

Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical

Elder Ferreira Morato ¹

ABSTRACT. Effects of forest fragmentation on solitary wasps and bees in Central Amazonia. II. Vertical stratification. The effects of forest fragmentation on the patterns of vertical abundance and richness of solitary wasp and bee communities was investigated near Manaus, Amazonas. Wasps and bees were trap-nested at 1,5, 8 and 15 m above the ground in continuous primary forest and isolated forest fragments. In general, the number of nests and species increased with height for both groups. In particular, bee species richness at 15 m was almost twice that at 1,5 m. However, one species of *Trypoxylon* Latreille, 1796 (Sphecidae) consistently nested in the understorey. Thus, patterns of abundance and richness distributions indicated stratification. A contingency analysis showed that fragmentation altered stratification of nesting activity of the wasp community in fragments. However, a similar pattern was not found for the bees. These results are discussed with particular reference to prey and floral resources availability and microclimatic conditions.

KEY WORDS. Forest fragmentation, Amazonia, stratification, solitary wasps, solitary bees

Os padrões espaciais de distribuição dos organismos são expressos tanto na dimensão horizontal como na vertical. A estratificação vertical das comunidades de plantas e animais é um dos principais conceitos em ecologia de florestas (SMITH 1973). Tem sido sugerido que: as plantas de um ecossistema florestal distribuem-se em várias camadas ou estratos distintos, cada uma caracterizada por um grupo de espécies; o número de estratos é maior nas florestas tropicais úmidas do que nas temperadas e, pelo fato dessa estratificação resultar em estratificação de microclima e recursos alimentares, as comunidades dos animais também são estratificadas, de tal forma que cada estrato da vegetação teria uma fauna característica (SMITH 1973).

A estratificação vertical entre as populações de consumidores pode representar um importante modo de diferenciação de seus nichos e contribuir para a estruturação e diversidade de suas comunidades (WIENS 1976). Padrões de partição de habitat têm sido descritos, mas suas causas ainda não são bem conhecidas (BROWN *et al.* 1997; WISHEU 1998).

Vários grupos de artrópodos terrestres, aéreos e edáficos, apresentam o fenômeno de estratificação vertical no ambiente, ou seja, gradientes verticais de densidade ou abundância (DOWDY 1951; NADKARNI & LONGINO 1990; BASSET *et al.* 1992; TIDON-SKLORZ & SENE 1992; HARADA & BANDEIRA 1994; GARRISON & WILLIG 1996; PFEIFFER 1996; BECCALONI 1997; BROWN *et al.* 1997; DEVRIES *et al.* 1997; FRANKLIN *et al.* 1997; LAPOINTE *et al.* 1998).

1) Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Acre. 69915-900 Rio Branco, Acre, Brasil.

As florestas tropicais exibem considerável estratificação estrutural (RICHARDS 1983). Estudos sobre estratificação vertical das comunidades de artrópodos nesses ecossistemas são limitados pela dificuldade de se acessar as camadas mais altas, como o dossel (NADKARNI & PARKER 1994). Contudo, vários métodos vêm sendo testados para estudar a sua abundância e diversidade nessas camadas altas (ERWIN 1982; 1983; BASSET *et al.* 1997).

As diferenças na distribuição vertical entre os artrópodos das florestas tropicais podem ocorrer em relação à riqueza e diversidade, composição faunística, densidade, abundância, biomassa, atividade e processos ecológicos (BAWA *et al.* 1985; BASSET *et al.* 1992; ROUBIK *et al.* 1995; OLIVEIRA & CAMPOS 1996; BECCALONI 1997; MALCOM 1997; GUMBERT & KUNZE 1999). De acordo com o táxon, o padrão de estratificação pode ou não variar, significativamente, de acordo com a estação do ano (REES 1983; PFEIFFER 1996).

Foram feitos poucos estudos sobre estratificação vertical de abelhas e vespas na região tropical (FRANKIE & COVILLE 1979; ROUBIK *et al.* 1982; RAMÍREZ 1993; ROUBIK 1993; ROUBIK *et al.* 1995; OLIVEIRA & CAMPOS 1996). Um estudo em uma floresta da Costa Rica (BAWA *et al.* 1985) mostrou que abelhas de porte pequeno são mais importantes na polinização de plantas cujas flores estão abaixo do dossel e aquelas de porte maior mais importantes no dossel.

Embora FYE (1965) tenha proposto um método para amostrar ninhos de abelhas e vespas que nidificam em cavidades preexistentes em diferentes alturas em florestas temperadas, nenhum estudo foi realizado sobre esse aspecto em florestas tropicais. Assim, os objetivos deste trabalho foram investigar a altura, no interior de fragmentos de floresta e mata contínua, em que vespas e abelhas solitárias nidificam em cavidades preexistentes e se a fragmentação florestal influencia os padrões de estratificação vertical.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas na Amazônia Central, em uma região situada aproximadamente a 70-90 km ao norte de Manaus – AM (2°30'S e 60°W), nas áreas de trabalho do “Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais” (PDBFF) (BIERREGAARD & LOVEJOY 1988), entre junho de 1988 e junho de 1990.

A região apresenta vegetação típica de floresta tropical úmida de terra firme, com dossel atingindo em média 30-37 m de altura. O sub-bosque é aberto e possui um grande número de palmeiras acaules do gênero *Astrocaryum* G. Mey. (HENDERSON *et al.* 1995). Uma descrição detalhada das áreas de estudo e do desenho amostral encontram-se em MORATO *et al.* (1999) e MORATO & CAMPOS (2000).

As coletas foram realizadas em dois fragmentos de mata nativa de 1 ha, dois fragmentos de 10 ha, um fragmento de 100 ha e em sete locais de mata contínua. Ao longo deste texto, a expressão mata contínua será usada como sinônimo de floresta primária, não-fragmentada e não-perturbada.

A amostragem de vespas e abelhas solitárias foi realizada com o emprego de ninhos-armadilhas (KROMBEIN 1967). Duas peças de madeira de 25 x 35 x 120 mm foram unidas em uma morça e furadas longitudinalmente de forma que, quando as

duas metades da peça estão unidas, forma-se um orifício com diâmetro de 4,8; 9,5 ou 12,7 mm e 8 cm de comprimento. No campo, as duas metades foram unidas por fita adesiva.

No interior de cada fragmento isolado ou local de mata contínua, foram escolhidas quatro árvores separadas entre si por uma distância máxima de 50 m. Cada conjunto de quatro árvores constituiu uma unidade amostral. Em cada árvore foram colocados três blocos de ninhos-armadilhas; um bloco a 1,5 m; um bloco a 8 m e outro a 15 m de altura. Cada bloco continha nove ninhos-armadilhas, três de cada diâmetro, distribuídos ao acaso. Os blocos foram atados a um fio de náilon que passava por uma roldana de metal presa à árvore, a 15 m de altura. Isso possibilitou a descida, verificação e suspensão dos blocos periodicamente.

Os ninhos-armadilhas foram inspecionados, quinzenalmente, entre junho de 1988 e junho de 1990; aqueles ocupados por ninhos de vespas ou abelhas foram retirados e substituídos por peças vazias. As peças ocupadas foram levadas para o laboratório, onde os ninhos foram abertos, separadas suas duas metades e, em seguida, descritos. Após a descrição, os ninhos foram colocados em local apropriado até a emergência dos insetos adultos; a seguir, foram limpos e reutilizados no campo. Assim, ninhos, dos quais emergiram adultos, foram identificados com relação às vespas ou abelhas que os construíram e provisionaram. Ninhos, dos quais não ocorreram emergências, foram identificados, com base em suas características, por comparação com ninhos semelhantes.

A significância das diferenças no número de ninhos fundados nas diferentes alturas foi testada através do teste χ^2 . Uma análise de contingência (2 x 3) (SIEGEL & CASTELLAN 1988) foi usada para testar a dependência entre o tipo de ambiente (fragmento ou mata contínua) e a altura de fundação dos ninhos.

RESULTADOS

O número de ninhos e de espécies de vespas e abelhas coletados na mata contínua e nos fragmentos de mata em ninhos-armadilhas instalados em diferentes alturas é mostrado na tabela I e nas figuras 1 e 2. De modo geral, o número de espécies, tanto de vespas como de abelhas, foi ligeiramente maior a 8 e 15 m. Para abelhas esse número foi quase o dobro do obtido a 1,5 m. Para ambos os grupos, o número de ninhos foi maior a 15 m, tanto nos fragmentos como na mata contínua.

Podium rufipes Fabricius, 1804 fundou ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Foram poucos os ninhos fundados por *P. sexdentatum* Taschenberg, 1869 nos fragmentos; todos a 8 m de altura. Na mata contínua, a amostragem dessa espécie foi maior. Contudo, não houve diferenças significativas entre os números de ninhos fundados nas três alturas.

Trypoxylon nitidum F. Smith, 1856 fundou ninhos com maior frequência a 8 e 15 m de altura nos fragmentos e na mata contínua. *T. lactitarse* Saussure, 1867 fundou maior número a 15 m. Mesmo em locais de mata contínua, onde essa espécie esteve pouco representada, maior frequência de fundações ocorreu a 15 m de altura. *T. (Trypargilum) sp. 2*, ao contrário das outras espécies, fundou ninhos com maior frequência a 1,5 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua; apenas

um ninho foi fundado a 15 m nos fragmentos e quatro na mata contínua. Apesar da amostragem para *Trypoxylon aff. nitidum* ter sido pequena, maior número de ninhos foi fundado a 15 m, tanto nos fragmentos como na mata contínua. *Pisoxylon xanthosoma* Menke, 1968 fundou mais ninhos na mata contínua: de 12 ninhos fundados, 11 foram a 1,5 m de altura.

Tabela I. Número de ninhos e de espécies de vespas e abelhas solitárias coletados em fragmentos de floresta e em mata contínua em diferentes alturas nas áreas de estudo do PDBFF, Amazonas.

Espécies	Alturas (m)												Total
	Fragmentos				Mata Contínua				Total Geral				
	1,5	8,0	15,0	X ²	1,5	8,0	15,0	X ²	1,5	8,0	15,0	X ²	
Sphecidae													
<i>Ampulex elegantula</i>							1					1	1
<i>Pison (Entomopison) sp.</i>											1		1
<i>Pisoxylon xanthosoma</i>	1				11	1				12	1		13
<i>Podium rufipes</i>	5	33	35	23,2 *	13	43	37	16,3 *	18	76	72	38,0 *	166
<i>P. sexdentatum</i>		10			33	21	18	5,3ns	33	31	18	4,9 ns	82
<i>Trypoxylon nitidum</i>	37	80	93	24,5 *	28	50	93	38,4 *	65	130	186	57,7 *	381
<i>T. lactitarse</i>	22	61	84	35,3 *	1	6	16	15,2 *	23	67	100	47,2 *	190
<i>T. xanthandrum</i>	1								1				1
<i>T. aff. nitidum</i>		3	9			1	31			4	40		44
<i>T. (Trypargilum) sp. 1</i>		1	1			3	3			4	4		8
<i>T. (Trypargilum) sp. 2</i>	34	10	1	38,8 *	62	10	4	80,4 *	96	20	5	118,1 *	121
<i>T. scrobiferum</i>						1	1			1	1		2
<i>T. punctivertex</i>	1	3	1						1	3	1		5
<i>T. aff. unguicorne</i>						1				1			1
<i>T. (Trypoxylon) sp.</i>	1									1			1
Pompilidae													
<i>Auplopus sp.</i>	1					1	1			1	1	1	3
<i>Priochilus sp.</i>					4					4			4
Eumenidae													
<i>Ancistroceroides sp.</i>			1							1			1
<i>Pachodynerus sp. 1</i>						1	1		1	1			2
<i>Pachodynerus sp. 2</i>			2							2			2
<i>Zethus sp.</i>							1			1			1
Total	103	201	227	48,3 *	153	139	207	15,5 *	256	340	434	46,2 *	1030
Riqueza (S)	9	8	9		8	12	12		12	13	15		21
Apidae													
<i>Euglossa gaianii</i>	1				1	1	7		2	1	7		10
Anthophoridae													
<i>Centris dichrotricha</i>	6	12	24	12,0 *	1	4	14	14,7 *	7	16	38	25,1 *	61
<i>C. analis</i>		2								4	3		7
<i>C. terminata</i>	8	14	3	7,3 *	23	19	25	0,8ns	31	33	28	0,4ns	92
<i>C. bicornuta</i>		2	1							2	1		3
<i>Lagobata ornata</i>							4				4		4
Megachilidae													
<i>Anthodiocetes moratoi</i>	4	1	5		6	11	29	19,1 *	10	12	34	19,8 *	56
<i>Duckeanthidium sp. 1</i>		1								2	8		10
<i>Duckeanthidium sp. 2</i>		2	2							4	2		6
<i>Megachile orbiculata</i>		2	5		11	22	1	19,5 *	11	24	6	12,7 *	41
<i>M. (Rhysochile) cfr. cara</i>						1				1			1
<i>Megachile sp.</i>	1	3	2						1	3	2		6
Total	20	39	42	8,4 *	42	63	91	18,5 *	62	102	133	25,6 *	297
Riqueza (S)	5	9	7		5	9	8		6	11	11		12

(*) p < 0,05; ns = não significativo.

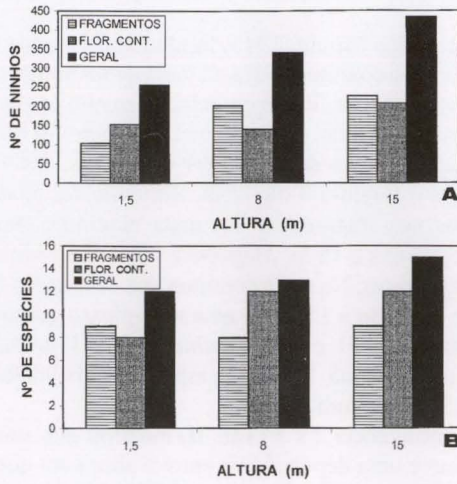


Fig. 1. Número de ninhos (A) e de espécies (B) de vespas solitárias coletados em fragmentos de floresta e floresta contínua em diferentes alturas nas áreas de estudo do PDBFF, Amazonas.

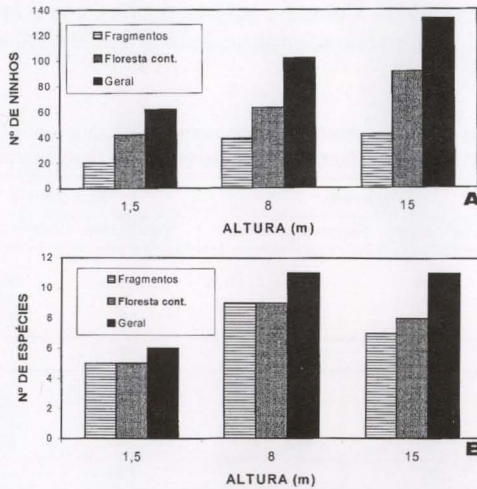


Fig. 2. Número de ninhos (A) e de espécies (B) de abelhas solitárias coletados em fragmentos de floresta e floresta contínua em diferentes alturas nas áreas de estudo do PDBFF, Amazonas.

Foram encontrados os seguintes padrões para as espécies de vespas: a) espécies que fundaram ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura: *P. rufipes*, *T. nitidum*, *T. lactitarse* e *Trypoxylon aff. nitidum*; b) espécies que fundaram ninhos principalmente a 1,5 m de altura: *P. xanthosoma*, *T. (Trypargilum) sp. 2* e *Priochilus sp.*; c) espécie que fundou ninhos sem uma preferência pronunciada por altura: *P. sexdentatum*.

Centris dichrootricha Moure, 1945, fundou mais ninhos a 15 m, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Para *C. terminata* Smith, 1874, não houve diferenças significativas entre as alturas em relação ao número de ninhos fundados na mata contínua. Nos fragmentos, contudo, maior número foi fundado a 1,5 e 8 m. Foram fundados poucos ninhos de *C. analis* (Fabricius, 1804) e *C. bicornuta* Mocsáry, 1899 e todos o foram a 8 ou 15 m. *Anthodiocetes moratoei* Urban, 1999 fundou poucos ninhos nos fragmentos. Na mata contínua, essa espécie fundou ninhos com maior frequência a 15 m. *Megachile orbiculata* Mitchel, 1929 fundou poucos ninhos nos fragmentos. Na mata contínua, maior número foi fundado a 8 m. Apenas um ninho foi fundado a 15 m de altura. *Euglossa gaianii* Dressler, 1982, *Lagobata ornata* Spinola, 1851 e *Duckeanthidium* sp. 1 fundaram mais ninhos também a 15 m na mata contínua. Nenhuma espécie de abelha fundou ninhos com maior frequência a 1,5 m de altura apenas.

Um teste de contingência 2 x 3 (Tab. II) mostrou que, como um todo, para espécies de vespas houve uma dependência entre a altura em que os ninhos foram fundados e o tipo de ambiente ($\chi^2 = 22,19$; $p = 0,000015$). Nos fragmentos, menor número foi fundado a 1,5 m de altura do que o valor esperado e na mata contínua, maior. Nos fragmentos, maior número foi fundado a 8 m do que o esperado, o inverso ocorrendo na mata contínua. A 15 m não houve diferença significativa entre os valores reais e os esperados. Contudo, para as abelhas, como um todo, não houve associação entre o tipo de ambiente e a altura de nidificação (análise de contingência; $\chi^2 = 1,25$; $p = 0,53$).

Tabela II. Associação entre o número total de ninhos fundados por espécies de vespas e abelhas solitárias em diferentes alturas e o tipo de ambiente (fragmentos ou mata contínua).

Alturas (m)	Fragmentos		Mata contínua		Total
	Valores reais	Valores esperados	Valores reais	Valores esperados	
Vespas					
1,5	103	132,9	155	125,1	258
8,0	201	174,6	138	164,4	339
15,0	227	223,5	207	210,5	434
Total	531		500		1031
Abelhas					
1,5	20	21,1	42	40,1	62
8,0	39	34,7	63	67,3	102
15,0	42	45,2	91	87,8	133
Total	101		196		297

DISCUSSÃO

Foi constatada uma estratificação vertical, em relação à fundação de ninhos, pela maioria das espécies de vespas e abelhas solitárias estudadas na mata contínua e nos fragmentos de floresta. De modo geral, as vespas fundaram mais ninhos a 8 e 15 m do que nos ninhos-armadilhas instalados no sub-bosque. O número de espécies aumentou com a altura, mas a diferença foi pequena entre as três alturas, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Houve espécies de vespas que fundaram ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura, outras que o fizeram em maior abundância a 1,5 m e, ainda, outras que não apresentaram uma diferença óbvia.

SUTTON & HUDSON (1980) constataram em florestas tropicais semi-decíduas da África que tanto a abundância como a biomassa de insetos, incluindo Hymenoptera, foram maiores nas copas e acima delas. SUTTON (1983) e SUTTON *et al.* (1983) relataram a existência de estratificação vertical em várias ordens de insetos em florestas tropicais. A maioria dos grupos de insetos, incluindo Hymenoptera, foi coletada entre 20 e 30 m de altura. BASSET *et al.* (1992) encontraram maior abundância e riqueza de artrópodos no dossel do que no sub-bosque de uma floresta tropical da África.

COLLINS & JENNINGS (1987) estudaram a preferência por altura de três espécies de vespas Eumenidae em uma clareira artificial de 17,5 ha, margeada por uma floresta de abetos nos Estados Unidos. Não foram encontradas diferenças entre as alturas com relação ao número de ninhos fundados. Contudo, os ninhos-armadilhas foram instalados em alturas muito baixas e próximas, variando apenas entre 0 e 1,5 m.

Uma hipótese para explicar a preferência por altura de nidificação apresentada neste trabalho por algumas espécies de vespas é que, talvez, existam nessas alturas, presas suficientes para o provisionamento das células (FISK 1983; RUSSELL-SMITH & STORK 1995), locais adequados de nidificação ou mesmo condições microclimáticas adequadas ao desenvolvimento da prole. Espécies de *Podium* Fabricius, 1804, utilizam baratas no provisionamento de seus ninhos, espécies de *Trypoxylon* Latreille, 1796, e Pompilidae utilizam aranhas, espécies de Eumenidae larvas de Lepidoptera (KROMBEIN 1967). Variações microclimáticas horizontais e verticais têm sido relatadas nas florestas do PDBFF (CAMARGO & KAPOS 1995).

P. sexdentatum não apresentou uma diferença significativa por altura de nidificação. SCHAL & BELL (1986) mostraram, em um estudo sobre estratificação vertical em comunidades de baratas de uma floresta tropical na Costa Rica, que a maioria dos indivíduos de todas as espécies encontradas foi coletada próximo da serapilheira a 0,5 m de altura. Entretanto, foi verificada a ocorrência de estratificação vertical e algumas espécies foram encontradas mais frequentemente em alturas mais elevadas. Algumas possuem padrões de migração diária para níveis mais elevados e freqüentam, portanto, todos os estratos. Se a disponibilidade de presas é um fator importante para a determinação da altura de nidificação, isso poderia explicar, em parte, o fato de *P. sexdentatum* não ter apresentado uma preferência por altura, uma vez que baratas poderiam estar disponíveis em diferentes alturas na floresta.

Espécies de aranhas também exibem um alto grau de estratificação vertical (TURNBULL 1973). Estratos muito desenvolvidos foram encontrados em florestas de carvalho, onde foram observados movimentos diurnos e sazonais de aranhas. Neste tipo de ambiente, foram encontradas espécies de dossel, sub-bosque e solo. É possível que isso também ocorra em florestas tropicais, o que explicaria, em parte, a estratificação e preferência de algumas espécies de vespas por determinadas alturas para a construção e provisionamento de seus ninhos.

É interessante notar que, entre as vespas, *T. lactitarse* e *T. nitidum* fundaram seus ninhos principalmente a 15 m de altura, tanto nos fragmentos como na mata contínua. Ambas as espécies foram muito abundantes também nas áreas desmatadas do PDBFF (MORATO & CAMPOS 2000). É possível que o microclima e outras

condições existentes a 15 m de altura, ou alturas próximas do dossel, sejam semelhantes às existentes nas áreas de derrubada, o que criaria condições propícias à nidificação em alturas mais elevadas por essas espécies.

Trypoxylon (Trypargilum) sp. 2 fundou ninhos principalmente a 1,5 m nos locais de mata contínua e nos fragmentos e também em áreas desmatadas (MORATO & CAMPOS 2000). Contudo, nos locais desmatados esta espécie foi coletada exclusivamente no sub-bosque (1,5 m) de áreas de capoeira dominadas por *Cecropia* spp. (Cecropiaceae). Esse ambiente possuía pouca luminosidade e elevada umidade e assemelhava-se, sob esse aspecto, ao sub-bosque das florestas primárias da região. A ocorrência dessa espécie nesse ambiente pode ser devido ao fato de suas condições serem parecidas com as do sub-bosque da mata, pelo menos em alguns aspectos.

No presente trabalho, as abelhas, como as vespas, fundaram seus ninhos principalmente a 8 e 15 m de altura. Esse padrão pode ser devido a uma maior disponibilidade de recursos florais no dossel e estratos próximos (ROUBIK *et al.* 1982). Um estudo no Equador (BECCALONI 1997) mostrou que a altura de vôo de borboletas Ithomiinae correlaciona-se positivamente com a altura das plantas hospedeiras de suas larvas. FRANKIE & COVILLE (1979) colocaram, experimentalmente, flores de *Cassia biflora* Griseb. (Caesalpinioidea) no chão e a 4,5 m de altura em um floresta secundária e relataram que espécies de Anthophoridae e Euglossina forragearam principalmente nas flores mais altas. FRANKIE *et al.* (1988) instalaram ninhos-armadilhas a 0,5 e 2,5 m de altura em ambientes de floresta, em um estudo sobre preferência de habitat de espécies de *Centris* Fabricius, 1804. Maior porcentagem de ninhos foi fundada a 2,5 m de altura.

ROUBIK *et al.* (1982) observaram visitas de espécies de *Centris* nas flores de *Cochlospermum vitifolium* Spreng. (Cochlospermaceae) nas alturas de ≤ 4 m e entre 7-12 m. As abelhas não visitaram mais, significativamente, as flores do estrato superior e em duas situações as flores do estrato inferior foram as mais visitadas.

WOLDA & ROUBIK (1986) constataram que, em florestas tropicais, espécies de abelhas voam em diferentes alturas. Armadilhas luminosas instaladas a 4 e 27 m de altura, em uma floresta tropical do Panamá, capturaram abelhas com hábito de nidificação hipógeo e xilófilo, respectivamente. *Ptiloglossa* Smith, 1853 e *Rhinetula* Friese, 1922, que são abelhas que constroem seus ninhos no solo, foram mais abundantes nas armadilhas colocadas a 4 m de altura. Espécies de *Megalopta* Smith, 1853, nidificam em madeira e foram mais abundantes nas armadilhas colocadas a 27 m.

ROUBIK (1993) amostrou abelhas, solitárias e eussociais, de 20 espécies e 10 gêneros em duas faixas de alturas (3-8 m e 18-27 m) em duas florestas no Panamá. Com exceção de duas espécies noturnas, as outras foram ativas em ambos os estratos. Maior abundância e riqueza de Euglossina foram obtidas no estrato baixo. Contudo, as espécies grandes foram mais ativas no estrato mais elevado. Algumas espécies diurnas de tamanho médio parecem evitar os estratos superiores e mais expostos à radiação solar. Segundo BAWA *et al.* (1985) em uma floresta os polinizadores, incluindo as abelhas, movimentam-se muito de um estrato para outro, mas segundo ROUBIK (1989, 1993), parece não haver uma correlação forte entre altura de forrageamento e altura de nidificação.

OLIVEIRA & CAMPOS (1996) amostraram a fauna de abelhas Euglossina de duas florestas nas áreas do PDBFF, ao nível do sub-bosque e a 10-12 m de altura. A abundância total de abelhas e a diversidade (H') foram significativamente maiores na altura mais elevada. Algumas espécies foram coletadas mais em uma altura do que outra. Contudo, não houve grande diferença entre as duas alturas em relação à riqueza.

Considerando separadamente apenas as espécies com maior amostragem, os resultados do presente trabalho mostram que, de modo geral, não houve alteração dos padrões de preferência por altura de nidificação. A altura em que os ninhos dessas espécies foram fundados, independe do ambiente ser um fragmento ou uma floresta contínua. Contudo, a análise conjunta dos ninhos de vespas, diferentemente das abelhas, mostrou que a fragmentação pode alterar o padrão de estratificação, em relação à nidificação.

A maioria das espécies nidificou, com maior abundância, em alturas acima do sub-bosque. Estudos que procuram caracterizar a estrutura das comunidades desses Aculeata em florestas tropicais devem, portanto, considerar também uma amostragem nos estratos superiores ao sub-bosque.

AGRADECIMENTOS. Ao Dr. Fernando A. Silveira (Universidade Federal de Minas Gerais) e Dr. Yves Basset (Smithsonian Tropical Research Institute) pela revisão do Abstract. Ao segundo, também pelas discussões sobre ecologia de dossel. Este estudo foi parcialmente financiado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e pelo Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) e representa a publicação número 353 da série técnica do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSET, Y.; H.-P. ABERLENC & G. DELVARE. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. **Ecol. Entomol.** 17: 310-318.
- BASSET, Y.; N.D. SPRINGATE; H.P. ABERLENC & G. DELVARE. 1997. A review of methods for sampling arthropods in tree canopies, p. 27-52. *In*: N.E. STORK; J. ADIS & R.K. DIDHAM (Eds). **Canopy arthropods**. London, Chapman & Hall, 567p.
- BAWA, K.S.; S.H. BULLOCK; D.R. PERRY; R.E. COVILLE & M.H. GRAYUM. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. **Amer. Jour. Bot.** 72 (3): 346-356.
- BECCALONI, G.W. 1997. Vertical stratification of ithomiine butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae) mimicry complexes: the relationships between adult flight height and larval host-plant height. **Biol. Jour. Linnean Soc.** 62: 313-341.
- BIERREGAARD JR.; R.D. & T. LOVEJOY. 1988. Birds in Amazonian forest fragments: effects of insularization, p. 1564-1579. *In*: H. QUELLET (Ed.). **Acta XIX Cong. Int. Ornith.** Ottawa, Univ. Ottawa Press, 1409p.
- BROWN, J.L.; S. VERGO; E. F. CONNOR & M.S. NUCKOLS. 1997. Causes of vertical stratification in the density of *Cameraria hamadryadella*. **Ecol. Entomol.** 22: 16-25.
- CAMARGO, J.L.C. & V. KAPOS. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. **Jour. Trop. Ecol.** 11: 205-221.
- COLLINS, J.A. & D.T. JENNINGS. 1987. Nesting height preferences of Eumenid wasps (Hymenoptera: Eumenidae) that prey on spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.** 80: 435-438.

- DEVRIES, P.J.; D. MURRAY & R. LANDE. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rain forest. **Biol. Jour. Linnean Soc.** **62**: 343-364.
- DOWDY, W.W. 1951. Further ecological studies on stratification of the Arthropoda. **Ecology** **32** (1): 37-52.
- ERWIN, T.L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. **Coleopt. Bull.** **36** (1): 74-75.
- . 1983. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging, p. 59-75. *In*: S.L. SUTTON; T.C. WHITMORE & A.C. CHADWICK (Ed.). **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell Scientific, 498p.
- FISK, F.W. 1983. Abundance and diversity of arboreal Blattaria in moist tropical forests of the Panama canal area and Costa Rica. **Trans. Amer. Ent. Soc.** **108**: 479-489.
- FRANKIE, G.W. & R. COVILLE. 1979. An experimental study on the foraging behavior of selected solitary bee species in the Costa Rican dry forest (Hymenoptera: Apoidea). **Jour. Kansas Entomol. Soc.** **52** (3): 591-602.
- FRANKIE, G.W.; S.B. VINSON; L.E. NEWSTROM & J.F. BARTHELL. 1988. Nest site and habitat preferences of *Centris* bees in Costa Rican dry forest. **Biotropica** **20** (4): 301-310.
- FRANKLIN, E.N.; H.O.R. SCHUBART & J.U. ADIS. 1997. Ácaros (Acari: Oribatida) edáficos de duas florestas inundáveis da Amazônia Central: distribuição vertical, abundância e recolonização do solo após a inundação. **Rev. Brasil. Biol.** **57** (3): 501-520.
- FYE, R.E. 1965. Methods for placing wasp trap nests in elevated locations. **Jour. Economic Entomol.** **58**: 803-804.
- GARRISON, R.W. & M.R. WILLIG. 1996. Arboreal invertebrates, p. 183-245. *In*: D.P. REAGAN & R.B. WAIDE (Ed.). **The food web of a tropical rain forest**. Chicago, Univ. Chicago Press, 616p.
- GUMBERT, A. & J. KUNZE. 1999. Inflorescence height affects visitation behavior of bees – a case study of an aquatic plant community in Bolivia. **Biotropica** **31** (3): 466-477.
- HARADA, A.Y. & A.G. BANDEIRA. 1994. Abundância e estratificação de invertebrados em solo argiloso sob floresta e plantios arbóreos na Amazônia Central, durante a estação seca. **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, sér. Zool.** **10** (2): 235-251.
- HENDERSON, A.; G. GALEANO & R. BERNAL. 1995. **Field guide to the palms of the Americas**. New Jersey, Princeton Univ. Press, 353p.
- KROMBEIN, K. V. 1967. **Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates**. Washington, D.C., Smithsonian Press, 569p.
- LAPOINTE, S.L.; M.S. SERRANO & P.G. JONES. 1998. Microgeographic and vertical distribution of *Acromyrmex landolti* (Hymenoptera: Formicidae) nests in a Neotropical savanna. **Environ. Entomol.** **27** (3): 636-641.
- MALCOM, J. 1997. Insect biomass in Amazonian forest fragments, p. 510-533. *In*: N.E. STORK; J. ADIS & R.K. DIDHAM (Eds). **Canopy arthropods**. London, Chapman & Hall, 567p.
- MORATO, E.F.; M.V.B. GARCIA & L.A. DE O. CAMPOS. 1999. Biologia de *Centris* Fabricius (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** **16** (4): 1213-1222.
- MORATO, E.F. & L.A. DE O. CAMPOS. 2000. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** **17** (2): 429-444.
- NADKARNI, N.M. & G.G. PARKER. 1994. A profile of forest canopy science and scientists – who we are, what we want to know, and obstacles we face: results of an international survey. **Selbyana** **15** (2): 38-50.
- NADKARNI, N.M. & J.T. LONGINO. 1990. Invertebrates in canopy and ground organic matter in a neotropical montane forest, Costa Rica. **Biotropica** **22** (3): 286-289.
- OLIVEIRA, M.L. DE & L.A. DE O. CAMPOS. 1996. Preferência por estratos florestais e por substâncias odoríferas em abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). **Revta bras. Zool.** **13** (4): 1075-1085.

- PFEIFFER, W.J. 1996. Arboreal arachnids, p. 247-271. In: D.P. REAGAN & R.B. WAIDE (Ed.). **The food web of a tropical rain forest**. Chicago, Univ. Chicago Press, 616p.
- RAMÍREZ, N. 1993. Estratificación de los sistemas de polinización en un arbustal de la Guayana Venezolana. **Rev. Biol. Trop.** **41** (3): 471-481.
- REES, C.J.C. 1983. Microclimate and the flying Hemiptera fauna of a primary lowland rain forest in Sulawesi, p. 121-136. In: S.L. SUTTON; T.C. WHITMORE & A.C. CHADWICK (Eds). **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell Scientific, 498p.
- RICHARDS, P.W. 1983. The three-dimensional structure of tropical rain forest, p. 3-10. In: S.L. SUTTON; T.C. WHITMORE & A.C. CHADWICK (Eds). **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell Scientific, 498p.
- ROUBIK, D. W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 514p.
- . 1993. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum "preferences". **Jour. Insect Behav.** **6** (6): 659-673.
- ROUBIK, D.W.; J.D. ACKERMAN; C. COPENHAVER & B.H. SMITH. 1982. Stratum, tree, and flower selection by tropical bees: implications for the reproductive biology of outcrossing *Cochlospermum vitifolium* in Panama. **Ecology** **63** (3): 712-720.
- ROUBIK, D.W.; T. INOUE & A.A. HAMID. 1995. Canopy foraging by two tropical honeybees: bee height fidelity and tree genetic neighborhoods. **Tropics** **5** (1/2): 81-93.
- RUSSELL-SMITH, A. & N.E. STORK. 1995. Composition of spider communities in the canopies of rainforest trees in Borneo. **Jour. of Trop. Ecol.** **11**: 223-235.
- SCHAL, C. & W.J. BELL. 1986. Vertical community structure and resource utilization in neotropical forest cockroaches. **Ecol. Entomol.** **11**: 411-423.
- SIEGEL, S. & N.J. CASTELLAN JR. 1988. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. New York, McGraw-Hill, 2nd ed., 399p.
- SMITH, A.P. 1973. Stratification of temperate and tropical forests. **Amer. Nat.** **107** (957): 671-683.
- SUTTON, S.L. 1983. The spatial distribution of flying insects in tropical rain forests, p. 77-91. In: S.L. SUTTON; T.C. WHITMORE & A.C. CHADWICK (eds). **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell Scientific, 498p.
- SUTTON, S.L. & P.J. HUDSON. 1980. The vertical distribution of small flying insects in the lowland rain forest of Zaïre. **Zool. Jour. Linnean Soc.** **68**: 111-123.
- SUTTON, S.L.; C.P.J. ASH & A. GRUNDY. 1983. The vertical distribution of flying insects in lowland rain-forests of Panama, Papua New Guinea and Brunei. **Zool. Jour. Linnean Soc.** **78**: 287-297.
- TIDON-SKLORZ, R. & F. DE M. SENE. 1992. Vertical and temporal distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) species in a wooded area in the State of São Paulo, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** **52** (2): 311-317.
- TURNBULL, A.L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). **Ann. Rev. Entomol.** **18**: 305-348.
- WIENS, J.A. 1976. Population responses to patchy environments. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** **7**: 81-120.
- WISHEU, I.C. 1998. How organisms partition habitats: different types of community organization can produce identical patterns. **Oikos** **83**: 246-258.
- WOLDA, H. & D.W. ROUBIK. 1986. Nocturnal bee abundance and seasonal bee activity in a Panamanian forest. **Ecology** **67**: 426-433.