade no entorno das matas isoladas ($t=-7,032$, $p<0,01$) (tabela 17).

Essa variação na composição das fisionomias é acompanhada pela avifauna sendo que há uma correlação positiva e significativa entre a riqueza de espécies e a variação na quantidade de cerrado sentido restrito quando se compara o entorno das áreas contínuas e isoladas ($R_{\text{Spearman}}=0,886$, $p<0,05$; figura 9). De modo oposto, o aumento da área urbana de baixa densidade no entorno das matas contínuas e isoladas é inversamente proporcional à riqueza de espécies ($R_{\text{Spearman}}=-0,943$, $p<0,05$, figura 10). Para as demais classes de uso da terra (CERR1, CAMPO, AGRI, URB2) não foram verificadas diferenças significativas na área ocupada no entorno de matas contínuas e isoladas.

Para as áreas amostradas de cerrado sentido restrito, foram observadas diferenças significativas na área ocupada pelas fisionomias de cerrado denso (maior nos cerrados contínuos) ($t = 3,273$, $p<0,05$) e agricultura (maior no entorno dos cerrados isolados) ($t=-4,675$, $p<0,05$) (tabela 18). As correlações entre a riqueza de espécies de aves dos cerrados contínuos e isolados (tabela 3) e a área ocupada pelas fisionomias do entorno não foram estatisticamente significativas para quase todas as classes (MATA - $R_{\text{Spearman}}=-0,464$, $p>0,05$; CERR2 - $R_{\text{Spearman}}=0,464$, $p>0,05$; CAMPO - $R_{\text{Spearman}}=-0,406$, $p>0,05$; AGRI - $R_{\text{Spearman}}=-0,7537$, $p>0,05$; URB1 - $R_{\text{Spearman}}=-0,696$, $p>0,05$; URB2 - $R_{\text{Spearman}}=-0,754$, $p>0,05$). A única exceção foi a classe CERR1 (cerrados densos) que apresentou uma correlação significativa entre a riqueza de espécies e a área ocupada no entorno de cerrados contínuos e isolados ($R_{\text{Spearman}}=0,841$, $p>0,05$; figura 11).

DISCUSSÃO

A fragmentação de ecossistemas na região de Brasília

Os ambiente estudados na região de Brasília sofreram diferentes impactos advindos da fragmentação de habitats. As áreas de cerrado são, em geral, as primeiras a serem ocupadas. Os cerrados ocorrem em terrenos planos, propícios ao plantio e facilmente desmatados em função da pequena resistência das árvores à derrubada. Esse ambiente sofreu, segundo as estimativas desse estudo, uma diminuição de 72% de sua área original, cedendo lugar especialmente para as áreas urbanas. O processo de fragmentação envolve diversos aspectos além da perda primária de áreas nativas. Vários estudos têm demonstrado relações entre perda de espécies ou populações com fatores como isolamento dos fragmentos (Arnold *et al.* 1993, Andrén 1994, Mills 1995), a conectividade (Dunning Jr. *et al.* 1995, Andersen *et al.* 1996, Hass 1997), a heterogeneidade da matriz de inserção dos fragmentos (Knick & Rotenberry 1994, McGarigal & McComb 1995, Jokimäki & Huhta 1996) e o regime de perturbação na paisagem (Breininger *et al.* 1995). Uma vez que a relação entre o tamanho dos fragmentos e a riqueza de espécies não foi significativa, acredita-se que fatores como o isolamento, o regime de perturbação e o tipo de matriz de paisagem estejam influenciando a composição local da avifauna do cerrado.

Segundo Andrén (1994), em regiões onde a perda do habitat original tenha sido superior a 30%, o isolamento e o tamanho dos fragmentos passam a influenciar a perda de espécies ou populações em escalas superiores ao que seria esperado somente pelo efeito da eliminação dos ambientes nativos. Entretanto, no termo 'isolamento' estão envolvidos aspectos como distância entre fragmentos, acessibilidade de fragmentos (existência ou não de barreiras inibidoras do acesso ao fragmento), o tipo de matriz de paisagem e a capacidade intrínseca de cada espécie em realizar deslocamentos. Alguns estudos (Stacey & Taper 1992, Fahrig & Merriam 1994) demonstram que espécies capazes de realizar deslocamentos entre fragmentos apresentam uma maior chance de sobrevivência relativamente às espécies de baixa mobilidade.

No caso de Brasília, a movimentação das espécies pode ocorrer sazonalmente, seguindo as mudanças climáticas (Negret 1988, Marini e Cavalcanti 1990), ou em função do regime de perturbação dos fragmentos de cerrado. Talvez um dos mais evidentes eventos de perturbação antrópica do cerrado na região de Brasília seja a incidência de queimadas. Durante o desenvolvimento do estudo cinco das seis áreas estudadas foram atingidas por incêndios e a não diferenciação das áreas contínuas e isoladas em função das análises de estrutura da vegetação pode ser uma consequência dessa perturbação.

Apesar do cerrado apresentar uma rápida regeneração após a incidência de queimadas, recuperando sua aparência original em apenas 4 meses (Figueiredo 1991, Mistry 1998, Vieira 1999), incêndios frequentes podem levar à diminuição na estrutura da vegetação (Mistry 1998). A composição das espécies em áreas queimadas muda radicalmente pois as espécies típicas dos cerrados desaparecem e retornam gradativamente somente após a recuperação das áreas atingidas (Figueiredo 1991, Vieira 1999). Outras, contudo, procuram ativamente as áreas queimadas e vão desaparecendo com a recuperação do ambiente (Cavalcanti 1988, Figueiredo 1991, Antas 1999).

Se a movimentação das espécies atenua os efeitos da fragmentação e as comunidades de aves independem do tamanho do fragmento, então as características da matriz de paisagem passam a exercer um papel maior na dinâmica regional das espécies. McGarigal & McComb (1995), investigando as relações entre a composição da paisagem e a abundância de espécies de aves no Oregon (EUA), concluíram que a abundância geral das espécies está positivamente relacionada com uma paisagem mais heterogênea (composta de florestas em diferentes estágios de desenvolvimento). Jokimäki & Huhta (1996) analisaram as relações entre a estrutura da paisagem e a estrutura da vegetação com a riqueza e abundância de aves na Finlândia e concluíram que essas características afetam diferentemente as comunidades. Na escala regional, os componentes da matriz de paisagem podem explicar até 47% da variação na abundância das aves florestais residentes e, na escala do fragmento, os componentes florísticos (mais do que os componentes estruturais) estão mais associados com a composição das espécies migratórias.

No presente estudo, a riqueza de espécies do cerrado pode ser influenciada por duas características da paisagem: a estrutura do entorno imediato e a heterogeneidade da matriz. Contrariamente ao que é apresentado por McGarigal & McComb (1995) para a região do Oregon (EUA), a relação entre a riqueza de espécies e a heterogeneidade do cerrado na paisagem de Brasília é negativa. Fonseca & Robinson (1990), conduzindo estudos em ambientes florestais no sudeste brasileiro, demonstraram que a existência de perturbações de magnitude mediana é um fator responsável pelo aumento da diversidade de espécies, pois o mosaico de áreas primárias e secundárias (resultante da incidência de pequenas perturbações) cria condições para a co-existência de espécies generalistas (associadas às formações secundárias) e especialistas (associadas às formações primárias). Analogamente, uma paisagem que apresenta uma heterogeneidade mediana pode possuir uma maior diversidade de espécies do que paisagens mais homogêneas, com pequena alternância de habitats. Entretanto, em paisagens intensamente fragmentadas e com uma alta heterogeneidade espacial (como é o caso das regiões urbanas), onde as classes de uso da terra se alternam grandemente em pequenas distâncias, somente espécies generalistas e com maior plasticidade ambiental conseguem sobreviver.

Essas observações podem indicar que a relação entre heterogeneidade espacial e riqueza de espécies não é do tipo linear, ou seja, altos ou baixos valores na heterogeneidade espacial estariam correlacionados com baixa riqueza de espécies. A maior riqueza de espécies estaria correlacionada com uma heterogeneidade mediana. O processo de fragmentação tende a aumentar a heterogeneidade espacial (Arnold *et al.* 1993), sendo que as áreas nativas são substituídas por outros ambientes predominantemente antrópicos.

Além da alternância de classes na paisagem, a configuração espacial dos elementos nativos também influencia a diversidade de espécies presentes. A riqueza de espécies de aves associadas às matas de galeria não está correlacionada com a heterogeneidade espacial, apesar de inseridas na mesma matriz de paisagem. Diferentemente do cerrado, as matas de galeria existem ao longo de toda a paisagem e a manutenção dessas áreas se deve à proteção legal das mesmas, à necessidade de se preservar os cursos d'água ou mesmo à dificuldade de se ocupar os terrenos acidentados onde as matas estão inseridas. Assim, o fator heterogeneidade espacial não influencia a avifauna das matas de galeria pois essas estão presentes de maneira quase uniforme na paisagem, não caracterizando nenhuma diferença entre matas isoladas e contínuas. Da mesma forma que no cerrado sentido restrito, a riqueza de espécies não está correlacionada com o tamanho das matas de galeria amostradas. Outro aspecto que

também não explica a diferença na riqueza de espécies de aves entre áreas contínuas e isoladas é a estrutura da vegetação, embora esse aspecto esteja muito relacionado com a composição de espécies em cada área. As matas de galeria contínuas têm uma estrutura da vegetação mais homogênea do que as matas de galeria isoladas e as análises sugerem que esse aspecto afeta a composição das espécies em cada local.

Entretanto, a existência de outros ambientes nativos no entorno das matas de galeria é um aspecto fundamental para a existência de uma maior riqueza de espécies. Matas de galeria que possuem áreas de cerrado no seu entorno têm mais espécies do que as matas isoladas e esse aspecto reforça a idéia de que é necessário que tais áreas sejam mantidas para a manutenção da diversidade local das aves.

Implicações para a conservação

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que as matas de galeria e o cerrado sentido restrito são influenciados de diferentes maneiras pela fragmentação, especialmente pelas interferências secundárias desse processo (isolamento e estrutura da paisagem). Idealmente seria importante que a característica básica de mosaico do Cerrado pudesse ser mantida em unidades de conservação extensas mas não totalmente isoladas. Na falta dessa opção, que aparentemente é mais regra do que exceção, as ações de manejo deverão ser também orientadas para a manutenção da diversidade biológica em áreas já descaracterizadas e com grande interferência humana.

Para o cerrado, é necessário que sejam mantidas áreas relativamente extensas e distribuídas uniformemente na paisagem de forma a atenuar os efeitos da alta heterogeneidade espacial das áreas urbanas e peri-urbanas. A existência de várias áreas de cerrado localizadas próximas umas das outras também seria importante para atenuar os impactos das queimadas sobre as comunidades de aves, pois as espécies teriam opções para refúgio durante esses eventos. Além disto, é necessário observar-se o tamanho mínimo para a preservação do cerrado sentido restrito. Machado (2000) sugere que o tamanho mínimo para o estabelecimento de áreas protegidas para o cerrado sentido restrito deva ser de 3,500 ha.

A conservação das matas de galeria requer outro tipo de ação. Não obstante a proteção legal das matas de galeria (Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4771 de 15/09/65), uma faixa de área nativa deve ser mantida no entorno desse ambiente para que, conforme demonstrado nesse estudo, seja assegurada uma maior diversidade de espécies e, desta forma, propiciar a existência de ambientes mais equilibrados sob o ponto de vista ecológico.

CONCLUSÕES

1. Os ambientes de mata de galeria e cerrado sentido restrito possuem diferentes características em relação ao processo de fragmentação na região de Brasília-DF. Enquanto que os fragmentos de mata distribuem-se de modo homogêneo ao longo da paisagem considerada, os de cerrado sentido restrito estão altamente concentrados, sendo que praticamente a metade dos fragmentos encontra-se concentrada em uma única região da paisagem.
2. Diferenças na estrutura da vegetação entre áreas contínuas e isoladas apresentam maiores correspondências com a composição de espécies do que com a riqueza de espécies de aves. Essa relação é mais evidente para o ambiente de mata de galeria, sendo que os grupos formados pelas análises da estrutura da vegetação são os mesmos formados pela análise de similaridade na composição de espécies de aves.
3. A estruturação da paisagem está positiva e significativamente relacionada com a riqueza de espécies de aves dos fragmentos mas difere entre a mata de galeria e o cerrado sentido restrito. A maior presença de cerrados no entorno das matas de galeria é um fator positivamente associado com o número de espécies. Este aspecto mostra a importância da manutenção do caráter de mosaico do Cerrado. Para o ambiente de cerrado sentido restrito, o grau de urbanização no entorno dos fragmentos está negativamente relacionado com a riqueza de espécies de aves. Assim, conclui-se que a proximidade de áreas urbanas pode ser um fator comprometedor da integridade de cerrados nativos pela maior probabilidade da incidência de impactos secundários (como a ocorrência de queimadas).
4. Para os cerrados sentido restrito há uma significativa correlação entre a riqueza de espécies de aves e a heterogeneidade espacial da vegetação. A relação é do tipo negativa, ou seja, quanto maior a heterogeneidade espacial no entorno dos fragmentos, menor é a riqueza de espécies. A grande heterogeneidade implica que diversas classes de uso da terra alternam-se em curtos espaços (aspecto típico de áreas urbanas ou peri-urbanas) e esse fator não é favorável ao estabelecimento de comunidades diversificadas de aves. Para as matas de galeria, contudo, não foi observada essa mesma relação.
5. Apesar de serem ecossistemas que coexistem localmente e, com certa frequência, serem vizinhos, a mata de galeria e o cerrado sentido restrito apresentam distintas respostas frente ao processo de fragmentação. As comunidades de aves associadas a cada formação possuem diferentes requerimentos ecológicos em relação à área requerida, configuração da paisagem no entorno, incidência de perturbações, conectividade dos habitats e espaçamento de fragmentos no nível regional. Essas características indicam, como apontado no capítulo I, que diferentes estratégias de conservação devem ser adotadas para ambos os ambientes. No caso da mata de galeria, os resultados obtidos reforçam a ideia de que a manutenção do mosaico de ambientes é importante e para o cerrado sentido restrito, a existência de áreas mais homogêneas ou extensas é crucial.

AGRADECIMENTOS

Aos responsáveis pela administração das áreas de amostragem trabalhadas: Sr. Expedito da Fazenda Sucupira (EMBRAPA), biólogo Marcelo Reis, do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico, é administração da Reserva do Roncador (IBGE), Dra. Alba Resende, do Jardim Botânico de Brasília, Comandante Mário Márcio do Centro de Instrução e Adestramento de Brasília (CIAB-Ministério da Marinha), Sr. Pedro Leo da INFRAERO - Aeroporto de Brasília. Os dados climáticos utilizados nesse estudo foram fornecidos pela administração da Reserva do Roncador - IBGE. Valiosas sugestões e informações foram fornecidas pelo Prof. Jader Marinho-Filho, Profa. Mercedes Bustamante, Prof. Alexandre Araújo. A Dra. Maria Luiza Gastal cedeu gentilmente o veículo utilizado durante os trabalhos de campo. Ao Dr. Roberto Cavalcanti pelo apoio é realização da pesquisa e, em especial, é Ludmilla Aguiar pelas críticas construtivas dadas em todas as etapas do trabalho. É FAP-DF, pelo empréstimo das imagens de satélite utilizadas nesse estudo.

BIBLIOGRAFIA

- Andersen, H.P., R.A. Ims & O.K. Steinset. 1996. Discontinuous habitat corridors: effects on male root vole movements. *Journal of Applied Ecology* 33:555-560.
- Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.
- Antas, P.T.Z. 1999. Comunidade de aves dos cerrados do Planalto Central e porção ocidental do médio rio São Francisco. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Arnold, G.W., D.E. Steven & J.R. Weeldenburg. 1993. Influences of remnant size spacing patterns and conectivity on population boundaries and demography in euros *Macropus robustus* living in a fragmented landscape. *Biological Conservation* 64:219-30.
- Breiningen, D.R., V.L. Larson, B.W. Duncan, R.B. Smith, D.M. Oddy & M.F. Goodchild. 1995. Landscape patterns of Florida scrub jay habitat use and demographic success. *Conservation Biology* 9:1442-53.
- Cavalcanti, R.B. 1988. Conservation of birds in the Cerrado of Central Brazil. ICBP Technical Publication 7:59-66.
- Coutinho, L.M. 1978. O conceito de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1:17-23.
- Dunning Jr., J.B., R. Borgella Jr., K. Clements & G.K. Meffe. 1995. Patch isolation, corridor effects, and colonization by a resident sparrow in a managed pine woodland. *Conservation Biology* 9:542-550.
- Easterman, J.R. 1998. Idrisi 2.0 for Windows - user manual. Clark University, Worcester.
- Easterman, J.R. 1999. Idrisi 32 user manual - guide to GIS and image processing. Volume I. Clark University, Worcester.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38:201-341.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do Cerrado. Pp. 17-73. *In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. M.N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Fahrig, L. & G. Merriam. 1994. Conservation of fragmented populations. *Conservation Biology* 8:50-9.
- Figueiredo, S.V. 1991. Efeito do fogo sobre o comportamento e sobre a estrutura da avifauna de cerrado. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Fonseca, G.A.B. 1981. Biogeografia insular aplicada á conservação. *Revista Brasileira de Geografia* 43:383-98.
- Fonseca, G.A.B. & J.G. Robinson. 1990. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biological Conservation* 53:265-94.
- Forman, R.T.T. & M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, Ney York. 629 pp.

- Goodland, R. 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of central Brazil. *Journal of Ecology* 59:411-9.
- Goodland, R. & R. Pollard. 1973 The Brazilian Cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology* 61:219-24.
- Hanski, I., D. Simberloff 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. Pp. 5-26. *In*: Hanski, I.A. & M.E. Gilpin (eds) *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. Academic Press, San Diego, EUA.
- Haas, C.A. 1997. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conservation Biology* 9:845-54.
- Hobbs, R.J., D.A. Saunders & G.W. Arnold GW. 1993. Integrated landscape ecology: a western Australian perspective. *Biological Conservation* 64:231-8.
- Jokimäki, J. & E. Huhta. 1996. Effects of landscape matrix and habitat structure on a bird community in northern Finland: a multi-scale approach. *Ornis Fennica* 73:97-113.
- Kattan, G.H., H. Alvarez-López, M. Giraldo. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* 8:138-146.
- Knick, S.T. & J.T. Rotenberry. 1995. Landscape characteristics of fragmented shrubsteppe habitats and breeding passerine birds. *Conservation Biology* 9:1059-71.
- Lord, J.M. & D.A. Norton. 1990. Scale and the spacial concept of fragmentation. *Conservation Biology* 4: 197-202.
- Mac Arthur, R.H. & E.O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Machado, R.B. 2000. Comunidades de aves em áreas contínuas e isoladas do Cerrado na região de Brasília-DF. Tese de doutorado - Capítulo 1. Universidade de Brasília-DF.
- Mantovani, J.E. & A. Pereira. 1998. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat. Publicação *on line* (<http://www.bdt.org.br/workshop/cerrado/br/inpe>).
- Marini, M.A. & R.B. Cavalcanti. 1990. Migrações de *Elaenia albiceps chilensis* e *Elaenia chiriquensis albivertex* (Aves: Tyrannidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 6:59-67.
- Mather, P.M. 1987. *Computer processing of remotely-sensed images*. John Wiley & Sons, New York
- McGarigal, K. & W.C. McComb. 1995. Relationships between landscape structure and breeding birds in the Oregon coast range. *Ecological Monographs* 65:235-60.
- Mills, L.S. 1995. Edge effects and isolation: red-backed voles of forest remnants. *Conservation Biology* 9:395-403.

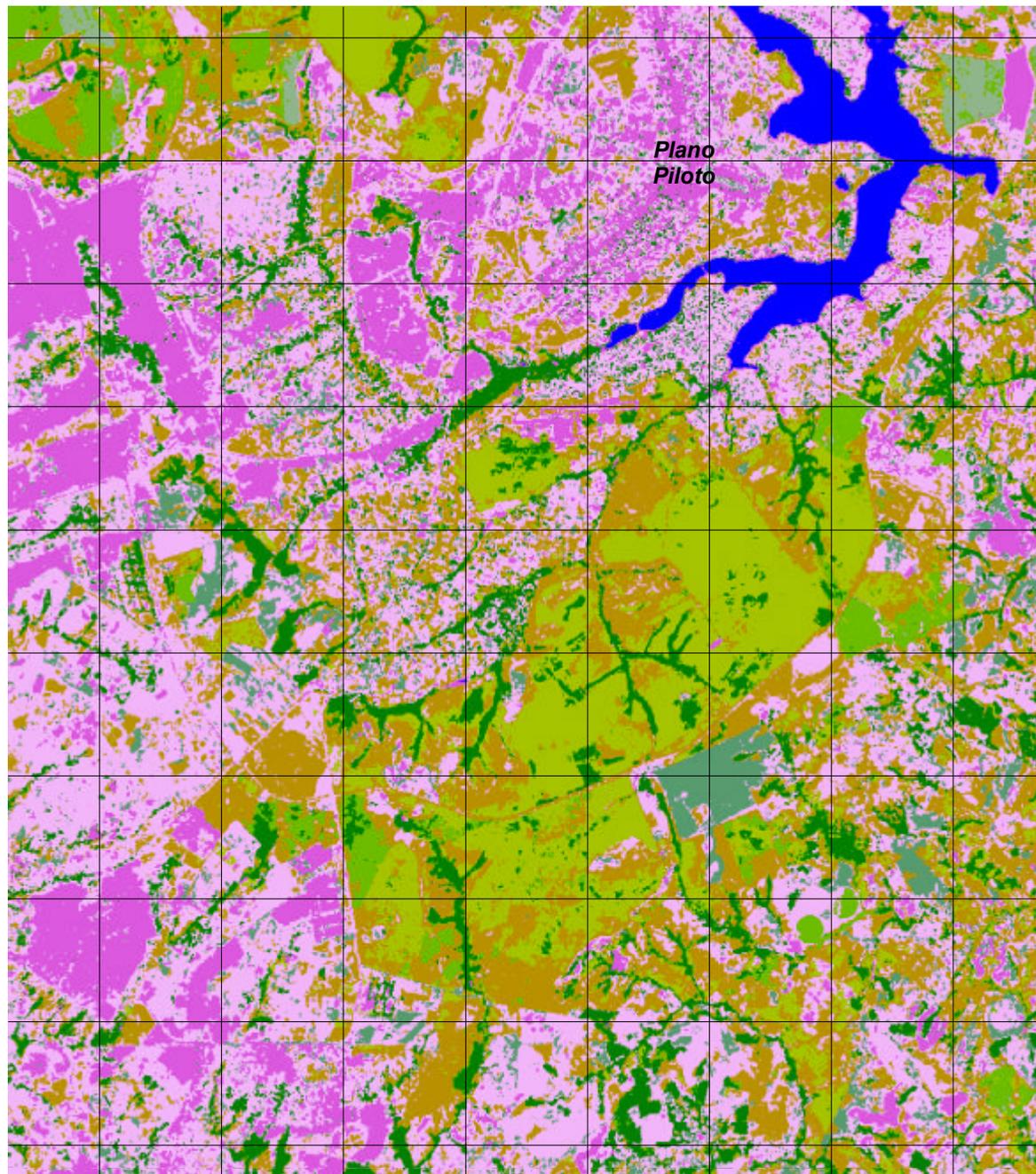
- Mittermeier, R.A., P.R. Gil & C.G. Mittermeier. 1997. Megadiversidad - los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX, México DF, México.
- Mistry, J. 1998. Fire in the *cerrado* (savannas) of Brazil: an ecological review. *Progress in Physical Geography* 22:425-448.
- Negret, A. 1988. Fluxos migratórios na avifauna da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, D.F., Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 5:209-214.
- Oliveira-Filho, A.T. & J.A. Ratter. 1995. A study of the origin of central brazilian forests by analysis of plant species distribution patterns. *Edinburg Journal of Botanic* 52:141-194.
- Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89-166. *In: Cerrado: ambiente e flora*. Sano, S.M. & S.P. de Almeida (eds.). EMBRAPA-CPAC, Brasília-DF.
- Richards, J.A. 1993. Remote sensing digital image analysis: an introduction. Springer-Verlag, New York.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs & C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18-32.
- Sick, H. 1997. Ornitologia Brasileira - uma introdução. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, RJ.
- Silva, J.M.C. 1995. Avian inventory of the Cerrado region, South America: implications for biological conservation. *Bird Conservation International* 5:291-304.
- Simberloff, D. 1994. Habitat fragmentation and population extinction of birds. *Ibis* 137:105-111.
- Simberloff, D. & L.A. Abele. 1976. Island Biogeography Theory and Conservation Practice. *Science*:285-286.
- Stacey, P.B. & M. Taper. 1992. Environmental variation and the persistence of small populations. *Ecological Applications* 2:18-29.
- Turner, S.J., R.V. O'Neill, W. Conley, M.R. Conley & H.C. Humphries. 1990. Pattern and scale: statistics of Landscape Ecology. Pp. 17-49. *In: Ecological Studies* vol 82. Quantitative methods in Landscape Ecology. M.G. Turner & R.H. Gardner (eds.). Springer, New York.
- Vieira, E.M. 1999. Small communities and fire in the Brazilian Cerrado. *Journal of The Zoological Society of London* 249:75-81.
- Wiens, J.A. 1989. The ecology of birds communities. Processes and variations. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wiens, J.A. 1994. Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137: 97-104.
- Wilson, E.O. 1989. Threats to biodiversity. *Scientific American* 60-66.

ANEXOS

ANEXO 1

FIGURAS

Figura 1. Localização das áreas de amostragem (matas de galeria e cerrado sentido restrito) na região de Brasília-DF.



0 4 8 12 16 km

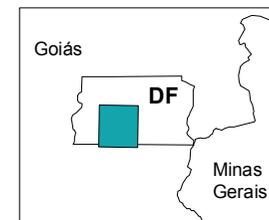
Classes de uso da terra em Brasília 1996

Classificação supervisionada (Maxlike) a partir das bandas 1 a 5 e 7 do Landsat TM. As bandas foram combinadas por meio de uma análise de componentes principais (PCA), sendo que os três primeiros componentes foram utilizados para a definição das classes.

Legenda

- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
|  | Áreas de Mata (mata galeria, cerrado, áreas arborizadas) |  | Reflorestamentos (eucalipto e pinho) |
|  | Áreas de cerrado (cerrado 'denso') |  | Outros |
|  | Áreas de cerrado sentido restrito |  | Lagoa, represa |
|  | Áreas de campo (pode incluir gramados e pastagens) |  | Área urbana (pequena densidade) |
|  | Áreas de agricultura |  | Área urbana (grande densidade) |

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Escala 1:250.000
Meridiano Central 45o W
Elaborado por:
Ricardo Bomfim Machado
Curso de Pós-graduação em Ecologia - UnB



Localização no Distrito Federal



Localização no Brasil

Figura 1. Localização da região de estudos. A paisagem foi criada a partir de imagens de satélite Landsat TM, adquiridas em ago/96.

Figura 2. Métodos adotados para a coleta dos dados de estrutura de vegetação (A), estrutura da paisagem no entorno das áreas de amostragem (B) e heterogeneidade espacial (C) na região de Brasília-DF.

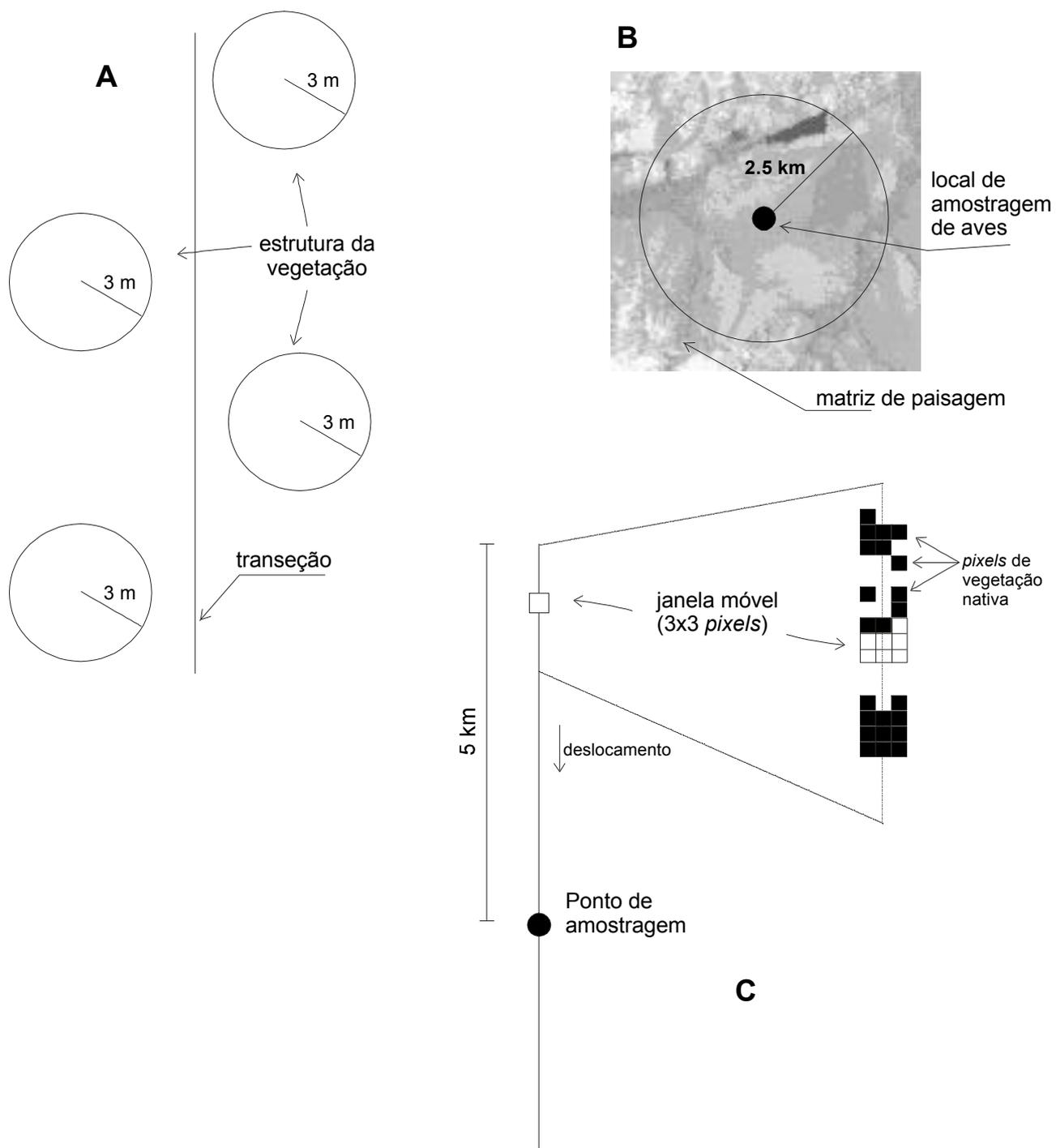


Figura 2. Métodos adotados para a coleta dos dados de estrutura de vegetação (A), estrutura da paisagem no entorno das áreas de amostragem (B) e heterogeneidade espacial (C) na região de Brasília-DF.

Figura 3. Mapa de uso da terra resultante da classificação supervisionada de imagens de satélite Landsat TM, adquiridas em ago/96.

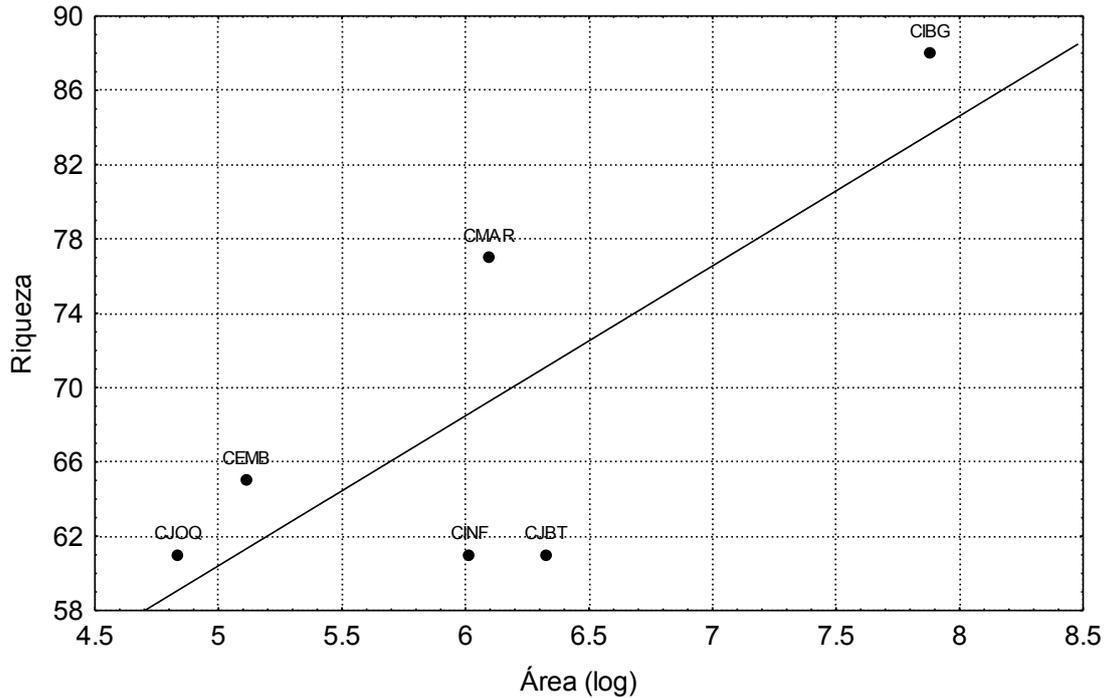


Figura 4. Correlação entre a riqueza de espécies de aves observada e o tamanho das áreas de amostragem (escala logarítmica) de cerrado sentido restrito ($R_{\text{Spearman}}=0,5161$, $p>0,05$).

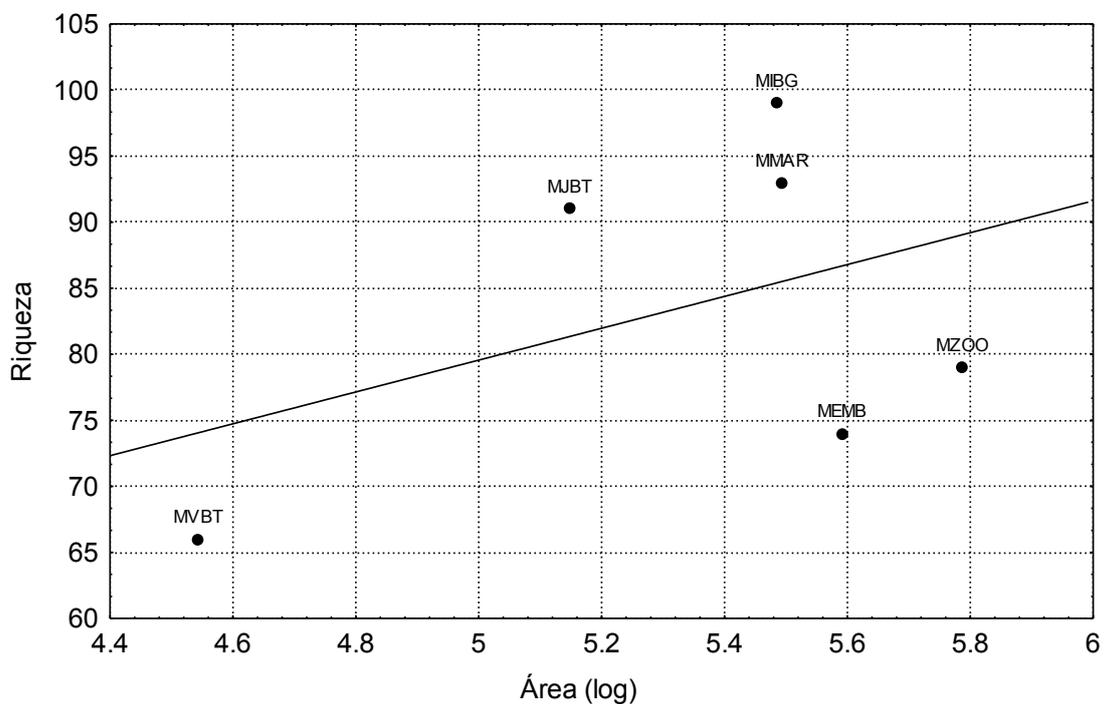


Figura 5. Correlação entre a riqueza de espécies de aves observada e o tamanho das áreas de amostragem (escala logarítmica) de mata de galeria ($R_{\text{Spearman}}=0,0871$, $p>0,05$).
 Obs.: MIBG=Mata da Reserva do Roncador, MJBT=Mata do Jardim Botânico, MMAR=Mata da Marinha, MZOO=Mata do Jardim Zoológico, MEMB=Mata da Fazenda Sucupira-EMBRAPA, MVBT=Mata da Vargem Bonita.

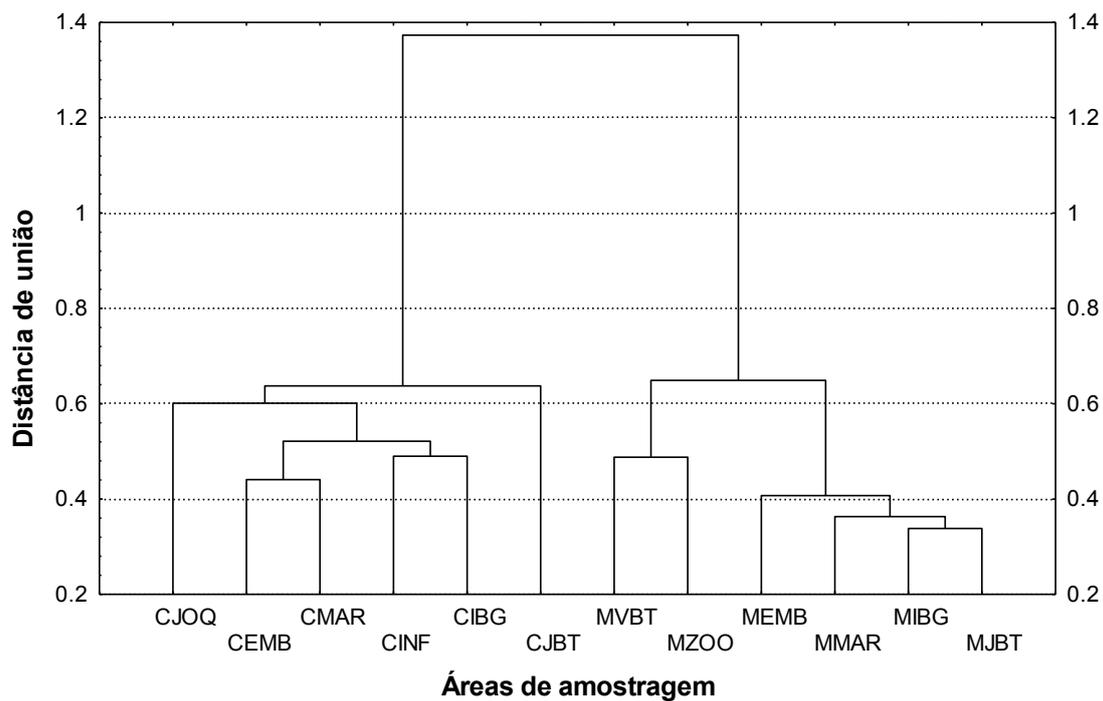


Figura 6. Dendrograma de similaridade de comunidades de aves entre as áreas de amostragem na região de Brasília-DF

Observações:

- CJOQ - Cerrado do Jóquei Clube
- CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA
- CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha
- CINF - Cerrado da Infraero
- CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador)
- CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico
- MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita
- MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico
- MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA
- MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha
- MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador)
- MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico

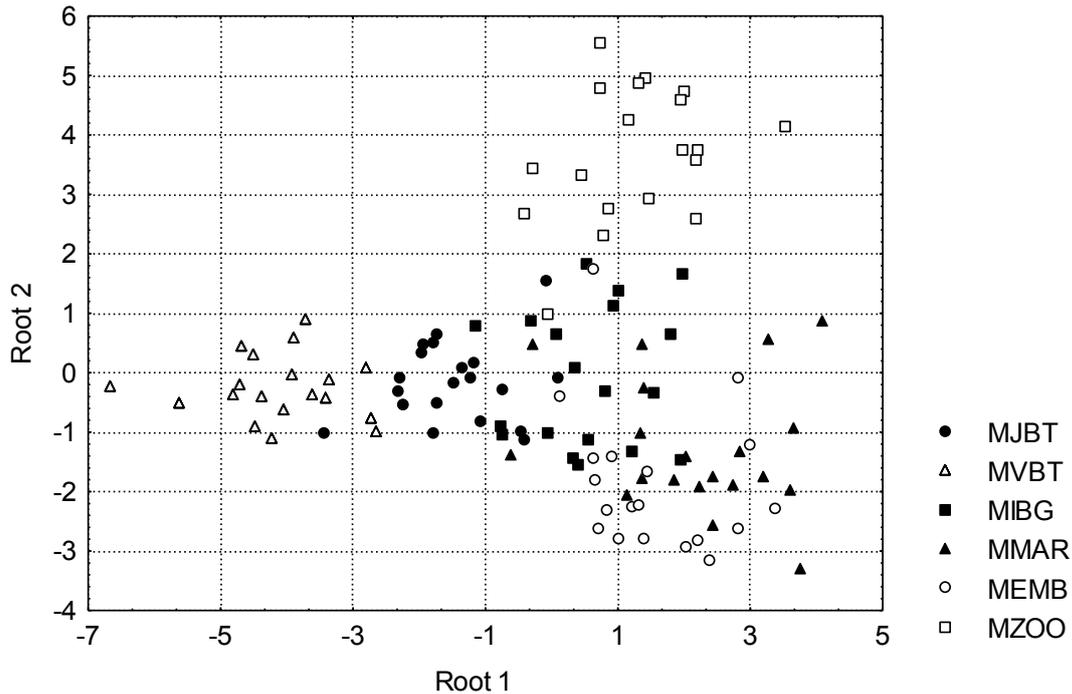


Figura 7. Análise discriminante realizada com dados sobre estrutura da vegetação das áreas de mata de galeria da região de Brasília-DF.

Obs.: MIBG=Mata da Reserva do Roncador, MJBT=Mata do Jardim Botânico, MMAR=Mata da Marinha, MZOO=Mata do Jardim Zoológico, MEMB=Mata da Fazenda Sucupira-EMBRAPA, MVBT=Mata da Vargem Bonita. Wilk's Lambda = 0,0115, $F_{(70,484)}=10,763$, $p<0,05$ para 14 variáveis utilizadas (vide tabela 1).

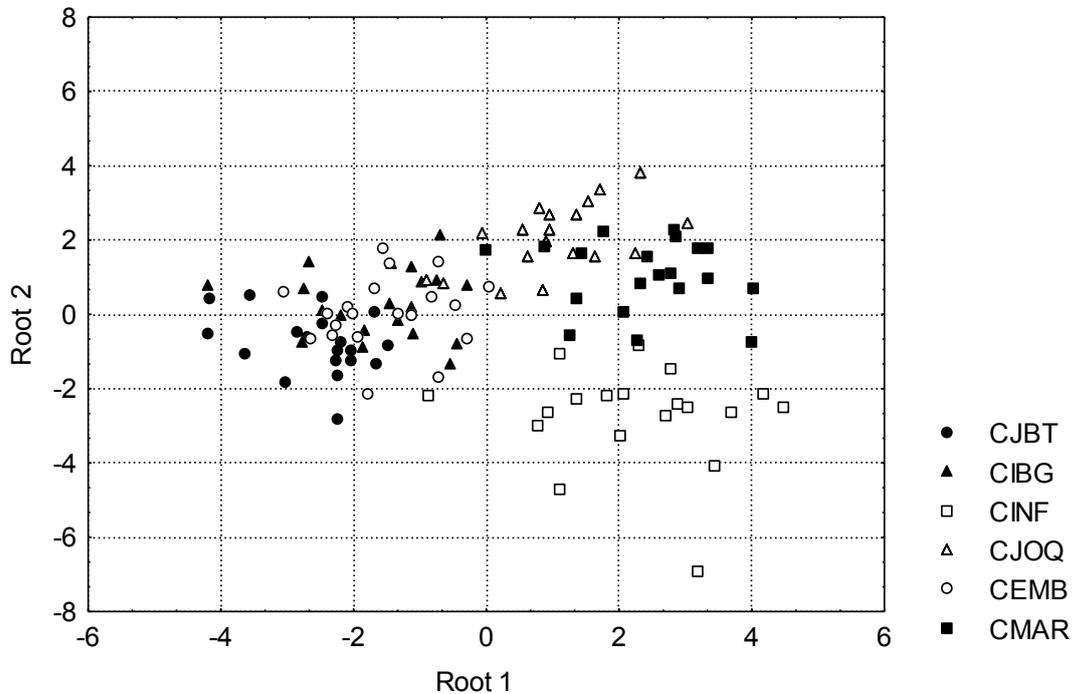


Figura 8. Análise discriminante realizada com dados sobre estrutura da vegetação das áreas de cerrado sentido restrito da região de Brasília-DF.

Obs.: CIBG=Reserva do Roncador, CJBT=Jardim Botânico, CMAR=Marinha, CEMB= Fazenda Sucupira-EMBRAPA, CJOQ=Jóquei Clube de Brasília, CINF=Infraero. (Wilk's Lambda=0,0219, $F_{(55,484)}=11.305$, $p<0,05$) para 14 variáveis utilizadas (vide tabela 2).

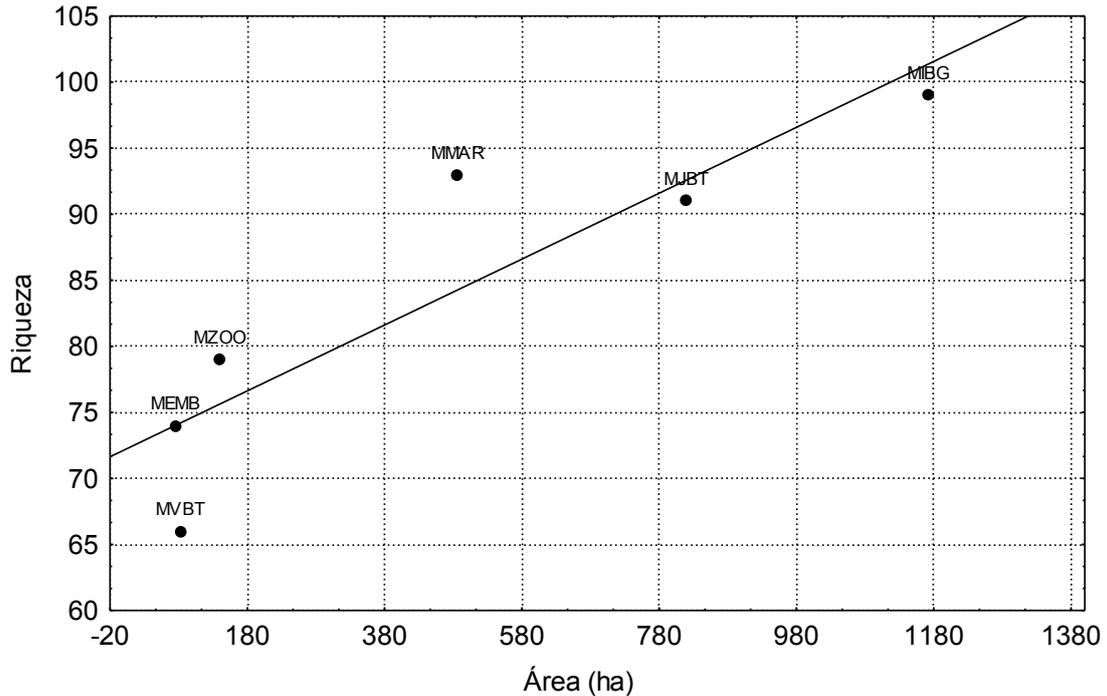


Figura 9. Correlação entre a riqueza de espécies registrada nas matas de galeria com a área ocupada pelo cerrado sentido restrito no entorno ($R_{\text{Spearman}}=0,886$, $p<0,05$).
 Obs.: MIBG=Mata da Reserva do Roncador, MJBT=Mata do Jardim Botânico, MMAR=Mata da Marinha, MZOO=Mata do Jardim Zoológico, MEMB=Mata da Fazenda Sucupira-EMBRAPA, MVBT=Mata da Vargem Bonita.

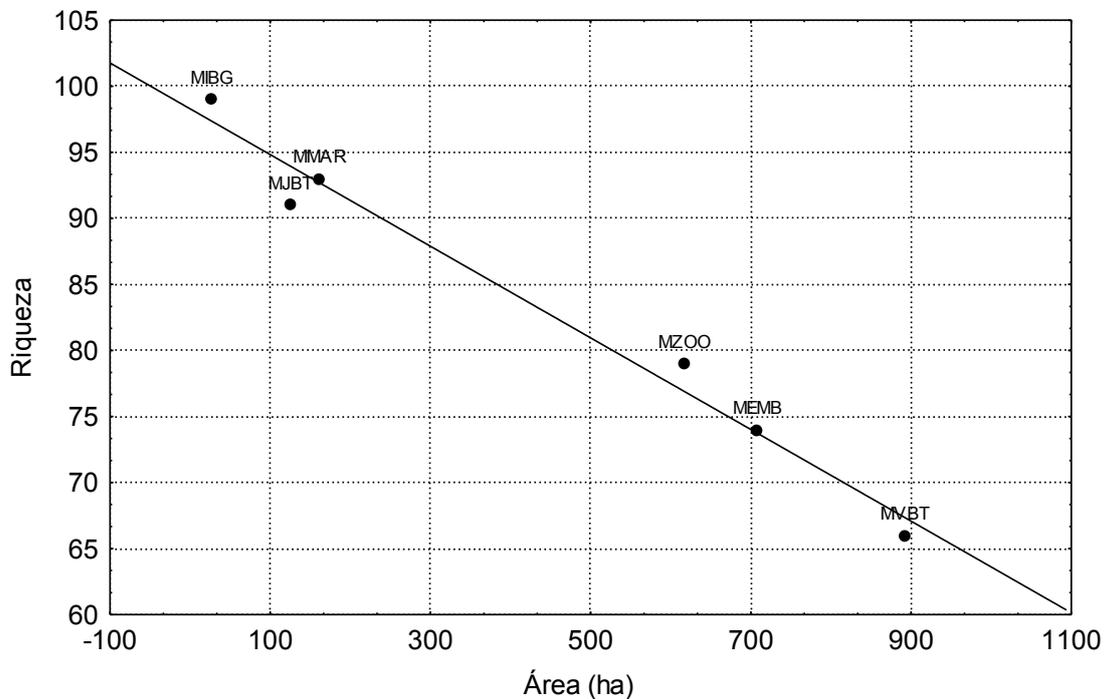


Figura 10. Correlação entre a riqueza de espécies registrada nas matas de galeria com a área ocupada pela classe 'urbana baixa densidade' no entorno ($R_{\text{Spearman}}=-0,943$, $p<0,05$).
 Obs.: MIBG=Mata da Reserva do Roncador, MJBT=Mata do Jardim Botânico, MMAR=Mata da Marinha, MZOO=Mata do Jardim Zoológico, MEMB=Mata da Fazenda Sucupira-EMBRAPA, MVBT=Mata da Vargem Bonita.

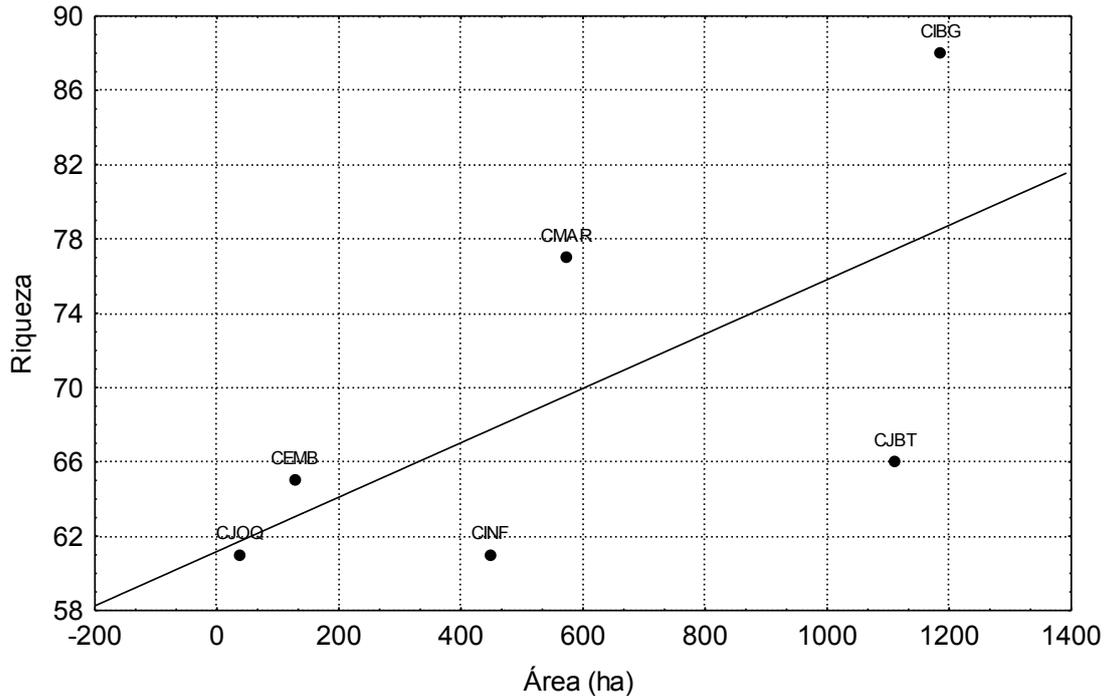


Figura 11. Correlação entre a riqueza de espécies registrada nos cerrados sentido restrito com a área ocupada pela classe 'cerrado denso' ($R_{\text{Spearman}}=0,841$, $p<0,05$).

Obs.: CIBG=cerrado da Reserva do Roncador, CJBT=cerrado do Jardim Botânico, CMAR=cerrado da Marinha, CJOQ=cerrado do Jôquei Clube, CEMB=cerrado da Fazenda Sucupira-EMBRAPA, CINF=cerrado da INFRAERO.

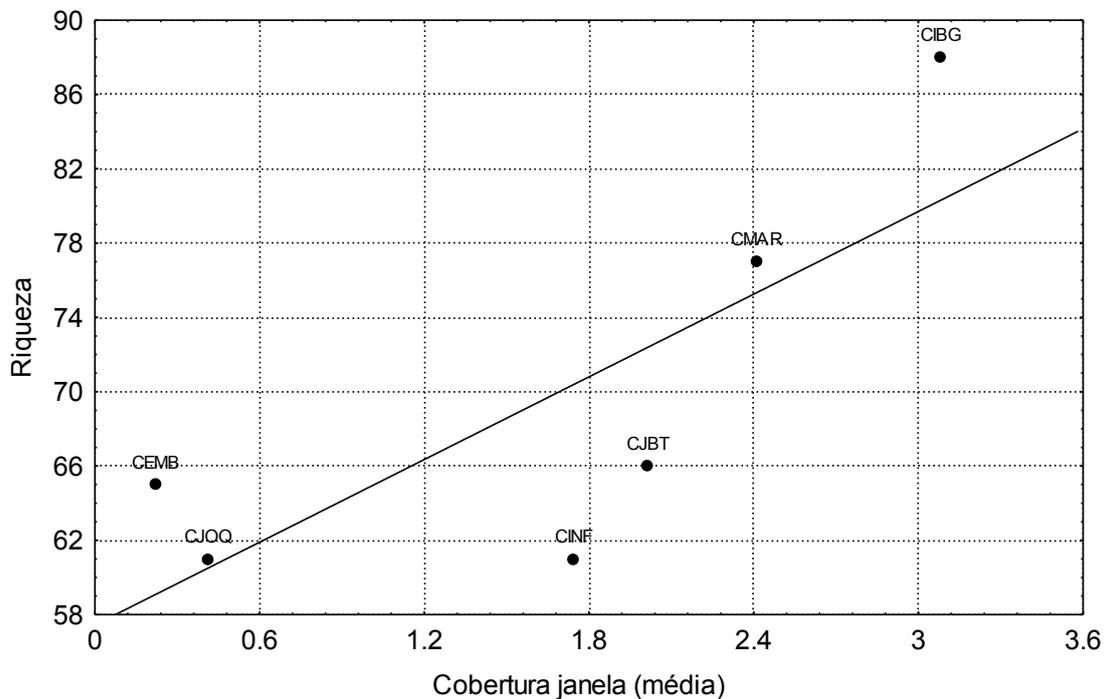


Figura 12. Correlação entre a riqueza de espécies registrada nas áreas de cerrado sentido restrito e a homogeneidade da matriz de paisagem, indicada pelo número médio de *pixels* de cerrado preenchidos ao longo de transeção de 10 km ($R_{\text{Spearman}}=0,812$, $p<0,05$).

ANEXO 2

TABELAS

Tabela 1. Relação e descrição das variáveis utilizadas para caracterizar a estrutura da vegetação nas áreas de mata de galeria da região de Brasília-DF.

Variável	Descrição
ALTHER	Altura do estrato herbáceo (em metros)
ALTMED	Altura do estrato médio (em metros)
ALTSUP	Altura do estrato superior (em metros)
ARVG	Número absoluto de árvores com diâmetro acima de 10 cm
ARVP	Número absoluto de árvores com diâmetro abaixo de 10 cm
CIPOM	Porcentagem da área cobertura por cipós no estrato médio
CIPOS	Porcentagem da área cobertura por cipós no estrato superior
COBERM	Porcentagem da cobertura foliar do estrato médio
COBERS	Porcentagem da cobertura foliar do estrato superior
CONEXH	Nível de conectividade do estrato herbáceo. Escala discreta variando de 0 (nenhuma conectividade) a 3 (conectividade total)
CONEXM	Nível de conectividade do estrato médio. Escala discreta variando de 0 (nenhuma conectividade) a 3 (conectividade total)
CONEXS	Nível de conectividade do estrato superior. Escala discreta variando de 0 (nenhuma conectividade) a 3 (conectividade total)
DAP	Diâmetro à altura do peito (aproximadamente 1,5 m). Medida em centímetros
HUMUS	Escala discreta variando de 0 (nenhum) a 3 (volumoso)
LUMIN	Escala discreta variando de 0 (pouca luminosidade) a 3 (muita luminosidade)
RELEVO	Escala discreta variando de 0 (plano) a 3 (muito inclinado)
SOLO	Medida em centímetros da profundidade do solo (horizonte A)
TRONCOS	Número absoluto de troncos caídos. Foram considerados apenas aqueles que tinham mais de 10 cm de diâmetro

Tabela 2. Relação e descrição das variáveis utilizadas para caracterizar a estrutura da vegetação nas áreas de cerrado da região de Brasília-DF.

Variável	Descrição
ALTHER	Altura do estrato herbáceo (em metros)
ALTSUP	Altura do estrato superior (em metros)
ARVG	Número absoluto de árvores com diâmetro acima de 10 cm
ARVP	Número absoluto de árvores com diâmetro abaixo de 10 cm
DIST1	Distância em metros da árvore de maior porte para a sua vizinha mais próxima
DIST2	Distância em metros da vizinha mais próxima da árvore de maior porte para a segunda vizinha mais próxima
DIVHERB	Estimativa da diversidade de espécies de porte arbustivo no estrato inferior. Escala discreta variando de 0 (nenhuma diversidade e dominância de uma espécie) até 3 (grande diversidade de espécies herbáceas)
CONEXH	Nível de conectividade do estrato herbáceo. Escala discreta variando de 0 (nenhuma conectividade) a 3 (conectividade total)
CONEXS	Nível de conectividade do estrato superior. Escala discreta variando de 0 (nenhuma conectividade) a 3 (conectividade total)
DAP	Diâmetro à altura do peito (aproximadamente 1,5 m). Medida em centímetros
HUMUS	Escala discreta variando de 0 (nenhum) a 3 (volumoso)
CUPIM1	Número absoluto de cupinzeiros terrícolas
CUPIM2	Número absoluto de cupinzeiros arborícolas
EMA	Número absoluto de indivíduos de canela-de-ema (gen. <i>Velozya</i>)
TRONCOS	Número absoluto de troncos caídos. Foram considerados apenas aqueles que tinham mais de 10 cm de diâmetro
FOGO	Escala discreta variando de 0 (nenhum indício de queimada) até 3 (ocorrência de queimadas recentes)

Tabela 3. Dados básicos sobre a diversidade de espécies de aves nas áreas de amostragem da região de Brasília-DF.

Áreas	tipo de ambiente	riqueza considerada	% riqueza do ambiente	Registros totais
Mata de galeria				
MIBG	mc	99	54,2	677
MJBT	mc	91	46,6	730
MMAR	mc	93	68,7	996
MZOO	mi	79	58,0	634
MEMB	mi	74	48,1	862
MVBT	mi	66	45,8	545
Total de espécies			73,6	
Cerrado				
CIBG	cc	88	42,0	396
CJBT	cc	64	30,3	419
CMAR	cc	77	35,1	380
CJOQ	ci	61	28,1	579
CEMB	ci	65	34,6	502
CINF	ci	61	29,0	285
Total de espécies				

Observação: Total de espécies para todas as áreas: 231

MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador); MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico; MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha; MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico; MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita
 CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico; CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador); CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha; CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; CINF - Cerrado da Infraero; CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube
 mc - mata contínua, mi - mata isolada, cc - cerrado contínuo, ci - cerrado isolado

Tabela 4. Área ocupada (em ha) por cada uma das classes de uso da terra na região de Brasília-DF, segundo a classificação realizada nas imagens de Landsat TM (obtidas em ago/96).

	Área	%
Classes de uso da terra		
Matas	12,521,7	9,7
cerrado denso	4,629,6	3,6
cerrado sentido restrito	13,944,3	10,8
Campo/gramados	27,888,2	21,6
Agricultura	5,468,6	4,2
Reflorestamento	654,0	0,5
Lago	2,993,7	2,3
Área urbana	44,842,6	34,7
Área urbana densa	16,257,3	12,6
Ambientes nativos	58,983,9	45,7
Ambientes antrópicos	70,216,2	54,3
Total	129,200,1	

Tabela 5. Características dos fragmentos de mata de galeria e cerrado (denso e sentido restrito) na paisagem de Brasília-DF, segundo classificação realizada nas imagens de Landsat TM (obtidas em ago/96).

Parâmetros	Classe		
	Matas	cerrado 1	cerrado 2
Área total (ha)	9,333,7	2,830,0	11,800,8
No. de fragmentos	356	62	172
Área média (ha)	26,2	45,6	68,6
tamanho máximo (ha)	375,3	430,8	2,645,1
desvio padrão	42,5	80,3	280,8

obs.: foram considerados somente os fragmentos com área \geq 5 ha

Tabela 6. Distribuição de frequência dos fragmentos de mata de galeria em função de classes de tamanho

Classes de tamanho	Número	Porcentagem
0-50	316	88,7
51-100	21	5,9
101-150	10	2,8
151-200	5	1,4
201-250	1	0,3
251-300	1	0,3
301-350	1	0,3
351-400	1	0,3
Total	356	100,0

obs.: foram considerados somente os fragmentos com área ≥ 5 ha

Tabela 7. Distribuição de frequência dos fragmentos de cerrado sentido restrito em função de classes de tamanho (em ha).

Classes de tamanho	Número	Porcentagem
0-500	167	97,0
501-1,000	2	1,2
1,001-1,500	0	0,0
1,501-2,000	2	1,2
2,001-2,500	0	0,0
2,501-3,000	1	0,6
Total	172	100,0

obs.: foram considerados somente os fragmentos com área ≥ 5 ha

Tabela 8. Índices de correlação de Spearman entre a riqueza de espécies e as variáveis de caracterização da heterogeneidade espacial na região de Brasília-DF.

	N	R	t(N-2)	Signif.
Mata de galeria				
No. fragmentos	6	0,264820	0,549250	ns
Preench. Janela	6	0,542857	1,292786	ns
Porc. vazia	6	-0,771429	-2,42467	ns
Extensao frag.	6	-0,200000	-0,408248	ns
Cerrado s.r.				
No. de fragmentos	6	0,231908	0,47682	ns
Preench. Janela	6	0,811679	2,77923	*
Porc. vazia	6	-0,753702	-2,29362	ns
Extensão frag.	6	0,637748	1,655962	ns

Obs.: ns=não significativo, $*=p<0,05$,

Tabela 9. Média e desvio padrão das variáveis de estrutura de vegetação das áreas de mata de galeria da região de Brasília-DF.

	Contínuas						Isoladas					
	MJBT		MIBG		MMAR		MEMB		MZOO		MVBT	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
ALTHER	0,5	0,23	0,2	0,4	0,8	0,4	0,8	0,3	0,2	0,3	0,4	0,1
ALTMED	3,4	0,61	4,7	0,7	5,6	0,9	5,2	0,8	3,6	0,5	2,8	0,4
ALTSUP	17,2	2,07	2,1	2,7	19,5	3,4	19,8	4,2	13,4	3,5	13,1	2,5
ARVGRD	8,0	2,87	2,9	1,7	4,6	0,8	5,6	1,3	6,3	1,9	10,8	3,6
ARVPEQ	7,3	2,64	2,6	2,4	8,7	3,1	12,8	3,8	6,8	2,2	5,9	2,5
CIPOS	14,3	11,95	12,0	13,3	11,5	16,6	8,0	13,2	60,0	29,0	7,5	6,6
CIPOM	21,3	13,85	13,8	22,3	21,5	23,6	16,5	27,9	90,0	22,9	6,5	7,3
COBS	75,8	12,49	12,5	16,1	78,0	19,4	67,1	21,3	53,5	29,4	76,8	12,4
COBMED	60,0	29,69	29,7	19,0	69,8	25,3	73,3	20,3	78,8	25,5	75,3	14,2
CONEXS	2,5	0,51	0,5	0,8	2,8	0,6	2,3	0,9	1,6	1,1	2,1	0,8
CONEXM	2,3	0,85	0,9	0,8	2,6	0,6	2,5	0,7	2,7	0,5	2,0	0,9
CONEXI	2,1	0,83	0,8	0,6	2,6	0,7	2,5	0,8	2,0	1,2	1,2	0,9
DAP	13,8	3,67	3,7	5,7	20,1	7,2	18,6	7,0	12,3	4,8	11,1	3,4
HUMUS	2,8	0,64	0,6	0,8	2,8	0,4	2,9	0,3	1,1	0,7	2,7	0,6
LUMI	1,8	0,72	0,7	0,6	1,9	0,8	1,4	0,6	2,2	0,8	2,0	0,3
RELE	1,4	0,49	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
TRONC	2,5	1,15	1,1	1,4	2,4	1,2	2,8	1,3	3,6	1,1	2,3	0,9

Obs.: As variáveis utilizadas estão descritas na tabela 1, N=20 para todas as áreas amostradas.

MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador); MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico; MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha; MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico; MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita

Tabela 10. Média e desvio padrão das variáveis de estrutura de vegetação das áreas de cerrado sentido restrito da região de Brasília-DF.

	Contínuos						Isolados					
	CJBT		CIBG		CMAR		CEMB		CJOQ		CINF	
	média	dp	média	dp	média	Dp	média	Dp	média	dp	média	dp
ALTH	0,31	0,09	0,66	1,03	0,80	0,18	0,33	0,09	0,55	0,12	0,37	0,13
ALTS	4,00	1,14	4,28	1,63	4,09	1,27	4,70	1,21	2,73	0,42	5,58	1,41
ARVG	5,75	1,89	5,25	1,62	4,05	1,00	6,60	1,64	3,95	1,10	4,55	1,10
ARVP	9,15	2,60	7,75	2,47	3,80	1,28	9,75	1,83	5,70	2,11	3,90	2,55
DIST1	1,32	0,75	1,37	0,81	1,41	0,75	1,22	0,56	1,45	0,79	2,33	1,15
DIST2	1,70	0,80	1,71	0,51	1,95	0,61	1,50	0,56	1,39	0,67	2,14	1,09
DIVHER	2,65	0,49	2,60	0,50	0,65	0,59	2,10	0,64	1,20	0,62	1,65	0,88
CONEXS	0,50	0,51	0,55	0,69	0,40	0,50	1,15	0,88	0,35	0,49	1,30	0,73
CONEXI	2,30	0,66	2,05	0,76	0,75	0,44	1,70	0,73	1,00	0,73	1,05	0,69
DAP	7,75	1,78	8,20	1,94	8,77	1,77	8,83	1,59	6,25	1,73	14,48	4,44
HUMUS	1,45	0,51	1,85	0,67	1,40	0,50	1,75	0,72	0,70	0,57	1,15	0,81
CUPIMT	1,00	0,73	0,45	0,69	0,50	0,51	0,70	0,73	0,75	0,64	0,95	0,76
CUPIMA	0,45	0,69	0,15	0,37	0,40	0,50	0,45	0,60	0,00	0,00	1,40	0,94
EMA	0,85	1,27	0,10	0,31	1,00	1,38	0,30	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
TRONCO	0,95	1,00	0,70	0,66	1,65	0,99	1,20	0,62	0,25	0,44	1,90	1,12
FOGO	0,15	0,37	0,90	0,55	1,85	0,37	1,15	0,37	2,00	0,73	1,50	0,61

Obs.: As variáveis utilizadas estão descritas na tabela 2, N=20 para todas as áreas amostradas.

CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico; CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador); CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha; CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube; CINF - Cerrado da Infraero.

Tabela 11. Estrutura dos fatores extraídos pela análise discriminante e os índices de correlação entre as variáveis utilizadas para a estrutura da vegetação das matas de galeria e variáveis canônicas geradas.

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
ALTMED	0,572	-0,422	-0,128	-0,182	-0,271
CIPOM	0,234	0,680	0,262	0,000	0,023
ARVPEQ	0,200	-0,251	0,661	-0,121	0,331
HUMUS	-0,102	-0,577	0,089	0,269	-0,063
ARVGRD	-0,417	0,050	0,158	-0,066	-0,003
CONEXS	0,022	-0,209	0,044	0,375	-0,337
ALTSUP	0,244	-0,350	-0,085	0,286	0,197
COBMED	0,003	0,065	0,229	-0,290	-0,185
COBS	-0,073	-0,188	-0,225	0,159	-0,221
CONEXI	0,235	-0,092	-0,270	0,125	0,241
TRONC	0,094	0,150	-0,269	-0,163	0,415
CIPOS	0,143	0,596	0,205	-0,019	0,006
CONEXM	0,131	0,064	0,324	0,093	-0,214
LUMI	-0,046	0,176	-0,061	-0,006	-0,375
Variância acumulada	50,7	84,2	92,3	97,0	100,0
Autovalor	4,978	3,277	0,806	0,451	0,293

Obs.: As variáveis utilizadas estão descritas na tabela 1,

Tabela 12. Matriz de classificação das medidas de estrutura de vegetação extraídas das áreas de mata de galeria da região de Brasília-DF

	Porcentagem correta	MJBT	MVBT	MIBG	MMAR	MEMB	MZOO
MJBT	90,0	18	1	1	0	0	0
MVBT	100,0	0	20	0	0	0	0
MIBG	80,0	1	0	16	1	1	1
MMAR	75,0	2	0	0	15	3	0
MEMB	75,0	1	0	1	2	15	1
MZOO	95,0	0	0	1	0	0	19
Total	85,8	22	21	19	18	19	21

Obs.: linhas mostram os valores observados, linhas mostram os valores esperados. MIBG - Mata de galeria do IBGE (Reserva do Roncador); MJBT - Mata de galeria da Estação Ecológica do Jardim Botânico; MMAR - Mata de galeria do CIAC da Marinha; MEMB - Mata de galeria da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; MZOO - Mata de galeria do Santuário de Vida Silvestre do Zoológico; MVBT - Mata de galeria da região da Vargem Bonita.

Tabela 13. Estrutura dos fatores extraídos pela análise discriminante e os índices de correlação entre as variáveis utilizadas para a estrutura da vegetação dos cerrados sentido restrito e variáveis canônicas geradas.

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
FOGO	0,520	0,334	0,330	-0,366	0,419
DAP	0,242	-0,625	0,224	0,025	0,400
DIVHER	-0,514	-0,296	-0,168	-0,118	0,677
ARVP	-0,524	0,033	0,334	-0,182	-0,220
HUMUS	-0,178	-0,077	0,290	0,580	0,444
ARVG	-0,272	-0,127	0,423	0,019	-0,129
TRONCO	0,157	-0,301	0,270	0,459	-0,311
CUPIMT	-0,013	-0,122	-0,090	-0,250	-0,427
ALTH	0,093	0,165	-0,091	0,371	0,369
CONEXS	0,023	-0,294	0,435	-0,223	0,177
CONEXI	-0,414	-0,120	-0,161	0,092	0,167
Variância acumulada	54,1	83,8	92,3	97,9	100,0
Autovalor	4,123	2,269	0,645	0,426	0,159

Obs.: Códigos das variáveis de acordo com a tabela 2,

Tabela 14. Matriz de classificação das medidas de estrutura de vegetação extraídas das áreas de cerrado sentido restrito da região de Brasília-DF.

	Porcentagem correta	CJBT	CIBG	CINF	CJOQ	CEMB	CMAR
CJBT	90,0	18	1	0	0	1	0
CIBG	65,0	4	13	0	0	3	0
CINF	95,0	1	0	19	0	0	0
CJOQ	75,0	0	2	0	15	1	2
CEMB	90,0	0	2	0	0	18	0
CMAR	85,0	0	0	0	3	0	17
Total	83,3	23	18	19	18	23	19

Obs.: CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico; CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador); CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha; CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube; CINF - Cerrado da Infraero.

Tabela 15. Índices de correlação de Spearman entre a riqueza de espécies e a média das variáveis de estrutura de vegetação definidas para as matas de galeria de Brasília-DF.

Variáveis	N	R	t(N-2)	signif.
ALThER	6	-0,147	-0,297	ns
ALTMED	6	0,486	1,111	ns
ALTSUP	6	-0,200	-0,408	ns
ARVG	6	-0,771	-2,425	ns
ARVG	6	-0,200	-0,408	ns
CIPOM	6	0,486	1,111	ns
CIPOS	6	0,257	0,532	ns
COBERS	6	-0,257	-0,532	ns
COBERM	6	-0,771	-2,425	ns
CONEXS	6	-0,029	-0,057	ns
CONEXM	6	-0,143	-0,289	ns
CONEXH	6	-0,029	-0,057	ns
DAP	6	-0,029	-0,057	ns
HUMUS	6	-0,348	-0,742	ns
LUMIN	6	-0,486	-1,111	ns
RELEVO	6	0,647	1,699	ns
TRONCOS	6	-0,371	-0,800	ns

Obs.: ns=não significativo. Códigos das variáveis de acordo com a tabela 1,

Tabela 16. Índices de correlação de Spearman entre a riqueza de espécies e a média das variáveis de estrutura de vegetação definidas para os cerrados sentido restrito amostrados em Brasília-DF.

Variáveis	N	R	t(N-2)	signif.
ALThER	6	0,406	0,888	ns
ALTSUP	6	-0,058	-0,116	ns
ARVG	6	0,261	0,541	ns
ARVP	6	0,058	0,116	ns
DIST1	6	-0,464	-1,047	ns
DIST2	6	0,232	0,477	ns
DIVHERB	6	0,290	0,606	ns
CONEXS	6	-0,116	-0,233	ns
CONEXH	6	0,290	0,606	ns
DAP	6	-0,116	-0,233	ns
HUMUS	6	0,754	2,294	ns
CUPIM1	6	-0,638	-1,656	ns
CUPIM2	6	-0,265	-0,549	ns
EMA	6	0,647	1,697	ns
TRONCOS	6	-0,116	-0,233	ns
FOGO	6	-0,493	-1,133	ns

Obs.: ns=não significativo. Códigos das variáveis de acordo com a tabela 2,

Tabela 17. Características da estrutura da paisagem (valores em ha) do entorno imediato das áreas de mata de galeria na região de Brasília-DF.

	Contínuas			Isoladas				Média	signif. Grupos
	MJBT	MIBG	MMAR	Média	MEMB	MZOO	MVBT		
MATA	241	303	151	231,7	334	400	365	366,3	*
CERR1	175	38	158	123,7	26	38	29	31,0	ns
CERR2	819	1172	486	825,7	75	140	82	99,0	*
CAMP	559	413	968	646,7	438	414	472	441,3	ns
AGRI	23	1	33	19,0	252	22	71	115,0	ns
URB1	125	27	161	104,3	708	617	892	739,0	**
URB2	14	6	3	7,7	127	328	47	167,3	ns

Obs.: MATA=mata de galeria, CERR1=cerrado denso, CERR2=cerrado sentido restrito, CAMP=áreas de campo/gramados, AGRI=áreas de agricultura, URB1=áreas urbanas de baixa densidade, URB2=áreas urbanas de alta densidade. MJBT - mata da Estação Ecológica do Jardim Botânico; MIBG - mata da Reserva do Roncador-IBGE; MMAR - mata do Centro de Adestramento da Marinha-CIAB; MEMB - mata da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; MZOO - mata do Zoológico; MVBT=mata Vargem Bonita. MATA ($t=-2,801$, $p<0,05$); CERR2 ($t=3,649$, $p<0,05$); URB1 ($t=-7,032$, $p<0,01$).

Tabela 18. Características da estrutura da paisagem (valores em ha) do entorno imediato das áreas de cerrado sentido restrito na região de Brasília-DF.

Classes	Contínuos			Isolados				Média	signif. Grupos
	CJBT	CIBG	CMAR	Média	CEMB	CJOQ	CINF		
MATA	143	248	212	201,0	192,0	268	355	271,7	ns
CERR1	1.111	1.186	572	956,3	127,0	37	447	203,7	*
CERR2	332	455	700	495,7	318,0	408	373	366,3	ns
CAMP	28	1	40	23,0	357,0	50	10	139,0	ns
AGRI	132	32	227	130,3	875,0	848	507	743,3	*
URB1	0	6	21	9,0	17,0	337	204	186,0	ns
URB2	83	7	164	84,7	44,0	486	260	263,3	ns

Obs.: MATA=mata de galeria, CERR1=cerrado denso, CERR2=cerrado sentido restrito, CAMP=áreas de campo/gramados, AGRI=áreas de agricultura, URB1=áreas urbanas de baixa densidade, URB2=áreas urbanas de alta densidade. CJBT - Cerrado da Estação Ecológica do Jardim Botânico; CIBG - Cerrado do IBGE (Reserva do Roncador); CMAR - Cerrado do Centro de Adestramento da Marinha; CEMB - Cerrado da Fazenda Sucupira - EMBRAPA; CJOQ - Cerrado do Jôquei Clube; CINF - Cerrado da Infraero. CERR1 ($t = 3,273$, $p<0,05$) e AGRI ($t=-4,675$, $p<0,05$).

Capítulo 3

Influência da matriz de paisagem na dinâmica de aves na região de Brasília - DF

RESUMO

A influência da estrutura da matriz de paisagem sobre a migração de indivíduos entre fragmentos de mata de galeria e cerrado sentido restrito (região de Brasília-DF) foi avaliada por intermédio de um modelo de simulação espacialmente realístico. O modelo, que segue os princípios da teoria de metapopulações, utiliza imagens de satélite classificadas para simular a estrutura da paisagem e impor, aos indivíduos migrantes, diferentes níveis de restrição ao deslocamento entre fragmentos. O caminho de deslocamento entre fragmentos é definido pelo indivíduo migrante após o exame das células localizadas à sua frente (dispersor 'miope'). Esse esquema, que é baseado em um modelo de autômatos celulares, permite que cada indivíduo escolha o melhor caminho a ser percorrido entre fragmentos existentes na paisagem.

As regras de migração foram estabelecidas no sentido de induzir o deslocamento preferencialmente para as células pertencentes a classes de vegetação nativa, evitando as áreas antrópicas sempre que possível. Os dados utilizados para o módulo de dinâmica populacional não correspondem em nenhuma espécie em particular. Nesse sentido, foram utilizados valores que pudessem simular uma espécie com elevado crescimento populacional.

Foram realizadas 80 simulações (40 para o ambiente de mata de galeria e 40 para o cerrado sentido restrito), sendo que os resultados mostram, tanto para a mata de galeria quanto para o cerrado sentido restrito, que o número médio de fragmentos colonizados foi maior nos casos onde a matriz de paisagem é menos restritiva e as espécies possuem uma expressiva capacidade de deslocamento entre fragmentos. O número médio de fragmentos de mata de galeria ocupados ao longo de 100 ciclos foi de 20.0 (N=10, d.p. 10.18) para paisagens pouco restritivas e espécies com grande dispersão, 8.2 (N=10,

d.p. 1.72) para paisagens restritivas e espécies com grande capacidade de dispersão e 5.9 (N=10, d.p. 0.69) para paisagens restritivas e espécies com pequena capacidade de dispersão. Para o cerrado sentido restrito, a média de fragmentos ocupados ao longo das simulações foi de 37.5 (N=10, d.p. 22.3) para paisagens pouco restritivas e espécies com grande capacidade de dispersão, 15.4 fragmentos ocupados (N=10, d.p. 7.4) para paisagens restritivas e espécies com maior capacidade de dispersão e 8.3 fragmentos ocupados (N=10, d.p. 2.7) para paisagens restritivas e espécies com menor capacidade de dispersão.

Além das diferenças no número médio de fragmentos ocupados, o tempo médio de permanência nos fragmentos foi maior nos casos onde houve pequena troca de indivíduos entre fragmentos, pois em paisagens com maior dinâmica de dispersão (matriz sem restrição e espécies com grande dispersão) há um aumento no número de fragmentos ocupados por pequenos períodos de tempo.

Para verificar a eficiência da rotina de dispersão sobre a taxa de colonização de fragmentos, a matriz de paisagem foi 'manejada' no sentido de se criar novas áreas nativas entre os fragmentos de cerrado sentido restrito, atenuando os efeitos do isolamento. Foram inseridos 80 fragmentos ao longo da paisagem, sendo que esses novos fragmentos não foram considerados colonizáveis (foi permitida apenas a passagem pelo fragmento e não o estabelecimento de novas sub-populações). Os resultados de 20 simulações de 100 ciclos cada indicaram que para paisagens manejadas, o número médio de fragmentos ocupados na matriz manejada (17.4 fragmentos, dp=8.3), foi maior do que na paisagem não manejada (15.4 fragmentos, dp=7.4) (KS $D_{\max}=0.04$, $p<0.05$).

Após a análise dos padrões encontrados pelo modelo, sugere-se que qualquer ação de manejo da região analisada deva ser diversificada e orientada tanto para a manutenção de fragmentos bem conservados (importantes para a existência de áreas fornecedoras de indivíduos dispersores), quanto para a criação de sistemas que objetivem atenuar o isolamento dos fragmentos. Com relação a esse último aspecto, os resultados das simulações indicam que uma das maneiras de reduzir o isolamento seria por intermédio da criação de pequenos fragmentos entre os fragmentos maiores.

INTRODUÇÃO

A fragmentação de hábitat (*sensu* Forman e Godron 1986, Wiens 1989) é uma das maiores preocupações atuais da Biologia da Conservação e da Ecologia Aplicada, pois a manutenção de espécies em áreas alteradas tornou-se um grande desafio para os cientistas. A destruição dos ambientes naturais pela ocupação humana é considerada a maior ameaça mundial para a biodiversidade (Saunders *et al.* 1991, Bierregaard Jr. *et al.* 1992). Apesar da ocupação humana ocorrer de diferentes maneiras e intensidades, invariavelmente há a substituição de ambientes naturais complexos por outros antropogênicos mais simplificados (e.g. áreas de agricultura) e em muitos casos esse processo é irreversível. Como consequência, as populações das espécies ficam confinadas aos fragmentos criados, aumentando o risco de ocorrerem extinções locais (Simberloff 1994, Wiens 1989, 1994). Além da diminuição da área disponível para a maioria das espécies, as manchas de vegetação nativa que persistem passam a sofrer alterações secundárias que levam à modificação da qualidade dos habitats remanescentes (Saunders *et al.* 1991). Tais alterações podem ser tão profundas que algumas populações desaparecem antes mesmo da observação de problemas de consangüinidade resultantes do confinamento a um determinado fragmento (Mills & Smouse 1994 e outras referências citadas por eles).

A manutenção das populações em áreas fragmentadas depende, entre outras coisas, da capacidade da espécie em realizar um intercâmbio (migração) de indivíduos entre as manchas isoladas de vegetação (Hanski & Simberloff 1997, Wiens 1997). Além dos fatores intrínsecos de cada espécie, as características dos ambientes alterados que circundam os fragmentos nativos são determinantes da maior ou menor permeabilidade dessa matriz à movimentação das espécies. Forman & Godron (1986) definem ‘matriz’

como o componente de uma paisagem que possui a maior conectividade, a maior área ocupada e apresenta a maior influência sobre os outros elementos (entre eles os fragmentos de vegetação nativa).

Por ser constituída por um mosaico de ecossistemas, nativos ou de origem antrópica, a matriz de paisagem pode apresentar diferentes dificuldades ao deslocamento dos indivíduos, oferecendo obstáculos ou regiões mais restritivas (por exemplo, áreas urbanas). A obtenção de dados sobre os deslocamentos dos indivíduos ao longo da paisagem é um dos pontos-chave dos estudos de dinâmica de populações em ambientes fragmentados pois sabe-se que as espécies capazes de realizar intercâmbios de indivíduos entre populações possuem uma maior probabilidade de sobrevivência ao longo do tempo (Stacey & Taper 1992).

Uma vez que o processo de ocupação humana acontece com uma velocidade muito superior à coleta dos dados básicos sobre a biologia e ecologia das espécies, é necessário o desenvolvimento de modelos de simulação que possibilitem o desenho de cenários futuros com vistas à manutenção das espécies em áreas fragmentadas. Os modelos são úteis para determinar quais parâmetros são necessários para que simulações mais realistas sejam efetuadas. Além disto, conforme sugerido por Dunning Jr. *et al.* (1995), tais modelos podem contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas na medida em que apontam as deficiências do conjunto de dados necessários para as simulações.

Atualmente alguns modelos de simulação estão sendo desenvolvidos no sentido de se incorporar, na avaliação tradicional de viabilidade de espécies, as características da paisagem onde as mesmas ocorrem (e.g. Wootton & Bell 1992, Hanski & Gyllenberg

1993, Akçakaya *et al.* 1995, Dunning Jr. *et al.* 1995, Possingham & Davies 1995, Schwinning & Parsons 1996, Smith & Gilpin 1997, Thomas & Hanski 1997).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é elaborar um modelo espacialmente realístico que permita avaliar a influência da estrutura da matriz de paisagem na dinâmica local de espécies de aves. A partir da definição de diferentes critérios de permeabilidade da matriz e capacidade de dispersão de espécies hipotéticas, foi analisada a taxa de ocupação dos fragmentos de mata de galeria e cerrado sentido restrito na região de Brasília-DF.

REGIÃO DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido no entorno da cidade de Brasília-DF em uma área de 34x38 km (15°44'57"-16°05'27"S, 47°47'59"-48°06'20"W) (figura 1). A região está inserida dentro do bioma do Cerrado, um complexo composto por vários tipos vegetacionais que formam um mosaico com grande heterogeneidade espacial, quando comparado com outros biomas como a Mata Atlântica ou a Amazônia. Localmente existem desde áreas campestres (campo limpo, campo sujo e campo rupestre) até formações florestais (matas mesofíticas ou perenifólias, matas decíduais ou caducifólias). Incluem-se também na região, formações como as veredas (com presença da palmeira *Mauritia flexuosa*), campos úmidos e campos de murundus. Para maiores detalhes sobre essas formações ver Eiten (1972, 1994) ou Oliveira-Filho & Hatter (1995).

As áreas antrópicas são formadas por agricultura, pastagens, reflorestamentos e áreas urbanas com vários níveis de ocupação. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática - <http://www.ibge.gov.br>), a população da cidade de Brasília em 1996 era de 1,807,412 habitantes e vem crescendo a uma taxa média de 2.4% ao ano. Com base em uma imagem de satélite Landsat TM classificada (detalhes sobre o procedimento de classificação podem ser encontrados no capítulo 2), estima-se que as áreas urbanas com baixa ou alta densidade (áreas de moradia, centros comerciais, centros industriais, vias pavimentadas e represas) ocupam 34.6% da porção selecionada para este estudo (figura 1). As áreas nativas (matas, cerrados e campos) totalizam 38.4% do entorno de Brasília.

MÉTODOS

Criação do cenário de simulação (matriz de paisagem)

A matriz de paisagem foi criada a partir de imagens do satélite Landsat TM, adquiridas em ago/96. O processo de classificação das imagens está detalhado em Machado (2000a) e será aqui descrito apenas resumidamente. As bandas TM1 a 5 e TM7 foram registradas com o uso de 10 pontos de controle (RMS=4.691 m) e convertidas para a projeção UTM com o uso do programa IDRISI 32 para *Windows*. Foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) com as seis bandas TM, sendo que os três primeiros componentes (que englobaram 96.4% da variância original) foram utilizados em uma rotina de classificação supervisionada (*Maximum Likelihood*). Para tanto, foram definidos sítios de treinamento correspondentes a 10 classes de uso da terra: mata de galeria, cerrado denso, cerrado sentido restrito, campo/gramados, agricultura, reflorestamentos, lago, áreas urbanas de baixa densidade e áreas urbanas de alta densidade.

A partir dessa imagem, foram gerados dois mapas para as classes de mata de galeria e cerrado sentido restrito, sendo considerados somente os fragmentos com área igual ou superior a cinco ha. Cada fragmento de mata foi individualizado, tendo a sua área mensurada e numerado crescentemente a partir do número 10 pois as células abaixo desse valor representam classes de uso da terra na paisagem. Os fragmentos de mata ou cerrado individualizados foram sobrepostos no mapa com a matriz, sendo que os mapas finais (figuras 2 e 3) (um para as simulações com o cerrado e outro para a mata de galeria) foram constituídos das seguintes classes: mata de galeria, cerrado denso, cerrado sentido restrito, campo, agricultura, reflorestamentos, lago, outros, áreas urbanas de baixa densidade, áreas urbanas de alta densidade. As tabelas 1 e 2 mostram

os valores utilizados para identificar e ordenar as classes de uso da terra conforme seu grau de prioridade para os deslocamentos dos indivíduos na paisagem (ver abaixo). Finalmente, os mapas-base (mata e cerrado) foram convertidos para o formato ASCII para a importação pelo modelo de simulação.

O modelo de simulação

O modelo criado pode ser classificado, segundo Dunning Jr. *et al.* (1995) e Hanski & Simberloff 1997, como espacialmente realístico pois é desenvolvido sobre um cenário real (onde os elementos da paisagem possuem forma, tamanho e espaçamento reais) e, a partir desse, são obtidos parâmetros reais que são utilizados nas simulações realizadas. Ao mesmo tempo, o modelo é do tipo híbrido pois combina duas técnicas de simulação. O fluxograma do programa está representado na figura 4.

Dinâmica populacional

A dinâmica populacional da espécie é realizada com base na multiplicação de duas matrizes, sendo uma representativa da estrutura etária das populações, existindo dez classes etárias (filhotes, jovens e oito classes de adultos) e outra com as probabilidades para que os indivíduos passem de uma classe para as seguintes. Nessa segunda matriz também está indicada a probabilidade dos indivíduos adultos produzir descendentes. Seguindo os procedimentos dados por Akçakaya *et al.* (1999), o modelo criado sorteia, para cada indivíduo de uma sub-população, a probabilidade de passagem de uma classe etária para a classe seguinte e de um adulto (qualquer uma das oito classes) de produzir um ou mais descendentes.

A título de exemplo, suponhamos que a classe jovem do fragmento *i* contenha 10 indivíduos e que 70% deles passarão para a classe adultos. O programa realiza 10

sorteios (um para cada indivíduo) e comparada o valor sorteado com o parâmetro estipulado (0.7, nesse exemplo). Os novos adultos serão aqueles cujo valor sorteado tenha sido igual ou inferior ao parâmetro. Essa rotina é realizada para todas as classes de todas as populações consideradas na paisagem.

Quando se tratar de indivíduos pertencentes a qualquer uma das classes de adultos, o programa realiza a mesma rotina descrita acima para estabelecer quantos indivíduos irão se reproduzir e qual será o número de filhotes produzidos por cada adulto. Caso o tamanho populacional exceda a capacidade suporte de um fragmento, calculada em função do tamanho da área e a densidade da espécie no ambiente considerado, então ocorrerão os eventos de dispersão. Todos os indivíduos ‘excedentes’ irão se dispersar pela paisagem em busca de um outro fragmento onde ele possa se estabelecer, podendo ocorrer colonizações (acréscimo de indivíduos a fragmentos vazios) ou somatório (acréscimo de indivíduos a fragmentos já ocupados que possuam população abaixo da capacidade suporte).

Dispersão

O modelo criado incorpora, para a parte de migração entre fragmentos pela paisagem, os princípios dos autômatos celulares. Autômatos celulares são modelos matemáticos constituídos de uma matriz de elementos (células) que podem mudar de um estado a outro em função de regras determinísticas ou estocásticas (Gonçalves & Diogo 1994).

Para cada indivíduo que irá migrar, ou seja, sair de um fragmento com população excedente [fragmento do tipo *source*, conforme Hanski & Simberloff (1997)], o modelo sorteia uma das oito possíveis direções a ser seguida (norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste) e passa a implantar regras de dispersão (figura 5), realizadas separadamente para cada indivíduo definido migrante. Nesse aspecto, cada indivíduo

poderá seguir para diferentes direções e realizar um caminho próprio entre o fragmento de origem e o de destino (caso tenha sucesso em alcançá-lo). As regras de dispersão são as seguintes:

1 – o indivíduo desloca-se até o limite do fragmento seguindo a direção estabelecida pelo sorteio;

2 – o dispersor examina as três células vizinhas à sua posição e toma a decisão sobre qual será a próxima célula do deslocamento, baseado na escala de valores estabelecida na classificação das imagens de satélite (tabelas 1 e 2), seguindo preferencialmente para as células com valores mais baixos. Para ilustrar, vamos supor um sorteio de deslocamento primário no sentido norte. O indivíduo analisará as células superior esquerda, superior e superior direita (figura 5), tomando o próximo passo no sentido da célula de menor valor. Assim, entre uma célula do tipo urbana de baixa densidade (valor 9), agricultura (valor 5) ou campo (valor 4), o indivíduo seguirá para o campo. Caso todas as células sejam de igual valor, ele seguirá para o norte, conforme definido em sua diretriz básica. Caso a célula do norte tenha um valor elevado (digamos 9, representando áreas urbanas de baixa densidade) e as duas células laterais tenham valores iguais e inferiores ao da célula do meio, o programa sorteia para qual das células laterais ele irá se deslocar;

3 – o deslocamento prossegue até que o indivíduo alcance um fragmento diferente do fragmento de origem ou até que sua capacidade de deslocamento esteja esgotada (tabela 3). O programa possui um contador que acumula seqüencialmente cada célula percorrida (matriz pouco restritiva) ou poderá acrescentar o valor da célula percorrida ao acumulador (matriz muito restritiva). Desta forma, incorpora-se uma certa fricção ao deslocamento dos indivíduos, sendo que o limite estabelecido poderá ser rapidamente

atingido caso a dispersão ocorra sobre ambientes urbanos (que possuem valores mais elevados no sistema de classificação);

4 – os indivíduos que ultrapassarem os limites da paisagem simulada serão descartados;

5 – durante a dispersão poderá ocorrer a mortalidade dos indivíduos, conforme determinado por um parâmetro específico;

6 – caso o indivíduo consiga alcançar um determinado fragmento, três situações poderão ocorrer: se for um fragmento ocupado e com população abaixo da capacidade suporte, a população do fragmento é atualizada somando-se um indivíduo para a classe ‘jovem’; se a população do fragmento estiver saturada (acima da capacidade suporte), então o indivíduo é eliminado; se o fragmento estiver vazio, então uma nova população é iniciada.

Parâmetros utilizados nas simulações

Para o desenvolvimento das simulações foram utilizados valores que permitissem o crescimento das sub-populações e o seu deslocamento entre os fragmentos de mata de galeria ou cerrado sentido restrito. Os parâmetros não se referem a nenhuma espécie em particular e consideram uma dinâmica altamente produtiva. Na tabela 3 encontram-se os valores utilizados para a execução das simulações nos ambientes de mata de galeria e cerrado sentido restrito. Para o ambiente de cerrado, foi considerada uma maior probabilidade de incidência de catástrofes e uma recuperação mais rápida, caso um fragmento fosse afetado. Apenas a capacidade de deslocamento e a restrição da matriz foram alterados para a realização das simulações. As restrições ao deslocamento dos indivíduos ao longo da paisagem foram consideradas em três níveis: situação de baixa restrição, onde a espécie seria capaz de deslocar até 200 células (cerca de 12 km) e o

deslocamento foi computado somando-se uma unidade a cada célula percorrida na matriz; média restrição onde a espécie também seria capaz de deslocar até 200 células mas foi computado o valor de cada célula percorrida na matriz (segundo valores das tabelas 1 e 2) ao contador de deslocamento; e alta restrição, onde a espécie seria capaz de deslocar apenas 100 células (cerca de 6 km) e o valor da célula percorrida também foi computado ao deslocamento. Em todos os casos de deslocamento, cada indivíduo poderia percorrer a matriz até que o limite de dispersão (200 ou 100 células) fosse alcançado. Nos casos de restrição média ou alta da matriz esse limite poderia ser rapidamente alcançado em função do acréscimo do valor das células percorridas.

Na tabela 4 encontra-se a relação dos remanescentes de mata de galeria e cerrado sentido considerados nas simulações e suas respectivas populações iniciais, distribuídas nas classes etárias estabelecidas. A posição na paisagem desses remanescentes pode ser vista nas figuras 2 e 3.

Para avaliar o efeito do isolamento e da estrutura da paisagem sobre os deslocamentos, a matriz de paisagem foi 'manejada' por intermédio da inserção de novas áreas nativas entre os fragmentos (figura 6). Em função de seu maior estado de fragmentação e isolamento, foi selecionada o ambiente de cerrado sentido para esse tipo de simulação. Foram inseridos 80 novos fragmentos com tamanho médio de 13.5 ha e área total de 1,078 ha. Os indivíduos dispersores poderiam apenas passar por esses fragmentos, não sendo permitido o estabelecimento de novas sub-populações.

RESULTADOS

Ocupação da paisagem

A dinâmica populacional simulada pelo programa desenvolvido foi capaz de indicar a existência de diferentes tipos de comportamento na flutuação do número de indivíduos ao longo dos ciclos. Além disto, os fragmentos também apresentaram diferenças no tempo em que estiveram ocupados e na frequência de uso dos mesmos. Mesmo sub-populações que iniciaram com os mesmos parâmetros, comportaram-se diferentemente ao longo das simulações. Tanto nas simulações com as matas de galeria quanto no cerrado, algumas sub-populações apresentaram um crescimento constante até que fosse atingida a capacidade suporte do fragmento e, a partir daí, comportaram-se como fragmentos-fonte (*source*) (figura 7 e 8, curvas 1 e 2). No caso do cerrado, o regime de perturbação definido nas simulações causou uma maior amplitude na flutuação das sub-populações (figura 7, letra c). Para o ambiente de mata, tal flutuação foi mais discreta (figura 8).

Alguns fragmentos, mesmo possuindo os mesmos valores para os parâmetros de crescimento populacional dos demais fragmentos, apresentaram uma rápida queda no nível populacional e tornaram-se 'vazios' ao longo da simulação (figura 7 e 8, curva 3). Entretanto, foram observados fragmentos que foram colonizados, ficaram vazios e foram recolonizados ao longo das simulações (figura 7, curva 4). Este tipo de fragmento poderia ser classificado como 'ralo' (*sink*), conforme conceito dado por Hanski & Simberloff (1997). Em outra situação também foram registrados fragmentos inicialmente vazios mas que tornaram-se estáveis e produtivos (*source*) (figura 7 - curva 3, figura 8 - curva 4), após a colonização por indivíduos oriundos de outros fragmentos,

De acordo com as simulações realizadas, o número médio de fragmentos ocupados ao final das simulações foi maior nas situações de baixa restrição e espécie com maior capacidade dispersora do que nas situações onde a matriz de paisagem era mais restritiva e as espécies possuíam pequena capacidade de dispersão (figuras 9 e 10). A média de fragmentos ocupados variou significativamente para as três situações gradativas de restrição à dispersão dos indivíduos tanto para o cerrado (KS $D_{\max}=0.00$, $p<0.05$ para baixa e média restrição; KS $D_{\max}=0.58$, $p<0.05$ para baixa e alta restrição; e KS $D_{\max}=0.77$, $p<0.05$ para média e alta restrição), quanto para a mata de galeria (KS $D_{\max}=0.02$, $p<0.05$ para baixa e média restrição; KS $D_{\max}=0.00$, $p<0.05$ para baixa e alta restrição; e KS $D_{\max}=0.00$, $p<0.05$ para média e alta restrição)

O número de fragmentos ocupados no ambiente de cerrado sentido restrito e mata de galeria passou a ser diferenciado nas simulações a partir do ciclo 25 (figuras 9 e 10). Entretanto, a curva acumulativa de fragmentos ocupados pelo cerrado na situação de baixa restrição da matriz cresceu rapidamente até o ciclo 60, havendo uma diminuição do crescimento a partir daí. No caso da mata de galeria, o crescimento da curva ocorreu de forma mais constante ao longo dos ciclos.

O tempo médio de ocupação dos fragmentos foi maior nas situações de baixa dispersão e maior restrição mas esse aspecto está relacionado com uma maior dinâmica de colonização/extinção/recolonização nas situações de maior dispersão e menor restrição ao movimento dos indivíduos (tabela 4).

A comparação da dinâmica das sub-populações em uma paisagem manejada (onde foram inseridos novos fragmentos) e outra não manejada, indicou que o número médio de fragmentos ocupados foi maior no primeiro caso (17.4 fragmentos ocupados, $N=10$

simulações de 100 ciclos, $dp=8.3$) do que no segundo (15.4 fragmentos, $N=10$ simulações de 100 ciclos, $dp=7.4$) ($KS D_{max}=0.04$, $p<0.05$).

DISCUSSÃO

A conectividade de ecossistemas em paisagens alteradas tem sido alvo de diversos estudos em várias regiões do mundo, tanto teóricos (Pulliam *et al.* 1992, Ims & Yoccoz 1997, Drechsler & Wissel 1998, Haig *et al.* 1998, Brooker *et al.* 1999) como práticos (Hass 1995, Forsy & Humphrey 1996). Em um primeiro momento, a perda de hábitat é o impacto primário mais expressivo da fragmentação, mas o isolamento e o tamanho das áreas remanescentes passam a ser peças chave na manutenção local de espécies (Andrén 1994).

Uma das questões básicas relacionadas com a conectividade de ecossistemas é a estimativa da viabilidade ou persistência de espécies em ambientes fragmentados. Alguns modelos teóricos (Stacey & Taper 1992, Stacey *et al.* 1997) indicam que o intercâmbio de indivíduos entre populações isoladas é fator determinante para o incremento em suas viabilidades ao longo do tempo. Por sua vez, o intercâmbio de indivíduos está relacionado com dois aspectos básicos: a capacidade intrínseca de cada espécie em realizar movimentos de migração e a estrutura da matriz existente no entorno dos fragmentos.

Wiens (1997) indica que vários estudos que abordam a heterogeneidade espacial consideram apenas manchas (*patches*) inseridas em uma matriz ecologicamente neutra. Esta abordagem implícita, argumenta Wiens (1997), desconsidera o fato de que a matriz de inserção das manchas ou fragmentos é um importante fator inibidor de vários aspectos do movimento das espécies (migração, colonização, fluxo gênico). Desta forma, a dinâmica da matriz e sua estrutura são fatores essenciais para o entendimento

dos fatores que determinam a persistência das espécies em paisagens pouco ou muito perturbadas.

A estrutura da paisagem apresenta uma grande influência na dinâmica local das espécies, mesmo para grupos como as Aves que apresentam uma alta capacidade de deslocamento. Haas (1997) conduziu um estudo com três espécies de aves migratórias (*Turdus migratorius*, *Toxostoma rufum* e *Lanius ludovicianus*) que residem no México mas realizam anualmente movimentos migratórios para o estado americano de Dakota do Norte, local onde foi desenvolvido o estudo. Por intermédio da marcação de indivíduos, a autora encontrou que a maior parte das dispersões locais de indivíduos ocorreu entre fragmentos que estavam conectados por corredores.

Estudos conduzidos por Forsy & Humphrey (1996) na Flórida (EUA) com coelhos (*Sylvilagus palustris*) usando rádio-transmissores indicaram que diferentes estruturas presentes na paisagem podem ser restritivas ou atrativas aos indivíduos dispersores. No caso de *S. palustris*, as estradas pavimentadas mais largas existentes na região onde os autores desenvolveram o estudo representam barreiras para todos os indivíduos acompanhados. Por outro lado, as movimentações locais ocorreram através de pequenas formações nativas.

O padrão de movimentação dos indivíduos no modelo criado é semelhante à teoria do caminho-aleatório (*random-walk*) que prediz que os indivíduos irão dispersar através de localizações aleatórias ao longo da borda de um fragmento, conforme definição de Ber [1983 in Forsy & Humphrey (1996)]. Os indivíduos dispersores no modelo desse estudo não percorrem aleatoriamente pela paisagem mas seguem regras pré-estabelecidas que definem o seu movimento. Uma vez que os dispersores examinam as células da matriz localizadas imediatamente à sua frente, tomando uma decisão sobre qual será a próxima

célula a ser seguida, eles foram aqui denominados de 'dispersores míopes' pois não enxergam mais do que uma unidade da matriz de cada vez. E assim o dispersor vai percorrendo a matriz até alcançar um fragmento ou esgotar sua capacidade de dispersão, sempre evitando as áreas antrópicas e percorrendo preferencialmente pelas áreas nativas, à mesma feição do que realizam, no mundo real, as aves de Hass (1997) ou o coelho de Forys & Humphrey (1996).

O esquema definido para o modelo foi capaz de indicar que a ocupação da matriz por uma determinada espécie poderá depender tanto do tipo de restrição imposta ao deslocamento dos indivíduos quanto da configuração espacial dos elementos componentes da paisagem. Os resultados das simulações indicam que em paisagens muito restritivas que, por exemplo, apresentam muitas áreas urbanas, o número de fragmentos ocupados por uma espécie é menor do que nas paisagens menos restritivas, que apresentam mais áreas nativas.

Implicações para a conservação

A existência de áreas nativas entre os fragmentos é um fator que atenua o isolamento dos mesmos, aumentando as chances deles serem colonizados ou recolonizados, em caso de extinção local de uma sub-população conforme o esquema geral da teoria de metapopulações (Hanski 1997). Uma das formas mais citadas na literatura para a diminuição do isolamento de fragmentos em regiões que sofreram impactos antrópicos é a criação de corredores que interligariam as áreas nativas remanescentes, embora as opções de manejo regional para assegurar a viabilidade das populações possam incluir o manejo dos fragmentos ou a criação de novos fragmentos (Drechsler & Wissel 1998).

No caso do Cerrado, um ecossistema formado predominantemente por formações abertas, é possível que o efeito do isolamento sobre os fragmentos possa ser atenuado

pela manutenção ou criação de pequenas áreas localizadas entre fragmentos, conforme indicado pelos resultados das simulações. Em paisagens grandemente modificadas, como é o caso da região de Brasília, poucas são as opções para a adoção de medidas de manejo que visem a manutenção das populações, espécies e comunidades. Nessa situação, a criação de corredores pode ser de difícil aplicação pois esse opção de manejo pressupõe a manutenção de áreas contínuas. Por outro lado, a criação de pequenas áreas nativas localizadas próximas umas das outras e de fragmentos mais expressivos pode ser uma estratégia de conservação válida para o Cerrado, especialmente se considerarmos a alta taxa de perturbação à qual estão sujeitas as áreas nativas localizadas próximas às concentrações urbanas.

O objetivo deste trabalho não foi questionar ou criar argumentos contra a criação de corredores mas apenas de contribuir para a discussão de alternativas de manejo de espécies em áreas altamente antropizadas. Qualquer que seja o esquema de conservação definido, é necessário incorporar nas políticas públicas de conservação os conhecimentos teóricos já adquiridos.

CONCLUSÕES

1. o modelo criado foi capaz de simular a dinâmica de colonização e recolonização de ambientes de cerrado e mata de galeria, indicando a existência de fragmentos do tipo fonte (*source*) e fragmentos do tipo ralo (*sink*);
2. o número médio de fragmentos ocupados é influenciado pela restrição da matriz, pela capacidade de dispersão das espécies e pela disposição dos fragmentos ao longo da paisagem. A menor taxa de ocupação dos fragmentos foi observada para paisagens restritivas e para espécies com pequena capacidade de dispersão;
3. a manutenção de fragmentos bem conservados é importante para assegurar a existência de populações mais numerosas e estáveis, mas o isolamento poderá inviabilizar novas recolonizações caso uma determinada sub-população venha a se extinguir pela incidência de catástrofes naturais;
4. os resultados das simulações indicam que o efeito do isolamento pode ser atenuado com a criação/manutenção de áreas nativas entre fragmentos. Um maior número de fragmentos passou a ser ocupado nas simulações onde a matriz de paisagem foi manejada com o acréscimo de novas áreas nativas entre os fragmentos.

AGRADECIMENTOS

Valiosas sugestões e informações foram fornecidas pelo Prof. Jader Marinho-Filho, Prof. Alexandre Araújo, Prof. John Hay e Ludmilla Aguiar. Os dados climáticos utilizados nesse estudo foram fornecidos pela administração da Reserva do Roncador - IBGE. As imagens de satélite e o programa Visual Basic 4.0 utilizados foram gentilmente cedidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Brasília-FAPDF.

BIBLIOGRAFIA

- Akçakaya, H.R., M.A. McCarthy & J.L. Pearce. 1995. Linking landscape data with population viability analysis: management options for the helmeted honeyeater *Lichenostomus melanops cassidix*. *Biological Conservation* 73: 169-176.
- Akçakaya, H.R., M.A. Burgman & L.R. Ginzburg. 1999. RAMAS Ecolab.
- Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.
- Bierregaard Jr, R.O., T.E. Lovejoy, V. Kapos, A.A. dos Santos & R.W. Hutchings. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *Bioscience* 42: 859-866.
- Brooker, L., M. Brooker & P. Cale. 1999. Animal dispersal in fragmented habitat: measuring habitat connectivity, corridor use, and dispersal mortality. *Conservation Ecology* [on line] 3(1):1-27.
- Drechsler, M. & C. Wissel. 1998. Trade-offs between local and regional scale management of metapopulations. *Biological Conservation* 83(1): 31-41.
- Dunning Jr, J.B., D.J. Stewart, B.J. Danielson, B.R. Noon, T.L. Root, R.H. Lamberson & E.E. Stevens. 1995. Spatially explicit populations models: current forms and future uses. *Ecological Applications* 5(1): 3-11.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review* 38(2): 201-341.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do Cerrado. Pp. 17-73. *In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. M.N. Pinto (org.). Editora Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Forman, R.T.T. & M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons, 629 pp.
- Forys, E.A. & S.R. Humphrey. 1996. Home range and movements of the lower keys marsh rabbit in a highly fragmented habitat. *Journal of Mammalogy* 77(4): 1042-1048.

- Gonçalves, P.P & P.M. Diogo. 1994. Geographic information systems and cellular automata: a new approach to forest fire simulation. EGIS – publicação *on line* (<http://www.odyssey.maine.edu/gisweb/spatdb/egis/eg94080.html>).
- Haig, S.M., D.W. Mehlman & L.W. Oring. 1998. Avian movements and wetland connectivity in landscape conservation. *Conservation Biology* 12(4): 749-758.
- Hanski, I. 1997. Metapopulation dynamics - from concepts and observations to predictive models. Pp. 69-91. *In: Metapopulation biology - ecology, genetics, and evolution*. Hanski, I.A. & M.E. Gilpin (eds.). Academic Press, Londres, UK.
- Hanski, I. & M. Gyllenberg. 1993. Two general metapopulation models and the core-satellite species hypothesis. *The American Naturalist* 142(1): 17-41.
- Hanski, I. & D. Simberloff. 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. Pp. 5-26. *In: Metapopulation biology - ecology, genetics, and evolution*. Hanski, I.A. & M.E. Gilpin (eds.). Academic Press, Londres, UK.
- Haas, C.A. 1997. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conservation Biology* 9(4):845-54.
- Ims R.A. & N.G. Yoccoz. 1997. Studying transfer processes in metapopulations: emigration, migration, and colonization. Pp. 247-65. *In: Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. Hanski, I.A. & M.E. Gilpin (eds.). Academic Press Londres, UK.
- Machado, R.B. 2000a. A fragmentação do Cerrado na região de Brasília-DF e a diversidade de aves. Tese de Doutorado – Capítulo II. Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- Machado, R.B. 2000b. Comunidades de aves em áreas contínuas e isoladas do Cerrado na região de Brasília – DF. Tese de Doutorado – Capítulo I. Universidade de Brasília, Brasília-DF.
- Mills, L.S. & P.E. Smouse. 1994. Demographic consequences of inbreeding in remnant populations. *The American Naturalist* 144(3): 412-413.

- Oliveira-Filho, A.T. & J.A. Ratter. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52(2): 141-194.
- Possingham, H.P. & I. Davies. 1995. ALEX: a model for the viability analysis of spatially structured populations. *Biological Conservation* 73: 143-150.
- Pulliam, H.R., J.B. Dunning Jr., J. Liu. 1992. Population dynamics in complex landscapes: a case study. *Ecological Applications* 2(2):165-77.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs & C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5(1): 18-32.
- Schwinning, S. & A.J. Parsons. 1996. A spatially explicit population model of stoloniferous N-fixing legumes in mixed pasture with grass. *Journal of Ecology* 84:815-826.
- Simberloff, D. 1994. Habitat fragmentation and population extinction of birds. *Ibis* 137: 105-111.
- Smith, A.T. & M.E. Gilpin. 1997. Spatially correlated dynamics in a *Pika* metapopulation. *In: Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution.* Hanski, I.A. & M.E. Gilpin. (ed.). San Diego, CA: Academic Press, pp.407-428.
- Stacey, P.B. & M. Taper. 1992. Environmental variation and the persistence of small populations. *Ecological Applications* 2(1): 18-29.
- Stacey, P.B., V.A. Johnson & M.L. Taper. 1997. Migration within Metapopulations: the impact upon local population dynamics. Pp. 267-292. *In: Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution.* Hanski, I.A. & M.E. Gilpin. (ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Thomas, C.D. & I. Hanski. 1997. Butterfly metapopulations. Pp. 359-386. *In: Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution.* Hanski, I.A. & M.E. Gilpin. (ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Wiens, J.A. 1989. The ecology of birds communities. Processes and variations. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 316 pp.

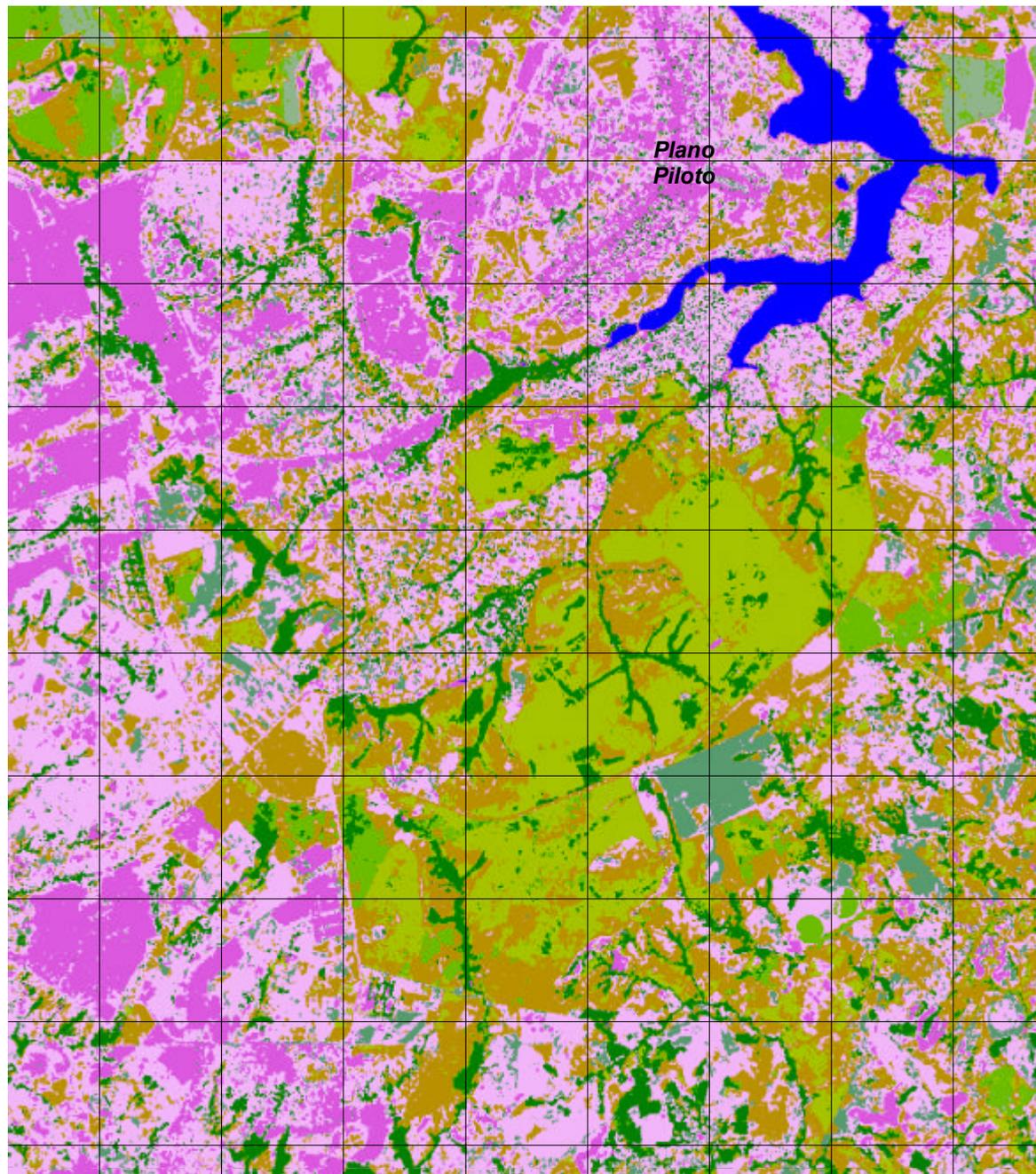
- Wiens, J.A. 1994. Habitat fragmentation: island v. landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* 137: 97-104.
- Wiens, J.A. 1997. Metapopulation and Landscape Ecology. Pp. 43-62. *In*: Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution. Hanski, I.A. & M.E. Gilpin. (ed.). San Diego, CA: Academic Press.
- Wootton, J.T. & D.A. Bell. 1992. A metapopulation model of the peregrine falcon in California: viability and management strategies. *Ecological Applications* 2(3): 307-321.

ANEXOS

ANEXO 1

FIGURAS

Figura 1 - área de estudo



Classes de uso da terra em Brasília 1996

Classificação supervisionada (Maxlike) a partir das bandas 1 a 5 e 7 do Landsat TM. As bandas foram combinadas por meio de uma análise de componentes principais (PCA), sendo que os três primeiros componentes foram utilizados para a definição das classes.

Legenda

	Áreas de Mata (mata galeria, cerrado, áreas arborizadas)		Reflorestamentos (eucalipto e pinho)
	Áreas de cerrado (cerrado 'denso')		Outros
	Áreas de cerrado sentido restrito		Lagoa, represa
	Áreas de campo (pode incluir gramados e pastagens)		Área urbana (pequena densidade)
	Áreas de agricultura		Área urbana (grande densidade)

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM

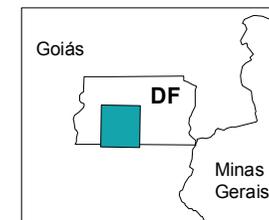
Escala 1:250.000

Meridiano Central 45o W

Elaborado por:

Ricardo Bomfim Machado

Curso de Pós-graduação em Ecologia - UnB



Localização no Distrito Federal



Localização no Brasil

0 4 8 12 16 km

Figura 1. Localização da região de estudos. A paisagem foi criada a partir de imagens de satélite Landsat TM, adquiridas em ago/96.

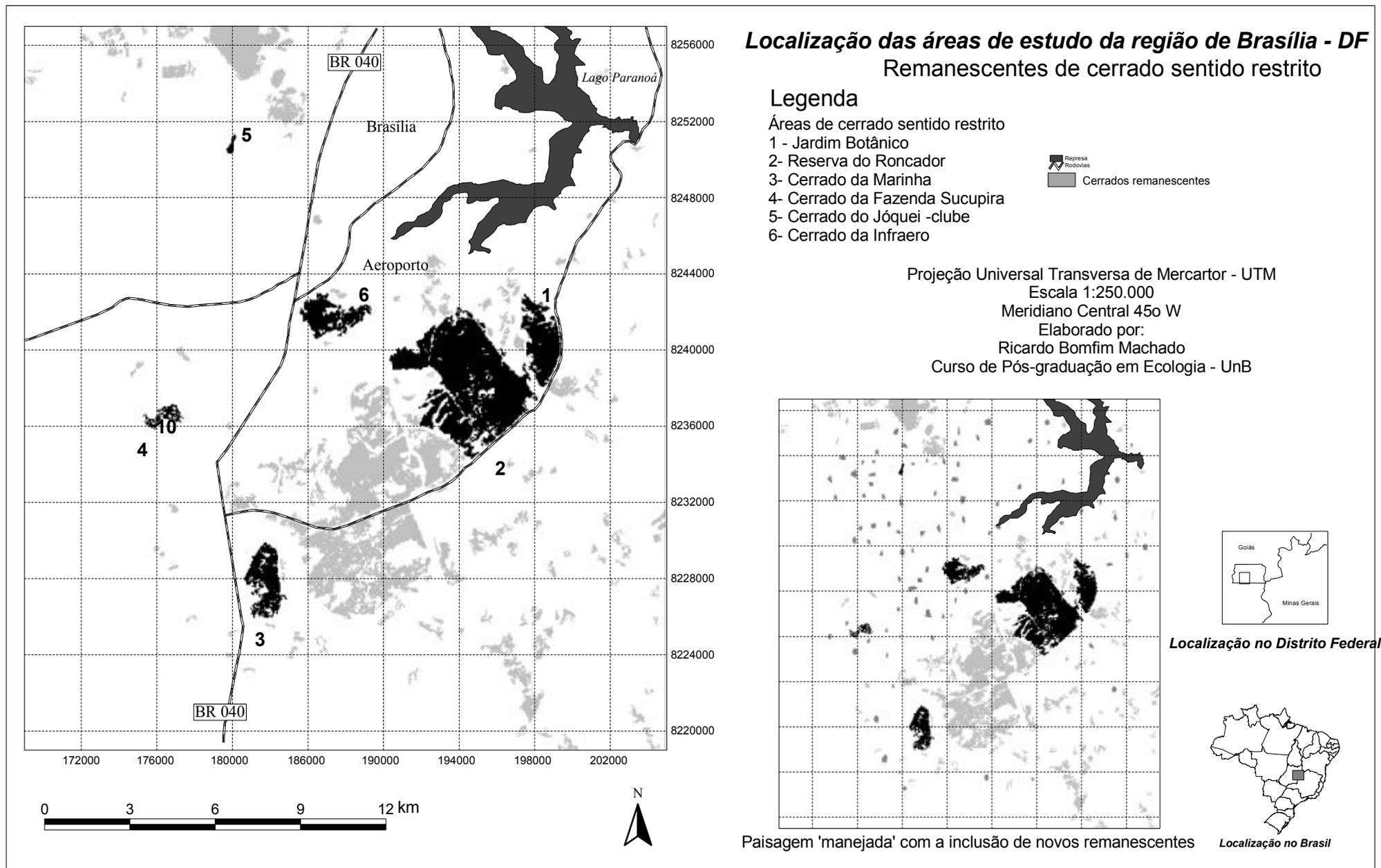


Figura 2 Localização dos cerrados sentido restrito remanescentes na região de Brasília-DF.

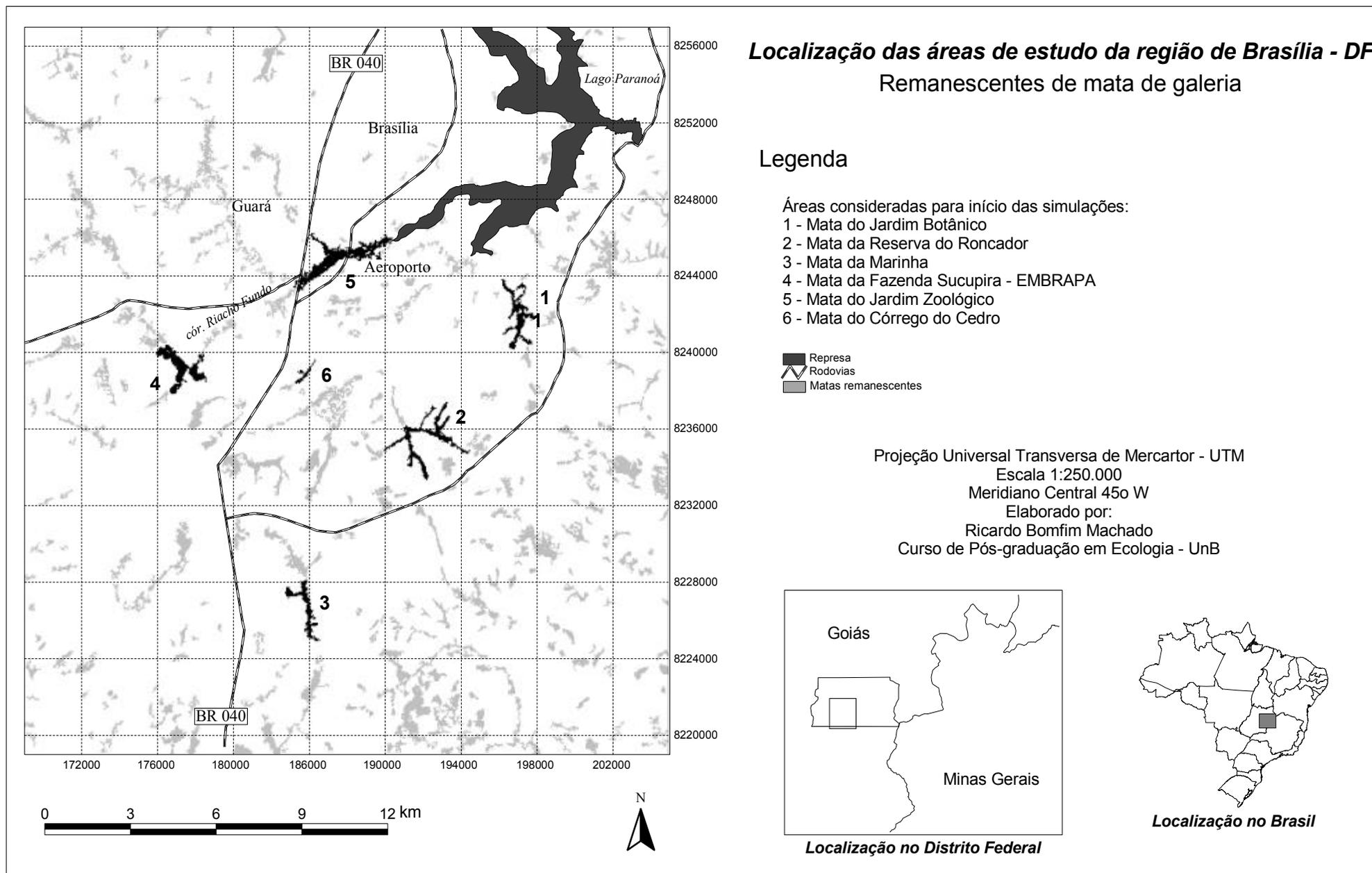


Figura 3. Localização dos remanescentes de mata de galeria na região de Brasília-DF. As áreas em preto indicam os locais que foram ponto de partida para as simulações.

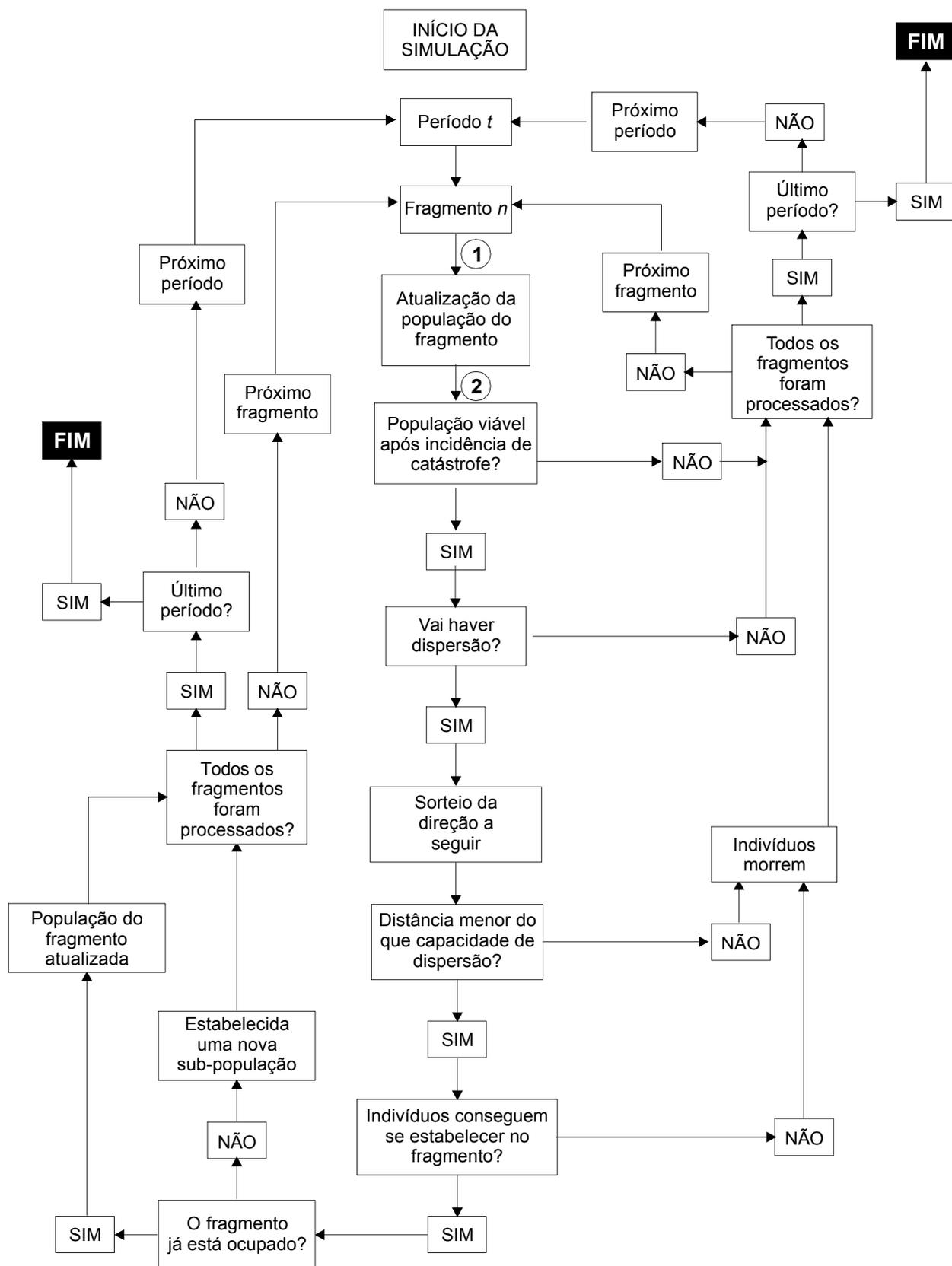


Figura 1. Fluxograma do modelo de dinâmica de espécies em ambientes fragmentados da região de Brasília-DF.

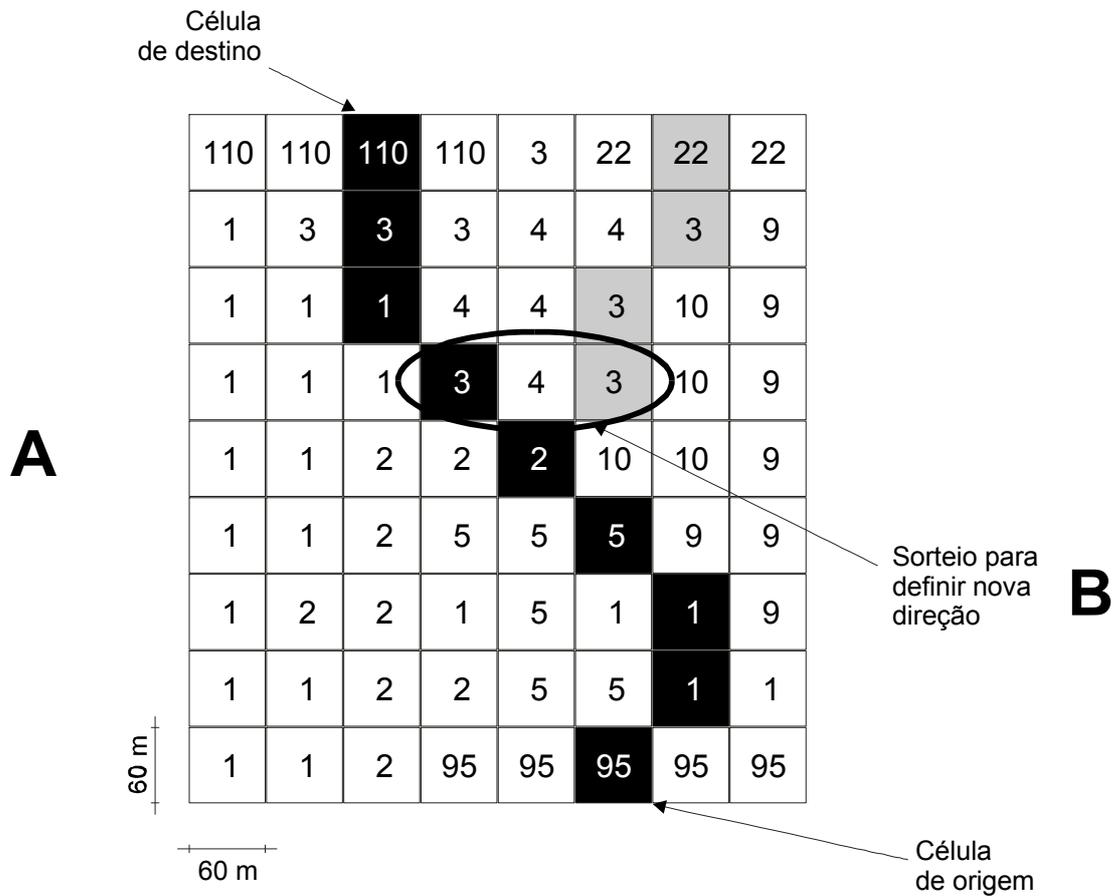


Figura 5. Exemplo hipotético de dispersão com base nas regras de deslocamento estabelecidas pelo modelo. Nesse exemplo, o norte foi definido como direção básica a ser seguida. Em (A) as células em preto mostram o caminho percorrido por um indivíduo que deixou o fragmento 95 e alcançou o fragmento 110. Nas simulações com uma paisagem pouco restritiva, o custo do deslocamento seria de sete unidades (sete células percorridas). No caso de uma paisagem muito restritiva, o custo do deslocamento seria 16 (somatório das células percorridas). As células em cinza mostram um possível caminho a ser seguido, caso a célula sorteada (B) fosse a da direita.

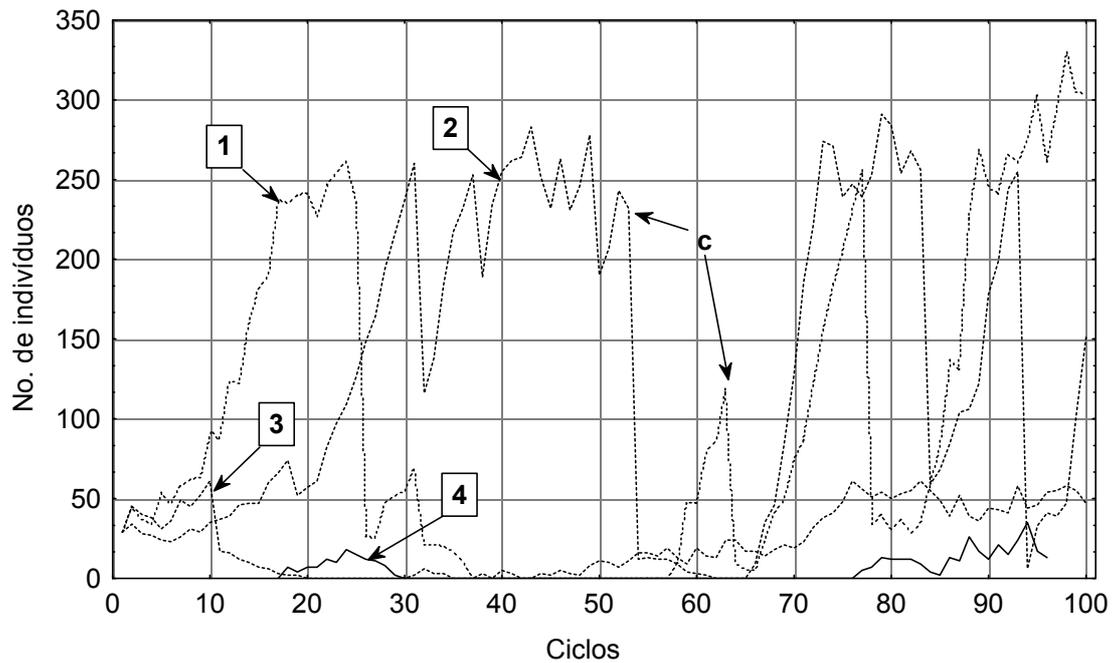


Figura 6 - Diferentes comportamentos observados na dinâmica das populações simuladas no ambiente de cerrado sentido restrito. As populações 1, 2 e 3 iniciaram a simulação com os mesmos parâmetros. A população 4 'surgiu' após colonização do fragmento no 18º ciclo. A letra 'c' indica uma diminuição da população resultante da incidência de uma catástrofe aleatória.

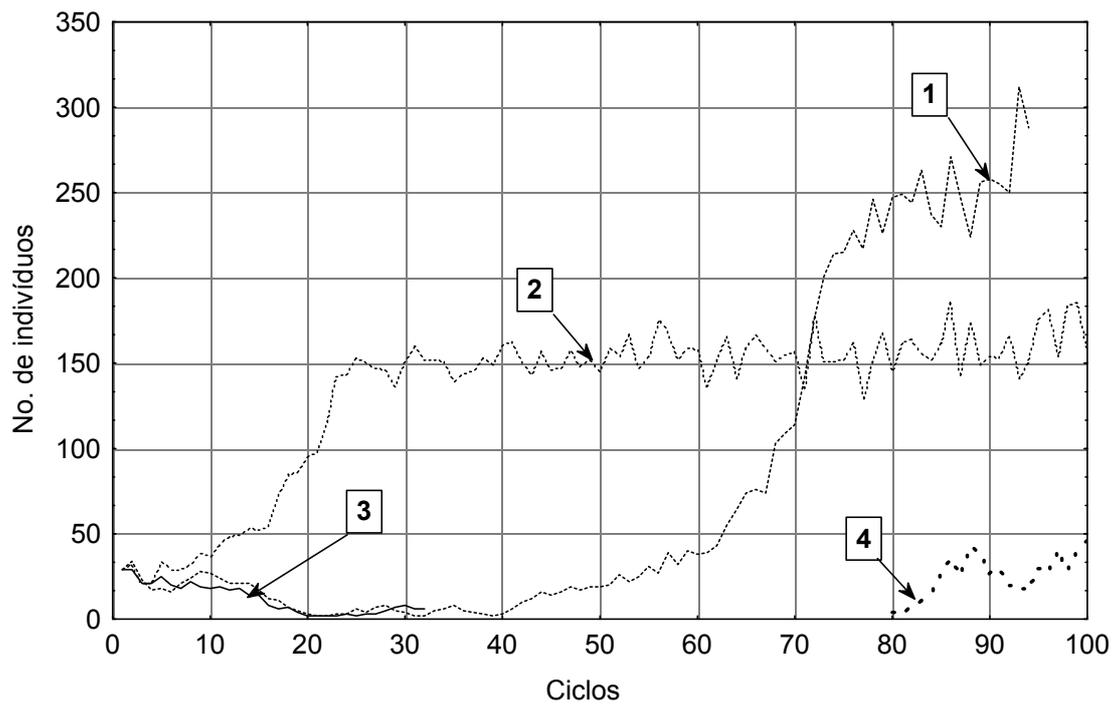


Figura 7 - Diferentes comportamentos observados na dinâmica das populações simuladas no ambiente de mata de galeria. As populações 1, 2 e 3 iniciaram a simulação com os mesmos parâmetros. A população 4 'surgiu' após colonização do fragmento no 80º ciclo.

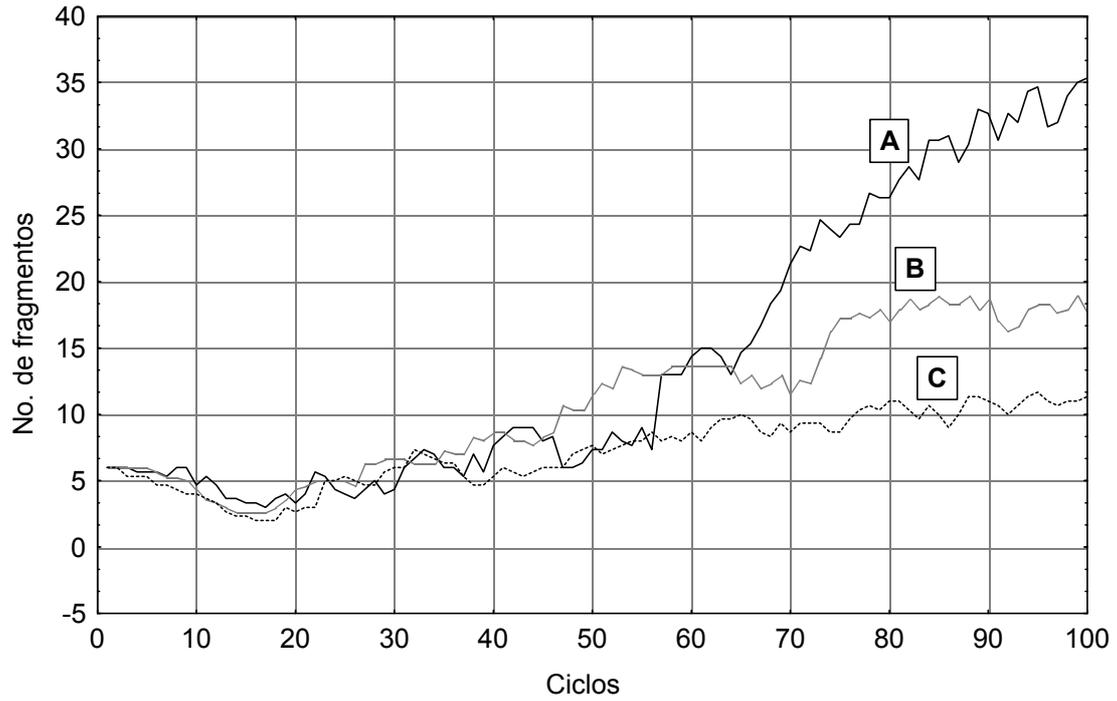


Figura 8. Número médio de fragmentos ocupados ($N=3$ para cada grupo) nas simulações realizadas com o ambiente de mata de galeria na região de Brasília-DF. As simulações consideraram uma paisagem pouco restritiva e espécie com grande dispersão (A), paisagem restritiva e espécie com grande dispersão (B) e paisagem restritiva e espécie com pouca dispersão (C).

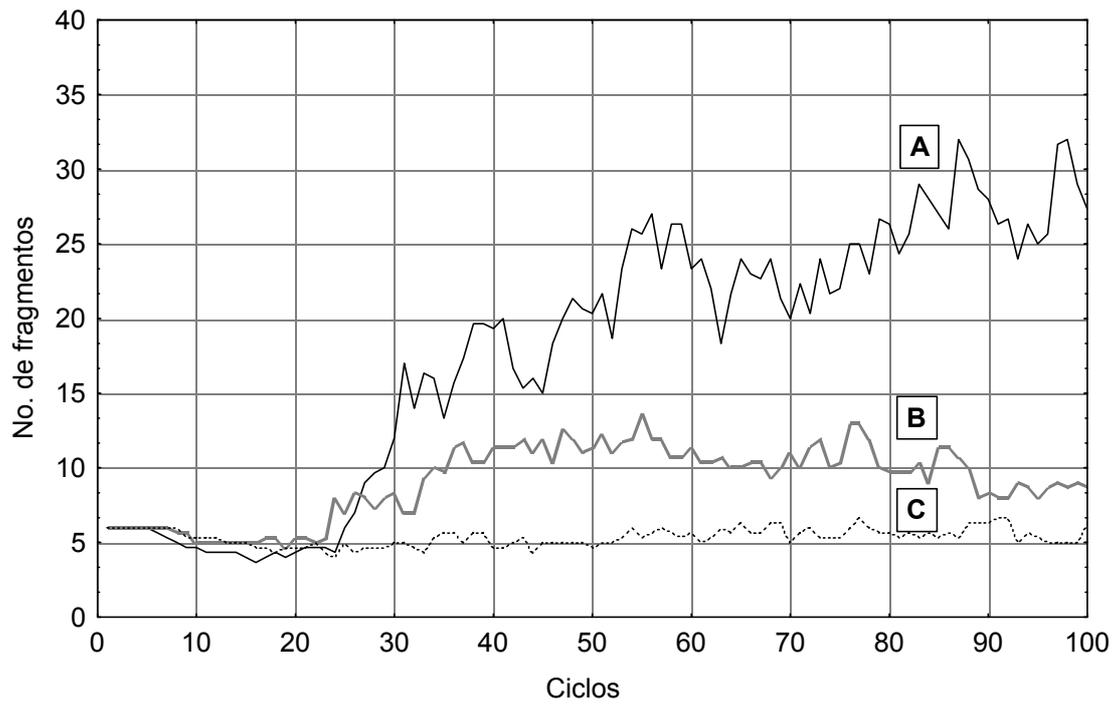


Figura 9. Número médio de fragmentos ocupados ($N=10$ para cada grupo) para as simulações realizadas com o ambiente de mata de galeria na região de Brasília-DF. As simulações consideram uma paisagem pouco restritiva e espécie com grande dispersão (A), paisagem restritiva e espécie com grande dispersão (B) e paisagem restritiva e espécie com pouca dispersão (C).

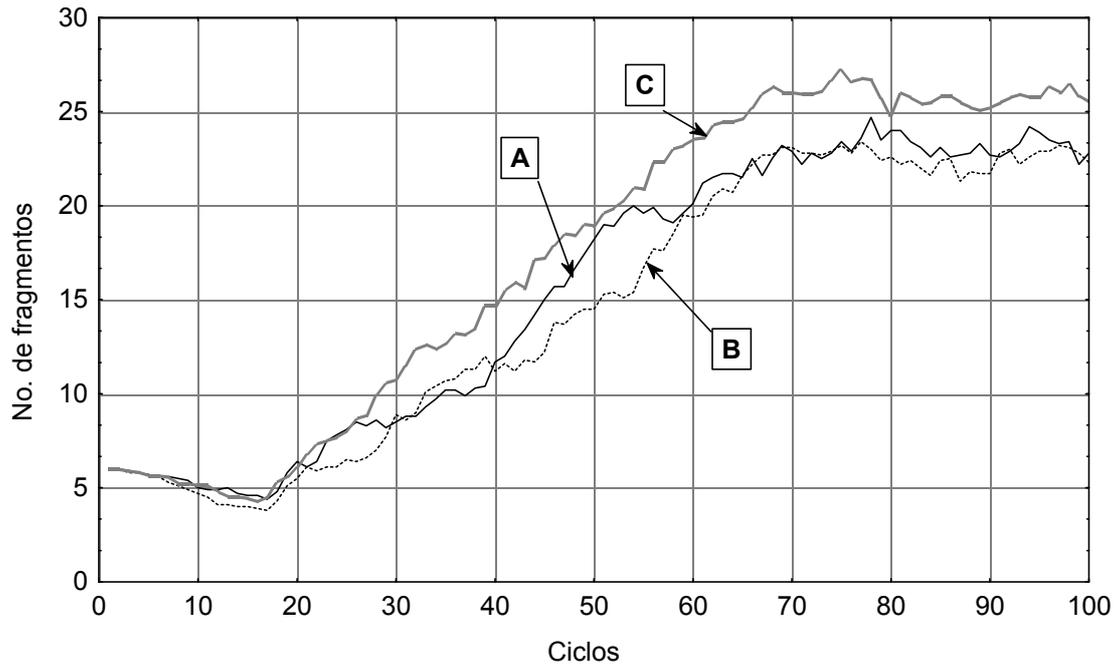


Figura 10. Número médio de fragmentos de cerrado sentido restrito ocupados após simulações em uma matriz normal (A), uma matriz com inclusão de 35 fragmentos (B) e matriz com inclusão de 80 fragmentos ($N=10$ para cada situação). $KS D_{\max}=0.04$, $p<0.05$ (para as curvas A e C) e $KS D_{\max}=0.05$, $p>0.05$ (para as curvas A e B).

ANEXO 2

TABELAS

Tabela 1. Classes de uso da terra e seus identificadores utilizados para as simulações com espécies associada ao ambiente de mata de galeria na região de Brasília-DF

Identificador	Classe	Área (ha)	% da paisagem
1	Mata de galeria (< 5 ha)	2942.5	2.3
2	Cerrado denso	4614.3	3.6
3	Cerrado sentido restrito	13957.5	10.8
4	Campo/gramados	27791.8	21.5
5	Agricultura	5446.9	4.2
6	Reflorestamentos	653.6	0.5
7	Lagos/outros	2989.7	2.3
9	Áreas urbanas de baixa densidade	44853.2	34.7
10	Áreas urbanas de alta densidade	16260.5	12.6
>= 11	Fragmentos de mata	9575.9	7.4

Observação: a classe 8(outros) foi incorporada na classe 7 em virtude da pequena área ocupada.

Tabela 2. Classes de uso da terra e seus identificadores utilizados para as simulações com espécies associada ao ambiente de mata de galeria na região de Brasília-DF

Identificador	Classe	Área (ha)	% da paisagem
1	Cerrado sentido restrito (< 5 ha)	2102.7	1.6
2	Cerrado denso	4614.3	3.6
3	Campo/gramados	27773.7	21.5
4	Mata de galeria	12518.5	9.7
5	Agricultura	5446.9	4.2
6	Reflorestamentos	653.6	0.5
7	Lagos/outros	2989.7	2.3
9	Áreas urbanas de baixa densidade	44853.2	34.7
10	Áreas urbanas de alta densidade	16260.5	12.6
>= 11	Fragmentos de cerrado s.r.	11873.2	9.2

Observação: a classe 8(outros) foi incorporada na classe 7 em virtude da pequena área ocupada.

Tabela 3. Parâmetros utilizados para as simulações com as matas de galeria na região do Brasília-DF

Descrição	Tipo de parâmetro	Valor matas	Valor cerrado
Probabilidade de um indivíduo da classe filhote passar para a classe jovem	Populacional	0.8	0.8
Probabilidade de um indivíduo da classe jovem passar para a classe adulto	Populacional	0.9	0.9
Probabilidade um indivíduo passar para as demais classes de adulto	Populacional	0.9	0.9
Probabilidade de um indivíduo adulto produzir filhote (o parâmetro considera a metade do número de indivíduos existentes em cada classe de adulto para reprodução)	Populacional	0.9	0.9
Número mínimo de filhotes produzidos	Populacional	1	1
Número máximo de filhotes produzidos	Populacional	3	4
Densidade populacional no ambiente simulado	Populacional	0.7	0.6
Capacidade de dispersão ao longo da paisagem	Dispersão	6-12 km	6-12 km
Mortalidade associada à dispersão	Dispersão	0.1	0.1
Resistência das classes da matriz ao deslocamento	Dispersão	sim/não	sim/não
Tamanho de cada fragmento	Fragmento	*	*
Probabilidade de ocorrência de catástrofes (especialmente queimadas)	Fragmento	0.01	0.1
No. de ciclos necessários para a recuperação do fragmento, em caso de incidência de catástrofe	Fragmento	4	3
Número de ciclos (anos) de cada simulação	Modelo	100	100

Observação:

* - o tamanho de cada fragmento foi calculado com o uso do programa Idrisi32.

Tabela 4. Características das populações iniciais dos remanescentes de mata de galeria e cerrado sentido considerados nas simulações realizadas.

Local	População inicial
Áreas de mata de galeria	
Mata do Jardim Botânico	5f,5j,5a1,2a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,2a8 - (29)
Mata da Reserva do Roncador	5f,5j,5a1,2a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,2a8 - (29)
Mata da Marinha	5f,5j,5a1,2a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,2a8 - (29)
Mata da Fazenda Sucupira	5f,5j,5a1,2a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,2a8 - (29)
Mata do Jardim Zoológico	5f,5j,5a1,2a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,2a8 - (29)
Mata do córrego do Cedro	5f,5j,5a1,1a2,2a3,0a4,0a5,0a6,0a7,0a8 - (18)
Áreas de cerrado sentido restrito	
Cerrado do Jardim Botânico	5f,5j,5a1,5a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,1a8 - (26)
Cerrado da Reserva do Roncador	5f,5j,5a1,5a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,1a8 - (26)
Cerrado da Marinha	5f,5j,5a1,5a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,1a8 - (26)
Cerrado da Fazenda Sucupira	5f,5j,5a1,5a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,1a8 - (26)
Cerrado do Jôquei-clube	5f,5j,5a1,1a2,2a3,0a4,0a5,0a6,0a7,0a8 - (18)
Cerrado da Infraero	5f,5j,5a1,5a2,2a3,2a4,2a5,2a6,2a7,1a8 - (26)

Observação: vide figura 3 para localização dos remanescentes de mata de galeria e figura 4 para os remanescentes de cerrado sentido restrito. Classes etárias: f=filhotes, j=jovens, a1=adultos classe 1, a2=adultos classe 2 e assim por sucessivamente. Total da população inicial indicado entre parênteses.

Tabela 5. Número e tempo médio de ocupação dos fragmentos de cerrado sentido restrito e mata de galeria obtidos pelas simulações em paisagens com diferentes níveis de restrição à dispersão de espécies.

	mata de galeria		cerrado sentido restrito	
	Fragmentos ocupados	Tempo de ocupação (ciclos)*	Fragmentos ocupados	Tempo de ocupação (ciclos)**
Condição 1	70	25.2	56	25.0
Condição 2	22	38.8	24	40.6
Condição 3	10	50.4	17	41.3

Obs.:

condição 1 = paisagem pouco restritiva, espécie de grande dispersão

condição 2 = paisagem restritiva, espécie de grande dispersão

condição 3 = paisagem restritiva, espécie de pouca dispersão

* $H_{(2,309)} = 21.90$, $p < 0.05$ (tempo de ocupação dos fragmentos de mata);

** $H_{(2,309)} = 21.90$, $p < 0.05$ (tempo de ocupação dos fragmentos de cerrado)