

Grupos funcionais e sua importância ecológica na vegetação arbórea em um remanescente florestal urbano, Uberlândia, MG

Functional groups and its ecological importance in the wood vegetation in an urban remanescent forest, Uberlândia, MG

Vagner S Vale^{1,*}, Marieta C Dorneles¹, Ivan Schiavini², Elisângela T Mendonça¹, Caroline G Almeida¹, Paulo A Silva¹, Renata F Crespillo³

1. Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Caixa Postal 593, 38400-902 Uberlândia, MG, Brasil. 2. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Uberlândia, MG, Brasil. 3. Bióloga autônoma DEPRN 4.

*Autor para correspondência: vagnerbiosan@hotmail.com, vsvale@hotmail.com

Resumo Este estudo tem como objetivo a análise de grupos funcionais de um fragmento de floresta estacional semidecidual urbano na cidade de Uberlândia-MG e qual a importância desses grupos ao longo do ano. Foi utilizado um hectare com amostras de todos os indivíduos com CAP \geq 15 cm. As características utilizadas para a formação dos grupos funcionais foram: 1) síndrome de dispersão, 2) síndrome de polinização e 3) tolerância a dessecação de sementes. Foi elaborado uma matriz de presença/ausência pelo qual foi realizado o coeficiente de similaridade de Jaccard entre as espécies. A partir desses coeficientes, construiu-se um dendrograma utilizando-se a média de grupo (UPGMA). Sete grupos funcionais foram encontrados, quatro ornitócoros, dois mastócoros e apenas um grupo anemócoro. A maior diversificação de polinizadores foi visualizada nos grupos zoocóricos, demonstrando a importância da fauna para a diversificação funcional da flora. O grupo anemócoro apresentou como polinizador único as abelhas e foi tipicamente ortodoxo, cujas sementes perduram no ambiente podendo formar um banco de sementes. Sementes recalcitrantes foram encontradas em dois grupos, devido a estas sementes serem provenientes de frutos carnosos. Este trabalho demonstra a importância e o potencial de recursos deste fragmento urbano e sua capacidade de sustentar a fauna local.

Palavras-chave: ecologia de comunidade, florestas tropicais, fragmento urbano.

Abstract The objective of this study is the analysis of functional groups in a semideciduous seasonal forest fragment on the city of Uberlândia MG and which the importance of these groups throughout the year. It was used one hectare with samples of all trees with CAP \geq 15 cm. The characteristics used for the formation of the functional groups were: 1) dispersion syndrome, 2) pollination syndrome and 3) tolerance at desiccation (seeds). It was elaborated a presence/absence matrix by which the Jaccard's

coefficient of similarity between the species was carried through. From these coefficients, was constructed a dendrogram using average it of group (UPGMA). Seven functional groups had been found: four ornitochorous, two mastochorous representatives and only one anemochorous group. The biggest diversification of pollinators was visualized in the zoochorous groups, demonstrating the importance of the fauna for the functional diversification of the flora. The anemochorous group presented as pollinator only the bees and was typically orthodox, whose seeds being able to form a bank of seeds. Recalcitrant seeds had been found in two groups groups, had to these seeds to be proceeding from berry fruits. This work demonstrates the importance and the potential of resources of this urban forest and its capacity to support the fauna local.

Keywords: community ecology, tropical forest, urban fragment.

Introdução

A fragmentação de habitats provoca mudanças ambientais capazes de favorecer o aumento na proporção das bordas, alterarem as condições microclimáticas no fragmento e, conseqüentemente, afetarem o recrutamento e a sobrevivência de plântulas, assim como o rompimento de interações mutualísticas chave entre animais e plantas, incluindo polinizadores e dispersores de sementes (Nunes *et al.* 2003, Galetti *et al.* 2003).

Apesar de estudos em habitats fragmentados, com enfoque biológico e ecológico, serem importantes para se conhecer os padrões funcionais do ambiente (Salles e Schiavini 2007), é difícil a compreensão qual é o papel desempenhado por cada espécie, no contexto da manutenção do ecossistema e da própria floresta. Assim,

o uso de sistemas de comparação para categorizar conjuntos de espécies dentro de grupos com semelhantes funções no ecossistema, leva à compreensão das respostas adaptativas destes organismos frente às mudanças ambientais e processos ecológicos como dispersão e competição (Roy e de Blois 2006, Skov 2000).

Para a formação de grupos funcionais é possível reagrupar as espécies de acordo com semelhantes características (Médail *et al.* 1998). No entanto, as plantas possuem diversos atributos capazes de serem utilizados na busca de grupos funcionais e a escolha dos atributos depende das perguntas realizadas (Pendry *et al.* 2007). O uso de atributos ligados à fauna possui clara função para a manutenção dos sistemas florestais. As interações animal-planta, como os processos de polinização e dispersão, são alvos prioritários para a conservação da biodiversidade, pela sua importância em processos regenerativos, na estrutura da comunidade, na manutenção da diversidade e nas funções ecossistêmicas (Jules e Ratheke 1999, Cordeiro e Howe 2001, Kremen 2005)

A habilidade das sementes para sobreviver à dessecação também é uma importante característica funcional na ecologia das plantas (Tweedle *et al.* 2003). A tolerância à dessecação das sementes pode ser considerada como resultado do processo de seleção natural, em conjunto com as condições ambientais nas quais a espécie se desenvolveu (Barbedo e Marcos-Filho 1998). Assim, as sementes tolerantes à dessecação podem sobreviver no ambiente sob condições de menor umidade, sem perder a viabilidade quando hidratadas e formam bancos de sementes persistentes. Ao contrário, sementes sensíveis à dessecação perdem a viabilidade rapidamente em ambientes secos; porém, podem formar banco de plântulas (Tweedle *et al.* 2003).

Em meio às dificuldades de se analisar todas as espécies e suas funções no ambiente, agrupar as espécies quanto as suas características funcionais é fundamental para se compreender as suas relações com o ambiente onde elas se encontram distribuídas. Assim, partindo da hipótese de que existem grupos funcionais de espécies vegetais em fragmentos florestais, este trabalho tem como perguntas: 1) é possível detectar grupos funcionais a partir de um conjunto de características selecionadas de espécies vegetais? e 2) qual é a importância desses grupos na comunidade?

Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Municipal do Sabiá, situado no município de Uberlândia (MG) com área de 1.850.000 m². O Parque é constituído de um remanescente florestal de aproximadamente 30 hectares, que apresenta diferentes fisionomias: floresta estacional semidecidual, cerradão, mata de galeria e veredas (Rosa e Schiavini 2006). O clima da região é do tipo Aw Megatérmico (Köppen), com verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual varia entre 20 e 25°C. O parque está inserido em uma

região que apresenta variação sazonal na precipitação, caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa (picos entre dezembro e janeiro, 41% da precipitação anual) e outra seca (picos entre junho e julho). De acordo com Rosa e Schiavini (2006) os solos do Parque são do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Álico. Até a década de 1990 este fragmento sofreu limpeza periódica do solo, onde folhas, sementes e plântulas, provenientes dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo eram todas removidas (Salles e Schiavini 2007).

Fonte de dados

Nesse estudo, foram inventariados indivíduos arbóreos apenas na floresta estacional semidecidual do parque, situada entre as coordenadas 18°54'35" e 18°54'40" S; 48°13'45" e 48°13'42" W. Foram incluídos aqueles com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou maior que 15 cm. Para o inventário, 100 parcelas de 10 x 10 m, instaladas em um bloco contínuo de 100 x 100 m foram demarcadas. Foram identificadas 69 espécies arbóreas (958 indivíduos) durante o estudo. Entretanto, estruturou-se este trabalho utilizando 41 espécies arbóreas com abundância mínima de cinco indivíduos no hectare (totalizando 857).

Classificação ecológica das espécies

Para estabelecer um perfil de estratégias ecológicas das espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual do Parque do Sabiá, definiu-se três características ecológicas: síndrome de dispersão, síndrome de polinização e tolerância à dessecação das sementes. Para todas estas características, buscou-se informações em bibliografia especializada. No entanto, para algumas espécies sem informações em determinada característica, foi utilizado outras maneiras de classificar as espécies, como detalhado a seguir.

Quanto à síndrome de dispersão, as espécies foram classificadas nas categorias segundo Pijl (1982): (1) Anemocóricas – aquelas cujas características das sementes ou frutos sugerem dispersão pelo vento; (2) Autocóricas – plantas cujas sementes ou frutos são dispersos por gravidade ou deiscência explosiva; (3) Zoocóricas – aquelas cujos diásporos apresentam características que sugerem que a dispersão é exercida por animais. Nesta última categoria, utilizou-se subdivisões de acordo com o principal grupo de animal agente dispersor: ornitocórica – diásporos dispersados por aves; mastocórica – sementes dispersadas por mamíferos não-voadores; e quiroptercórica – sementes dispersadas por morcegos.

Quanto à síndrome de polinização, quando não havia dados na literatura, as plantas foram classificadas de acordo com o animal polinizador e foram realizadas consultas com especialista na área. Em relação à tolerância à dessecação das sementes foi obtida informação sobre o tempo de duração na semente no campo a partir de consultas bibliografia especializada. Três categorias foram utilizadas de acordo com o período de permanência da semente em no campo: (1) recalcitrante – com limite de tolerância à dessecação de no máximo dois meses; (2) intermediária – com limite de tolerância à dessecação de dois a cinco meses; (3) ortodoxas – toleram a dessecação por um período maior de cinco meses.

Análise dos dados

Foram analisados os grupos funcionais por meio de técnicas de agrupamento, definidos pelo coeficiente de Jaccard. Os valores de distâncias obtidos no dendrograma gerado foram criados por meio da média de grupo (UPGMA). A correlação cofenética para o dendrograma gerado foi calculada. O coeficiente de correlação cofenética é um coeficiente de correlação que equivale ao coeficiente de Pearson e foi proposto como uma medida de concordância entre os agrupamentos obtidos e a matriz de distâncias original (Bussab et al. 1990). Todas estas análises foram realizadas por meio do programa FITOPAC SHELL (Shepperd 2004).

Resultados

A maioria das espécies apresentou síndrome de dispersão ornitocórica (60%), seguida das anemocóricas (24%) e mastocóricas (12%), com presença de apenas uma espécie autocórica, *Senna macranthera* (Tabela 1, Figura 1A). O mesmo padrão foi verificado para os indivíduos, cuja maior predominância foi ornitocórica (59%), anemocórica (21%) e mastocórica (15%), respectivamente (Tabela 1, Figura 1D).

Constatou-se um maior número de espécies e de indivíduos representados pela síndrome de polinização por abelhas, com 37% (Tabela 1, Figura 1B). Nas demais síndromes de polinização, a

Tabela 1 Espécies arbóreas e características ecológicas utilizadas para a formação dos grupos funcionais da floresta estacional semidecídua no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia – MG. 1 (SI = sem informação; 2 IMP = insetos muito pequenos); n° número de indivíduos

Espécies	n°	Síndrome de dispersão	Síndrome de polinização	Tolerância a dessecação
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	49	ornitocoria ⁹	abelhas ⁷ /mariposas ⁹	ortodoxa ⁷
<i>Annona cacans</i> Warm.	14	mastocoria ⁶	besouros ⁷	ortodoxa ⁺²²
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	8	anemocoria ¹	abelhas ⁶	ortodoxa ⁶
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	17	anemocoria ²	mariposa ⁺¹⁹	ortodoxa ¹¹
<i>Astronium nelson-rosae</i> Santin	28	anemocoria	abelhas ⁺¹⁷	ortodoxa ²³
<i>Callisthene major</i> Mart.	36	anemocoria ¹	abelhas ⁺¹⁸	SI
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	91	ornitocoria ²	moscas ⁸ /abelhas ⁸	recalcitrante ⁷
<i>Cheilochlinium cognatum</i> (Miers) A.C. Sm.	23	mastocoria ¹	moscas*	SI
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	14	ornitocoria ¹	abelhas ⁷	intermediária ²³
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	11	mastocoria ¹	abelhas ⁷	intermediária ⁷
<i>Coussarea hydrangeaeifolia</i> (Benth.) Benth. & Hook. f. ex Müll. Arg.	6	ornitocoria ⁴	abelhas*	SI
<i>Cryptocaria aschersoniana</i> Mez	27	ornitocoria ²	moscas*	recalcitrante ¹²
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	16	ornitocoria ¹	pequenos insetos ¹	recalcitrante ¹⁵
<i>Dalbergia nigra</i> (Benth.) Benth.	5	anemocoria ⁶	abelhas grandes ¹⁰	ortodoxa ¹⁴
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.	22	ornitocoria ²	besouros ¹	ortodoxa ²²
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	31	quiropterocoria ²	SI	SI
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	5	ornitocoria ¹	borboletas ¹	SI
<i>Inga vera</i> Willd	60	mastocoria ¹	morecos ⁷ /mariposas ¹	recalcitrante ¹¹
<i>Ixora gardneriana</i> Benth.	26	ornitocoria ¹	borboletas*	ortodoxa ⁺²³
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	11	anemocoria ²	abelhas ¹⁰	ortodoxa ⁷
<i>Machaerium brasiliensis</i> Vogel	5	anemocoria	pequenos insetos*	ortodoxa ¹¹
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	13	ornitocoria ¹	SI	intermediária ⁷
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	5	ornitocoria ²	SI	SI
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	22	ornitocoria ²	abelhas ⁺²⁰	ortodoxa ^{+22, +23}
<i>Micropbolis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	28	masto ¹ /ornitocoria ¹⁶	IMP ¹	recalcitrante ¹⁵
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	6	ornitocoria ¹	abelhas ⁷	SI
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	5	ornitocoria ¹	abelhas ¹⁰	SI
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	12	ornitocoria ¹	pequenos insetos*	intermediária ⁷
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	16	ornitocoria ²	pequenos insetos*	SI
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	9	ornitocoria*	pequenos insetos*	ortodoxa ¹¹
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	41	anemocoria ²	abelhas*	ortodoxa ⁷
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	6	ornitocoria ²	SI	SI
<i>Qualea jundiaby</i> Warm.	9	anemocoria ²	abelhas grandes*	recalcitrante ⁷
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	8	ornitocoria ²	abelhas*	ortodoxa ^{22, 23}
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	5	autocoria ²	abelhas ⁺¹	ortodoxa ¹¹
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch	80	ornitocoria*	abelhas*	recalcitrante ⁺²²
<i>Terminalia glabrescens</i> Planch. ex Benth.	35	anemocoria ¹	abelhas ⁷	intermediária ⁷
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	67	ornitocoria ¹	IMP ¹	recalcitrante ¹¹
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	13	ornitocoria ²	besouros + *	ortodoxa ²¹
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	7	ornitocoria ¹	besouros ¹	ortodoxa ²²
<i>Zantboxylum rhoifolium</i> Lam.	5	ornitocoria ¹	pequenos insetos*	ortodoxa ^{11, 22}

1 = Oliveira e Paula 2001; 2 = Pinheiro e Ribeiro 2001; 3 = Lorenzi 1992; 4 = Lorenzi 1998; 6 = Carvalho 1994; 7 = Yamamoto et al. 2007; 8 = Machado e Oliveira 2000; 9 = Amorim e Oliveira 2006; 10 = Gressler et al. 2006; 11 = EMBRAPA 2005; 12 = Davide et al. 2003; 13 = Carvalho et al. 2006; 14 = Chaves 2001; 15 = Cruz e Carvalho 2003; 16 = Roosmalen et al. 2000; 17 = Alves et al. 2006; 18 = Oliveira 1997; 19 = Oliveira e Gibbs 2000; 20 = Goldenberg e Shepherd 1998; 21 = Sautu et al. 2007; 22 = Salomão et al. 2003; 23 = Royal Botanic Garden 2008.

* = Consulta a especialistas.

“ = Baseado no período de permanência da semente no campo.

+ = Baseado no gênero

exceção de pequenos insetos (14%), os números foram próximos (2% a 9%), gerando uma equivalência para as espécies nesses grupos. O mesmo não ocorreu na análise para os indivíduos, nos quais predominaram as síndromes de polinização por moscas (13%) e mariposas (11%). Os grupos menos abundantes foram os polinizados por borboletas, abelhas grandes e insetos muito pequenos, que variaram de 1% a 9% (Figura 1E).

Constatou-se um maior número de espécies e de indivíduos representados pela síndrome de polinização por abelhas, com 37% (Tabela 1, Figura 1B). Nas demais síndromes de polinização, a exceção de pequenos insetos (14%), os números foram próximos (2% a 9%), gerando uma equivalência para as espécies nesses grupos. O mesmo não ocorreu na análise para os indivíduos, nos quais predominaram as síndromes de polinização por moscas (13%) e mariposas (11%). Os grupos menos abundantes foram os polinizados por borboletas, abelhas grandes e insetos muito pequenos, que variaram de 1% a 9% (Figura 1E).

Das 41 espécies arbóreas estudadas, oito apresentaram

sementes intolerantes à dessecação (recalcitrantes - Tabela 1), 18 produzem sementes tolerantes à dessecação (ortodoxas) e cinco produzem sementes intermediárias à sensibilidade de dessecação (Tabela 1, Figura 1C). No entanto, ao comparar os indivíduos das espécies estudadas para esta característica, ocorreu uma inversão, pois 43% dos indivíduos foram classificados como recalcitrantes e 33% dos indivíduos tolerantes à dessecação (Figura 1F). Para o restante das espécies as informações de tolerância à dessecação foram insuficientes na literatura consultada.

A análise de agrupamento demonstrou a formação de grupos distintos cuja característica determinante foi a síndrome de dispersão, diferindo em um grupo com síndrome biótica (GDB), e outro abiótico (GDA), dispersos respectivamente por animais e pelo vento (Figura 2). O GDB foi subdividido em cinco grupos funcionais, todos com dispersão ornitócorica e apenas um grupo possui representantes com mastocória (G5) (Tabela 2). A síndrome de polinização foi uma característica importante para subdivisão do grupo dos animais dispersores (Figura 2; Tabela 2). As espécies dispersadas por anemocoria apresentam sementes tolerantes à dessecação (ortodoxas e intermediárias). Assim, com base no dendrograma, são visualizados seis grupos coesos, com similaridade de Jaccard acima de 0,35. A correlação cofenética com o agrupamento foi alta, acima de 0,82 (Figura 2). Ocorreu ainda a formação de um grupo formado por espécies mastocóricas (G7) e, apesar de não possuir similaridade acima de 0,35, foi considerado um grupo à parte pela sua importância para a comunidade.

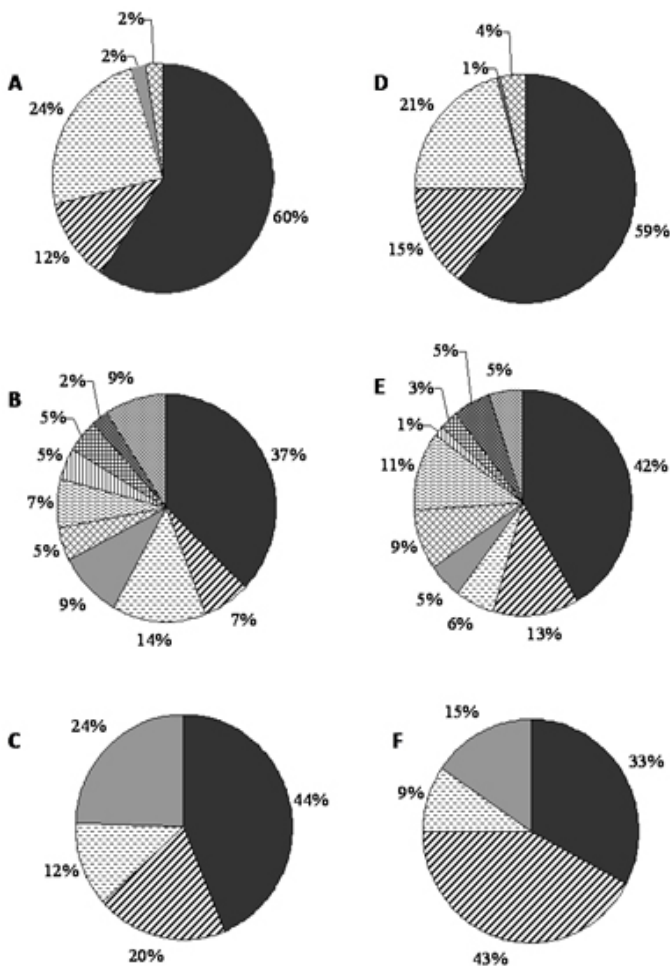


Figura 1 Distribuição percentual, por espécies (A, B, C) e por número de indivíduos (D, E, F) para: síndrome de dispersão (A, D): ■ = ornitócorica; ▨ = mastocórica; ▩ = anemocórica; ▪ = autocórica; ▫ = quiróptero-córica; síndrome de polinização (B, E): ■ = abelhas; ▨ = moscas; ▩ = pequenos insetos; ▪ = besouros; ▫ = insetos muito pequenos; ▬ = mariposas; ▭ = abelhas grandes; ▮ = borboletas; ▯ = morcegos; ▰ = sem informação) e tolerância a dessecação de sementes (C, F): ■ = ortodoxas; ▨ = recalcitrantes; ▩ = intermediárias; ▪ = sem informação) para 41 espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. A - espécies; B - n° de indivíduos.

Discussão

Grupos funcionais (GF) são conjuntos de espécies capazes de desempenhar função ecológica semelhante no ambiente (Medail et al., 1998). Logo, GFs distintos desempenham funções diferentes para a fauna e para a manutenção do sistema no tempo e no espaço. Uma vez definidos os grupos, cada um deve apresentar uma importância ecológica própria para a comunidade. Nesse contexto, os grupos formados nesse estudo são discutidos a seguir:

Grupo com síndrome biótica (GDB) - A formação desse grupo de dispersão zoocórica e a sua subdivisão em cinco subgrupos demonstram sua importância na oferta potencial de recursos para a fauna, no ambiente estudado. Os cinco subgrupos formados são capazes de fornecer alimento para vertebrados, por meio de frutos e sementes; a fauna associada a esse recurso auxilia na distribuição das espécies no ambiente e influenciam na manutenção e diversificação das espécies de plantas (Clark e Poulsen 2001). Quanto maior a biodiversidade de plantas, maior a variedade de flores e mais diversificada será a oferta de pólen e néctar para os polinizadores que mantêm o fluxo de pólen, facilitando a reprodução e conseqüente formação de frutos pelas plantas (Bawa 1990). Diferentes flores podem produzir frutos, com características distintas, que são capazes

de fornecer alimento para diferentes espécies de aves e mamíferos, que se alimentam de frutos com pesos e cores distintas (Gressler et al., 2006).

O sucesso da manutenção vegetal depende da oferta de sementes no local (Kageyama e Gandara, 2000), como também de sua eficiência para germinarem. Um dos fatores que propiciam o sucesso germinativo das sementes é a capacidade de se manter viável no ambiente, por períodos mais ou menos prolongados, onde algumas espécies apresentam a capacidade de produzir sementes ortodoxas (Scherer e Jarenkow, 2006). A tolerância à dessecação dessas espécies corresponde a uma adaptação evolucionária às condições ambientais (Tweddle et al., 2003). Apesar de essa característica ocorrer predominantemente nas espécies com dispersão anemocórica, também se manifestou em muitas espécies com dispersão ornitocórica. A manutenção destes frutos na serrapilheira é importante, pois pode prolongar sua eficiência de germinação.

Para a síndrome de dispersão, os grupos zoocóricos apresentaram a maior riqueza de espécies, o que segue os padrões de florestas tropicais, onde mais de 50% das espécies produzem frutos adaptados ao consumo de pássaros e mamíferos (Howe e Smallwood 1982). Números similares foram encontrados para a abundância de indivíduos. Demonstra-se, assim, o potencial desse fragmento florestal em não somente suportar diferentes grupos de animais, como também em fornecer abundantes recursos para a manutenção da fauna.

Os dispersores bióticos são importantes para a manutenção da biodiversidade, pois distribuem sementes de um grande número de espécies (Clark e Poulsen 2001). O espalhamento de espécies diferentes tem efeitos para a persistência dos grupos funcionais no local, pois quanto mais espécies no mesmo grupo,

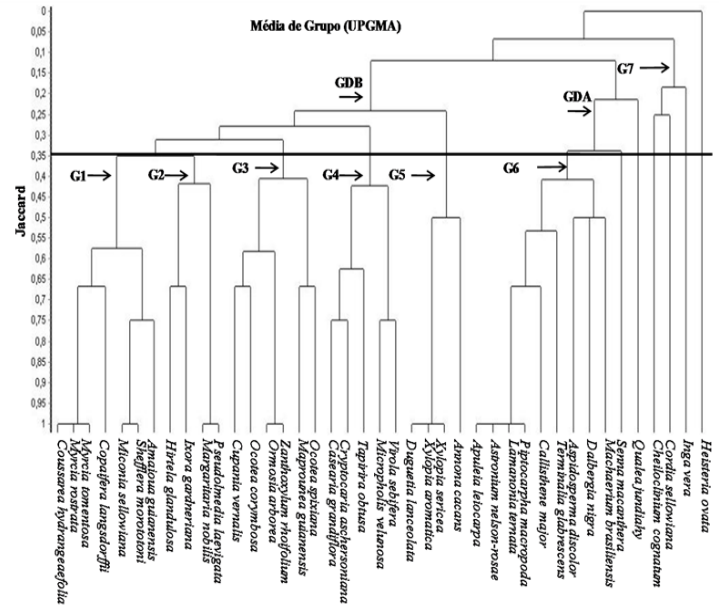


Figura 2 Dendrograma dos grupos funcionais, baseados no coeficiente de Jaccard, para 41 espécies arbóreas da floresta estacional semidecídua urbana do Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia, MG. Correlação cofenética de 0,815. G.D.B: grupo disperso por meios bióticos; G.D.A: grupo disperso por meios abióticos; G1, G2, G3, G4, G5, G6 e G7: grupos funcionais formados.

menor é o risco de uma extinção local causar efeitos para a função do sistema (Srivastava e Vellend 2005).

A limitação de coexistência das espécies é baseada no uso do recurso e, para as plantas, esse efeito é visto em termos de polinização (Wilson, 1999 *apud* Mouillot et al. 2007). As classes de polinizadores apresentam sincronia com o período de floração e disponibilidade de pólen (Skov 2000). Neste caso, os grupos funcionais formados têm relação íntima com a manutenção de seus polinizadores.

A predominância de espécies entomófilas (polinizadas por insetos) parece ser comum nas formações florestais atlânticas

Tabela 2 Formação dos sete grupos funcionais de espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual do Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia, MG.

Grupos e espécie representativa	Características principais dos grupos	Indivíduos (N)	%
Grupo 1: <i>Copaifera langsdorffii</i>	ornitocórico; polinizado por abelhas; predominante ortodoxo.	110	12,84%
Grupo 2: <i>Ixora gardneriana</i>	ornitocórico; polinizado por borboletas; predominante ortodoxo.	42	4,90%
Grupo 3: <i>Ormosia arborea</i>	ornitocórico; polinizado por pequenos insetos; sem predominância de recalcitrantes ou ortodoxas.	71	8,28%
Grupo 4: <i>Tapirira obtusa</i>	ornitocórico; polinizadas por abelhas, moscas e insetos muito pequenos; somente recalcitrante.	253	29,52%
Grupo 5: <i>Xylopia aromatica</i>	ornitocórico e mastocórico; polinizadas por besouros; somente ortodoxo.	56	6,53%
Grupo 6: <i>Astronium nelson-rosae</i>	anemocórico; polinizado preferencialmente por abelhas; somente ortodoxo.	186	21,70%
Grupo 7: <i>Inga vera</i>	totalmente mastocórica.	94	10,97%
Espécie não Agrupada: <i>Heisteria ovata</i>	Quiropterocórica.	45	5,25%

(Negrelle, 2002), como também pode ser verificado em matas semidecíduas (Kinoshita *et al.*, 2006). O grupo zoocórico (GDB) foi dividido em cinco subgrupos, com base na sua síndrome de polinização e na tolerância a dessecação.

Grupo 1 (G1)

Além de ser um grupo caracterizado por espécies ornitocóricas, é polinado prioritariamente por abelhas e composto por espécies com sementes ortodoxas. As abelhas sociais são polinizadores versáteis e ativos, capazes de obter recursos em plantas com diferentes atributos florais (Faegri e Pijl, 1979). Esse fato é demonstrado porque as abelhas são os principais polinizadores de dois grupos distintos, um ornitocórico (G1) e outro anemocórico (G6). Por consequência, as abelhas são em florestas tropicais, os polinizadores predominantes (Morellato, 1995 apud Kinoshita, 2006). Apesar de muito importantes, estes grupos funcionais (G1 e G6) sustentam apenas um grupo de invertebrados (abelhas), sugerindo que os demais grupos funcionais são extremamente importantes para a manutenção de grande parte da diversidade de polinizadores na área

Grupo 2 (G2)

Este grupo também é formado por espécies ornitocóricas, ortodoxo e é o único grupo com presença de espécies polinizadas por borboletas. O G2 foi o grupo menos abundante na área de estudo (apenas 46 indivíduos, Tabela 2). Provavelmente, a pequena representatividade do G2 influencia na própria abundância de borboletas. Já foi relatado que as borboletas são pouco diversas e pouco abundantes em formações florestais e savânicas. Na Costa Rica foram presentes, como polinizadores, em 4,5% das espécies do subdossel em uma mata úmida (Bawa, 1990) e também foram pouco encontradas no Cerrado (Oliveira e Gibbs 2000).

Grupo 3 (G3)

Também ornitocórico, porém com espécies com sementes ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. A síndrome de polinização é por pequenos insetos, sem distinção mais específica. Este resultado sugere que as espécies deste grupo necessitam de ser melhores estudadas, sobretudo quanto ao animal polinizador para que as espécies possam de fato representar grupos coesos.

Grupo 4 (G4)

Grupo mais diverso em termos de síndrome de polinização, com espécies polinizadas por insetos muito pequenos, abelhas e moscas além de ser um grupo com sementes totalmente recalcitrante. Além disso, é o grupo mais abundante e tem elevada contribuição para a comunidade e mesmo para o ecossistema, devido ao potencial para a manutenção de diversos polinizadores e uma ornitofauna provavelmente diferente em relação aos demais grupos ornitocóricos-ortodoxos. As sementes recalcitrantes apresentam viabilidade curta, por possuir alto teor de água e não tolerar a dessecação (Ferreira e Borghetti 2004). Assim, essas sementes se mantêm por poucos meses após sua queda e devem ser

mais procuradas pelas aves antes mesmo da queda do fruto, para evitar ingestão de alimento apodrecido, o que difere dos grupos ornitocóricos-ortodoxos (G1 e G2) que podem servir de alimento aos animais mesmo após a sua queda. Por esta razão, o G4 fornece alimento prioritariamente nos estratos superiores da comunidade e não no solo, e deve ser tratado de maneira diferente dos demais GFs em projetos de conservação, pois realiza uma função diferente aos grupos ortodoxos.

Grupo 5 (G5)

Formado por espécies com síndrome de polinização por besouros, que são considerado o terceiro mais importante grupo de vetores de pólen (Bawa, 1990). No entanto, G5 apresenta uma baixa abundância no Parque do Sabiá, podendo ser o grupo que está sofrendo com impactos antrópicos do passado. O corte do sub-bosque, provavelmente reduziu as plantas polinizadas por besouros, pois estes estão relacionados mais fortemente como sub-bosque (Bawa *et al.*, 1985), e é um grupo funcional provavelmente deplecionado por este tipo de antropização. Por também possuir espécies mastocóricas, é um grupo que necessita de algum tipo de manejo para sua conservação, pois, tanto a fauna de coleópteros, completamente dependentes deste grupo, quanto a mastofauna, poderão sofrer redução de suas populações e causar efeitos negativos futuros para a comunidade florestal. Seria necessário na área o plantio de espécies de subosque com polinizadores típicos desta camada da comunidade para suprir o corte ocorrido no passado. A redução de polinizadores pode acabar por extinguir GFs vegetais dependentes de polinizadores mais especializados, como os do G2 (borboletas) e os do G5 (besouros) e estes se tornam grupos importantes a serem conservados e reflorestados no interior da floresta.

Grupo com síndrome abiótica (GDA)

Formado basicamente pelo G6, grupo típico anemocórico, com sementes ortodoxas e polinizadas por abelhas. Tal grupo possui espécies decíduas, que perdem as folhas na estação seca, quando há um decréscimo do nível de água no solo (Latorre e Cabezedo 2006), o que facilita a dispersão anemocórica. Essa perda de folhas acarreta numa variação da luminosidade no sub-bosque da mata, influenciando, assim, os indivíduos próximos aos emergentes anemocóricos e como já foram mencionados, os grupos funcionais mais comuns logo abaixo do dossel são os mastocóricos e parte dos ornitocóricos. Logo, o G6 pode causar efeito nos demais grupos funcionais e esta, pode ser uma característica de florestas estacionais semidecíduas. O G6 (Figura 2), tipicamente anemocórico, deve ser tratado de forma diferente em relação aos demais grupos, pois indivíduos com sementes dispersas pelo vento costumam estar no estrato superior das florestas, formando o dossel ou como emergentes (Howe e Smallwood 1982, Nunes *et al.* 2003, Kinoshita *et al.* 2006). Nesse aspecto, as espécies desse grupo são diferentes das espécies zoocóricas, que apresentam distribuição em todas as alturas da mata (Kinoshita *et al.* 2006). Percebe-se assim, a existência de uma distribuição espacial vertical não aleatória das síndromes de

dispersão nas matas (Roth, 1987, Smith, 1973). Este fato é justificado pela própria eficiência do mecanismo de dispersão por meio do vento, que aumenta com a altura da árvore (Nunes *et al.* 2003) e é dificultado no interior da floresta, pois as barreiras ao vento no dossel são menores em relação ao interior da mata.

Em contrapartida, o grupo abiótico (GDA) sustenta uma menor diversidade de grupos de polinizadores filogeneticamente associados (somente abelhas). Por ser um grupo cujos indivíduos ficam bem distribuídos no ambiente, uma vez que espécies anemocóricas são de ampla distribuição (Oliveira *et al.* 2001), apresenta capacidade de espalhar recursos pela vegetação e, por serem predominantes ortodoxos, podem manter um banco de sementes por toda a comunidade. Assim, proporcionam o recrutamento de novos indivíduos no caso do surgimento de condições favoráveis para a sua germinação e estabelecimento (Scherer e Jarenkow 2006).

G6 é o único grupo com espécies polinizadas por grandes abelhas, embora somente duas espécies apresentem este tipo de polinização (*Qualea jundiaby* e *Dalbergia nigra*). Grandes abelhas forrageiam diferentes flores de um reduzido espectro de espécies (Oliveira e Gibbs 2000), o que concorda com o observado neste estudo. *Qualea jundiaby* deve ter uma importância elevada na realização de medidas de manejo para manutenção de abelhas grandes na comunidade. No caso de *Dalbergia nigra*, esta é uma espécie exótica na área e pode estar se beneficiando do processo de antropização e corte seletivo do sub-bosque, ocorrido no passado e pode estar ocupando um nicho ecológico vago nesta floresta que sofreu com corte no passado.

Grupo 7 (G7)

É um grupo formado por espécies mastocóricas, geralmente com pouca informação em relação às outras características. Apesar de não se agrupar com similaridade alta, é um grupo particularmente importante por possuir espécies mastocóricas. Por isso, pode ser considerado um grupo exclusivo à parte, capaz de fornecer recursos para a mastofauna.

Apenas uma espécie, *Heisteria ovata*, não se agrupou com nenhum grupo. Ainda assim, esta espécie possui destaque por ser a única polinizada por morcegos e pode sofrer risco de extinção caso seus visitantes desapareçam (Muchhala e Jarrin-V 2002). A conservação das espécies quiropterofílicas é essencial para a manutenção da fauna local e sua baixa abundância.

Efeitos da fragmentação

A composição florística e a estrutura da comunidade são fortemente influenciadas pela fragmentação (Metzger 2000). Como os grupos funcionais são baseados em características ecológicas de cada espécie, as funções desempenhadas por esses grupos no ambiente poderão ser afetadas, como no caso do G4 (único grupo ornitócorico/recalcitrante) e o G2 (único polinizado por borboletas). A perda dessas funções pode implicar em consequências negativas para manutenção da fauna e da flora local.

O corte seletivo do sub-bosque e o isolamento da vegetação

no Parque do Sabiá provavelmente facilitam a entrada de espécies exóticas/invasoras como discutido por Metzger (2000). Este fenômeno já está ocorrendo no Parque do Sabiá, com a facilitação para entrada e estabelecimento dos indivíduos de *Dalbergia nigra*. O processo de antropização (passado e presente) muda a estrutura da vegetação, todavia, o impacto desta única espécie para a comunidade vegetal em análise é incerto, uma vez que ela realiza funções semelhantes das espécies do G6 (típico anemocóricas).

Estudos realizados em florestas semidecíduas enfocando as espécies arbóreas (Pagano *et al.* 1987, Gandolfi *et al.* 1995), têm apontado diferenças florísticas e fitossociológicas entre florestas relativamente próximas e até mesmo entre áreas contínuas de uma mesma floresta. Devido a dificuldade em se encontrar um padrão florístico para essas formações vegetais, a delimitação de GFs pode ser um caminho na busca de padrões funcionais (e não somente florísticos), nas florestas estacionais semidecíduas. A área estudada, por exemplo, apresentou grupos coesos e efetuar comparações com outras áreas podem demonstrar padrões funcionais nas diferentes florestas estacionais.

Este estudo demonstrou que a formação de grupos funcionais com base em características das espécies é viável e os grupos formados podem revelar diferenças que são difíceis de detectar apenas com estudos florísticos, devido a diferenças na composição de espécies (Graae e Sunde 2000). A metodologia aqui aplicada pode facilitar a compreensão de ecossistemas muito biodiversos e heterogêneos. Neste sentido, a formação dos grupos funcionais foi satisfatória, pois representou parte das funções que a comunidade vegetal arbórea do Parque Municipal do Sabiá desempenha no ecossistema associado, sobretudo para a fauna. Para as três características ecológicas, utilizadas neste estudo (síndrome dispersão, síndrome de polinização e tolerância a dessecação), as plantas parecem manter pelo menos sete grupos funcionais na área de estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Paulo Eugênio Oliveira pela revisão nas síndromes de polinização e dispersão e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

Referências

- Alves RMO, Carvalho CAL, Souza, BA (2006) Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae). *Maringá* 28: 65-70.
- Amorim FW, Oliveira PEAM (2006) Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 29: 353-362.
- Barbedo CJ, Marcos-Filho J (1998) Tolerância à dessecação em sementes. *Acta Botanica Brasilica* 12: 145-164.

- Bawa KS (1990) Plant-pollinator interactions in Tropical Rain Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399-422.
- Bawa KS, Bullock SH, Perry DR, Coville RE, Grayum MH (1985) Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany** 72: 346-356.
- Bussab WO, Morettin PA (2003) **Estatística Básica**. 5 ed. São Paulo.
- Carvalho PER (1994) **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeiras**. Brasília: EMBRAPA - CNPF.
- Carvalho LR, Silva EAA, Davide AC (2006) Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes** 28: 15-25.
- Chaves MMF (2001) **Previsão da longevidade de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. (FAVEIRO) e *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth.) (Jacarandá-da-bahia)**. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP para Obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Tecnologia Pós-Colheita. Campinas: Unicamp.
- Clark CJ, Poulsen JR (2001) The Role of Arboreal Seed Dispersal Groups on the Seed Rain of a Lowland Tropical Forest. **Biotropica** 33: 606-620.
- Cordeiro NJ, Howe HF (2001) Low recruitment of trees dispersed by animals in African forest fragments. **Conservation Biology** 15: 1733-1741.
- Cruz ED, Carvalho JEU (2003) Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* Mart., Eichler – Sapotaceae). **Acta Amazônica** 33: 389-398.
- Davide AC, Carvalho LR, Carvalho MLM, Guimarães RM (2003). Classificação Fisiológica de Sementes de Espécies Florestais Pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **CERNE** 9: 29-35. EMBRAPA. 2005. **Desenvolvimento de metodologias para a conservação de germoplasma semente resgatado em áreas de aproveitamento de cinco hidrelétricas no Bioma Cerrado**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- Faegri K, Pijl L (1979) **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press.
- Ferreira AG, Borghetti F (2004). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed Editora S.A.
- Galetti M, Alves Costa CP, Cazetta E (2003) Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation** 111: 269-273.
- Gandolfi S, Leitão Filho HF, Bezerra CLF (1995) Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta estacional semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 55: 753-767.
- Goldenberg R, Shepherd GJ (1998) Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in "cerrado" vegetation. **Plant Systematics and Evolution** 211: 13-29.
- Graae BJ, Sunde PB (2000) The impact of forest continuity and management on forest floor vegetation evaluated by species traits. **Ecography** 23: 720-731.
- Gressler E, Pizo MA, Morellato PC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 509-530.
- Howe HF, Smallwood J (1982) Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 201-228.
- Jules ES, Rathcke BJ (1999) Mechanisms of reduced trillium recruitment along edges of old-growth forest fragments. **Conservation Biology** 13: 784-793.
- Kageyama PY, Gandara FB (2000) Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho HF (ed) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, pp. 249-269.
- Kinoshita LS, Torres RT, Forni-Martins ERS, Tatiana Ahn YJ, Constâncio SS (2006) Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasileira** 20: 313-327.
- Kremen C (2005) Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecology Letters** 8: 468-479.
- Latorre AVP, Cabezudo B (2006) Phenomorphology and eco-morphological characters of *Rhododendron* lauroid forests in the Western Mediterranean (Iberian Peninsula, Spain). **Plant Ecology** 187: 227-247.
- Lorenzi H (1992) **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum.
- Lorenzi H (1998) **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 2.
- Machado AO, Oliveira PEAM (2000) Biologia floral e reprodutiva de *Casearia grandiflora* Camb. (Flacourtiaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 23: 283-290.
- Medail F, Roche P, Taton T (1998) Functional groups in phytoecology: an application to the study of isolated plant communities in Mediterranean France. **Acta Oecologica** 19(3): 263-274.
- Metzger JP (2000) Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications** 10: 1147-1161.
- Mouillot D, Mason NWH, Wiolson JB (2007) Is the abundance of species determined by their functional traits? A new method with a test plant communities. **Oecologia** 152: 729-737.
- Muchhala N, Jarrin-VP (2002) Flower visitation by bats in cloud forests of Western Ecuador. **Biotropica** 34: 387-395.
- Negrelle RRB (2002) The Atlantic forest in the Volta Velha Reserve: a tropical rain forest site outside the tropics. **Biodiversity and Conservation** 11: 887-919.
- Nunes YRF, Mendonça AVR, Botezelli L, Machado ELM, Oliveira-Filho AT (2003) Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasileira** 17(2): 213-229.
- Oliveira PE, Gibbs PE (2000) Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora** 195:311-329.
- Oliveira PEAM (1997) Polinização por abelhas em *Callisthene major* e *C. fasciculata* (Vochysiaceae). In: **XIX Encontro Regional de Botânica**, Belo Horizonte.
- Oliveira PEAM, Paula FR (2001) Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de Galeria. In: **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planatina: EMBRAPA Cerrados, pp.303-328.
- Oliveira RJ, Mantovani W, Melo MMRF (2001) Estrutura do Componente arbustivo-arbóreo da floresta atlântica de encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasileira** 15: 391-412.
- Pagano SN, Leitão Filho HF, Shepherd GJ (1987) Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). **Revista Brasileira de Botânica** 10: 49-61.
- Pendry CA, Dick J, Pullan MR, Knees SG, Miller AG, Neale S, Watson MF (2007) In search of a functional flora-towards a greater integration of ecology and taxonomy. **Plant Ecology** 192: 161-167
- Pinheiro F, Ribeiro JF (2001) Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal. In: **Cerrado: caracterização e recuperação**

- de Matas de Galeria. Planatina: EMBRAPA Cerrados, pp.335-375.
- Pijl VDL (1982) **Principles of dispersal in higher plants**. 3 ed. New York: Springer Verlag.
- Roosmalen, M.G. van; Garcia, O.M.C.G. 2000. Fruit of Amazonian forest. Part II: Sapotaceae. **Acta Amazonica** 39: 187-290.
- Rosa AG, Schiavini I (2006) Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal** 22: 151-162.
- Roth I (1987) **Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types**. Dordrecht: Dr W. Junk Publishers.
- Roy V, de Blois S (2006) Using functional traits to assess the role of hedgerow corridors as environmental filters for forest herbs. 2006. **Biological Conservation** 130: 592-603.
- Royal Botanic Gardens (2008) **Seed Information Database Search Results** <http://data.kew.org/sid/storage.html> (acesso entre 10.10.2008 a 25.11.2008).
- Salles JG, Schiavini I (2007) Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade. **Acta Botanica Brasilica** 21: 223-233.
- Salomão AN, Sousa-Silva JC, Davide AC, Gonzáles S, Torres RAA, Wetzel MMVS, Firetti F., Caldas LS (2003) **Germinação de Sementes e Produção de Mudas e Plantas do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado.
- Sautu A, Baskin JM, Baskin CC, Deado J., Condit R (2007) Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Parana, Central America. **Seed Science Research** 17: 127-140.
- Scherer C, Jarenkow J A (2006) Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 29: 67-77.
- Shepherd GJ (2004) **FITOPAC-SHELL 1.5: Manual do usuário**. Campinas: Unicamp.
- Skov F (2000) Distribution of plant functional attributes in a managed forest in relation to neighborhood structure. **Plant Ecology** 146: 121-130.
- Smith AP (1973) Stratification of temperature and tropical forests. **The American Naturalist** 107: 671-683.
- Srivastava DS, Velledn M (2005) Biodiversity-ecosystem function research: is it relevant to conservation? **Annual Review of Ecology and Systematics** 26: 267-94.
- Tweddle JC, Dickie JB, Baskin CC, Baskin JM (2003) Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology** 9: 294-304.
- Yamamoto LF, Kinoshita LS, Martins FR (2007) Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21: 553-573.