

A RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES SÃO MAIORES NO ACÚMULO DE SERAPILHEIRA DE RAÍZES TABULARES?

Wagner Rodrigues da Silva

1. INTRODUÇÃO

Raízes tabulares são extensões aéreas e achatadas do sistema radicular e estão presentes em 12-35% das árvores de florestas tropicais (Chapman *et al.*, 1998). Alguns estudos discutem a importância ecológica dessas estruturas (*e.g.* Chapman *et al.*, 1998, Woodcock *et al.*, 2000). A área delimitada pelas raízes tabulares, na base do tronco das árvores, forma um micro-habitat peculiar, possibilitando um maior acúmulo de serapilheira e fornecendo um micro-ambiente mais úmido e estruturalmente complexo quando comparado ao do solo adjacente da floresta (Gill, 1969; Voris, 1977; Stanton, 1979; Levings & Windsor, 1984; Cabanillas & Castellón, 1999).

Na floresta amazônica de terra firme, espécies de árvores com raízes tabulares abrigam um número maior de dípteros, como *Lutzomyia umbratilis* (Diptera: Psychodidae), do que as espécies com caules cilíndricos simples (Cabanillas & Castellón, 1999). Algumas espécies de lagartos, como *Cnemaspis kandianus* (Gekkonidae), especializaram-se nesse micro-habitat, e outras espécies, como *Cyrtodactylus malayanus* (Gekkonidae), são mais abundantes nesse micro-ambiente do que no chão da floresta (Voris, 1977).

A principal previsão deste estudo é a de que no micro-habitat entre as raízes tabulares de árvores amazônicas há uma maior profundidade da serapilheira, maior umidade e menor luminosidade quando comparado ao chão da mata adjacente, como demonstrado em árvores com raízes tabulares numa floresta tropical na Indonésia (Voris, 1977). Diante dessas condições ambientais, esperava que os artrópodes fossem mais abundantes e diversos nesse acúmulo de folhas formado entre as raízes tabulares.

Portanto, averigüei se a riqueza e abundância de artrópodes de serapilheira são maiores no micro-habitat formado pelas raízes tabulares quando comparada à do solo adjacente da floresta. Adicionalmente, investiguei a influência de variáveis ambientais, como profundidade e quantidade da serapilheira, profundidade da camada de raízes, luminosidade e umidade, sobre a riqueza e abundância da comunidade de artrópodes desses ambientes. Analisei também a eficiência de coleta de artrópodes do extrator de Winkler aplicado num período de 24 h.

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Realizei este estudo em floresta de 'terra firme' na Reserva do Km 41, área de estudo do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), localizada a aproximadamente 80 km a noroeste de Manaus, Amazônia Central. Amostrei em ambiente de platô, onde árvores com

raízes tabulares são mais abundantes (Cabanillas & Castellón, 1999).

2.2. COLETA DE DADOS

Realizei a coleta de dados em dois transectos de aproximadamente 1200 m de comprimento dispostos ao longo de duas trilhas em meio à mata contínua, distantes entre si cerca de 500 m. Amostrei pareadamente 24 parcelas de 0,5 x 0,5 m², sendo 12 no acúmulo de folhas formado entre as raízes tabulares de diferentes árvores (196±130 cm de DAP) e 12 na serapilheira adjacente. Estabeleci uma parcela entre as raízes tabulares e uma outra correspondente no chão da mata, na direção da bissetriz do ângulo formado entre essas raízes e a 3 m da base do tronco da árvore amostrada. Não utilizei árvores com menos de 5 m de distância entre si, a fim de evitar efeitos de perturbação na amostragem. Ajustei a disposição da parcela na base do tronco de acordo com a configuração das raízes tabulares, de forma a permitir o melhor encaixe possível entre as parcelas e a área a ser amostrada e delimitar perimetralmente cada parcela com quatro estacas de madeira.

Antes da remoção da serapilheira, medi a luminosidade, a altura da camada de folhas e da camada de raízes em cinco pontos da parcela: a 10 cm de cada canto e no centro. Tomei as medidas da camada de raízes com régua (1 mm) e da camada de folhas, inserindo um palito de churrasco na serapilheira; para cada um dos cinco pontos, contei o número de folhas que o palito atravessou. Medi a luminosidade com um luxímetro e a umidade da serapilheira, com base na diferença entre o peso das folhas antes e depois de desidratação dividida pelo peso inicial (umidade = peso úmido + peso seco/ peso úmido).

Para a coleta dos artrópodes, utilizei o extrator de Winkler, um método desenvolvido originalmente para determinar a abundância e composição de coleópteros de chão da mata, mas que é eficiente na coleta de outros grupos artrópodes de serapilheira (Agosti *et al.*, 2000). Essencialmente, esse método consiste em peneirar a serapilheira e o material que passa pela peneira (malha de 2cm) é acondicionando em sacos de pano, os quais devem permanecer pendurados por 24-48 h. Os indivíduos coletados, ao migrarem no sentido da força gravitacional, caem dentro de copos plásticos contendo álcool 70% (Agosti *et al.*, 2000). A partir da separação da camada de folhas produzida pela peneira de Winkler, classifiquei a serapilheira em micro-serapilheira, aquela que passa pela peneira e é submetida posteriormente aos extratores, e macro-serapilheira, aquela que não passa pela malha da peneira. Considero essa divisão porque, apesar dessas duas classes de serapilheira não estarem segregadas no ambiente, constituem ambientes diferenciados

principalmente quanto ao tamanho e grau de decomposição das folhas.

A eficiência do extrator de Winkler depende do tempo de permanência dos extratores (24 ou 48 h), da movimentação dos artrópodes e do grau de umidade da serapilheira (Agosti *et. al.*, 2000). Neste estudo, deixei os extratores em atividade por 24 h e as folhas estavam muito úmidas. Nessas condições, resolvi avaliar a eficiência do extrator de Winkler realizando um esforço amostral, que consistia em uma coleta manual dos artrópodes nas 24 amostras de micro-serapilheira submetidas aos extratores. Para isso triei em uma bandeja branca o material peneirado de cada amostra por um período de 10 min. A partir do número de indivíduos encontrados nessa coleta manual, calculei a proporção de artrópodes que o extrator de Winkler não extraiu das amostras. Em laboratório, fiz a triagem e contagem dos artrópodes com auxílio de um estereomicroscópio, identificando os indivíduos a nível

taxonômico de ordem ou família.

2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a comparação da riqueza e abundância dos artrópodes entre os dois micro-habitats amostrados (raízes tabulares e chão de mata adjacente) e para avaliar os efeitos e interações das variáveis ambientais sobre a riqueza e abundância, utilizei uma análise de covariância (ANCOVA). Para investigar se havia diferenças entre as variáveis ambientais desses micro-habitats, utilizei um teste t pareado. Para testar se a quantidade de micro-serapilheira interfere na eficiência de coleta do extrator de Winkler, analisei se havia uma correlação entre o peso da micro-serapilheira e o número de indivíduos não capturados pelo extrator de Winkler com o teste correlação de Pearson. Empreguei todos os testes de acordo com Zar (1984).

Tabela 1: Frequência de ocorrência de táxons de artrópodes amostrados no acúmulo de folhas de raízes tabulares (n=12 amostras) e no chão da mata adjacente (n=12 amostras) em ambiente de platô em uma floresta de terra firme, Reserva do Km 41, Amazônia Central.

Táxon	Raiz tabular	Frequência de ocorrência	Abundância	Chão da mata	Frequência de ocorrência	Abundância
Crustacea						
Isopoda	3	4		1	1	
Myriapoda						
Chilopoda	1	1		0	0	
Diplopoda	7	13		5	6	
Arachnida						
Araneae	3	3		4	4	
Pseudoscorpiones	8	11		2	3	
Opiliones	3	3		2	3	
Ricinulei	2	3		0	0	
Acari	3	4		9	11	
Insecta						
Hymenoptera (Formicidae)	19	68		15	71	
Coleoptera	17	21		13	20	
Thysanoptera	2	2		0	0	
Blattodea	2	3		1	1	
Diptera	2	3		3	2	
Isoptera	1	1		0	0	
Dermaptera	1	1		2	3	
Hemiptera	0	0		3	3	
Collembola	1	1		0	0	

Tabela 2: Comparação de variáveis ambientais entre os micro-habitats raiz tabular e chão da mata adjacente em floresta de terra firme da Amazônia Central. Nos micro-habitats, os números correspondem à média e desvio padrão; as letras "t" e "p" se referem ao valor observado do teste t pareado e probabilidade de significância, respectivamente.

Variáveis ambientais	Micro-habitat		Valor de t (p)
	Raiz tabular	Chão da mata	
Luminosidade (lux)	126,3±53,9	198,2±151	1,8 (0,099)
Profundidade da macro-serapilheira (cm)	2,0±0,6	1,8±0,6	1,4 (0,185)
Peso seco da micro-serapilheira (g)	57,3±66,5	27,7±16,5	1,4 (0,179)
Umidade da micro-serapilheira (g)	0,5±0,2	0,5±0,2	0,2 (0,807)
Peso seco da macro-serapilheira (g)	189,2±126,8	99,2±34,2	2,9 (0,013)
Umidade da macro-serapilheira (g)	0,5±0,15	0,5±0,15	0,6 (0,622)
Profundidade da camada de raízes (cm)	9,6±3,9	3,2±1,6	6,3 (<0,001)

3. RESULTADOS

Amostrei um total de 307 artrópodes, 181 no acúmulo de folhas entre as raízes tabulares e 126 na serapilheira do chão da mata adjacente. Em ambos micro-habitats há a presença de crustáceos, miriápodos, aracnídeos e diferentes grupos de insetos (Tabela 1). Dentre todas as variáveis ambientais analisadas, apenas peso seco da macro-serapilheira e profundidade da camada de raízes difere entre os micro-habitats (Tabela 2). Portanto, há de fato um acúmulo de folhas entre as raízes tabulares, porém esse acúmulo não abriga

uma maior riqueza e abundância de artrópodes que a serapilheira do chão da mata adjacente (Tabela 3).

Nenhuma das variáveis ambientais analisadas influencia a riqueza e abundância de artrópodes nos micro-habitats raiz tabular e chão da mata, sejam estas variáveis isoladas ou atuando em interação com o ambiente (Tabela 3). Portanto, não há uma diferença entre os micro-habitats quanto à intensidade dos efeitos das variáveis ambientais sobre a riqueza e abundância dos artrópodes (Tabela 3; Figuras 1, 2, 3 e 4).

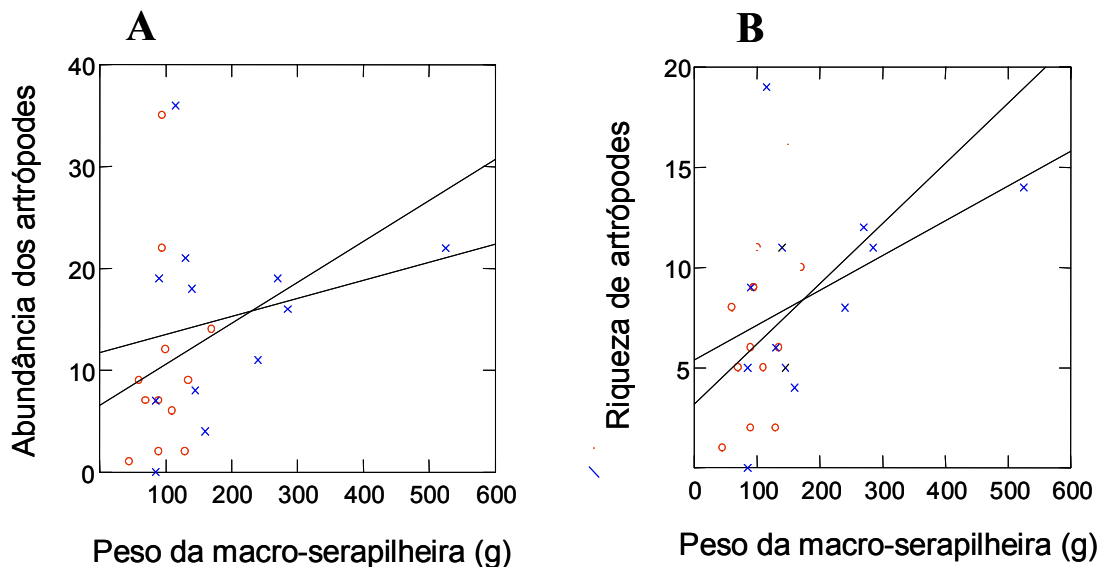


Figura 1: Influência do peso seco da macro-serapilheira sobre a abundância (A) e riqueza (B) dos artrópodes nos micro-habitats raiz tabular (x) e chão da mata (o) em uma floresta de terra firme da Amazônia Central.

Tabela 3: Resultados da análise de covariância (ANCOVA) sobre as interações entre abundância e riqueza dos artrópodes, variáveis ambientais e micro-habitats. As letras “F” e “p” se referem ao valor observado da ANCOVA e probabilidade de significância, respectivamente.

Variáveis ambientais	Abundância		Riqueza	
	F	p	F	p
Micro-habitat	0,004	0,953	0,189	0,687
Peso da macro-serapilheira	0,433	0,529	1,485	0,239
Peso da micro-serapilheira	0,475	0,499	4,104	0,06
Micro-habitat*macro-serapilheira	0,013	0,911	0,069	0,795
Micro-habitat*micro-serapilheira	0,693	0,415	3,54	0,078
Umidade da macro-serapilheira	0,075	0,787	0,003	0,957
Umidade da micro-serapilheira	0,011	0,917	0,167	0,687
Micro-habitat*umidade da macro-serapilheira	0,044	0,835	0,155	0,698
Micro-habitat *umidade da micro-serapilheira	0,222	0,643	0,742	0,399

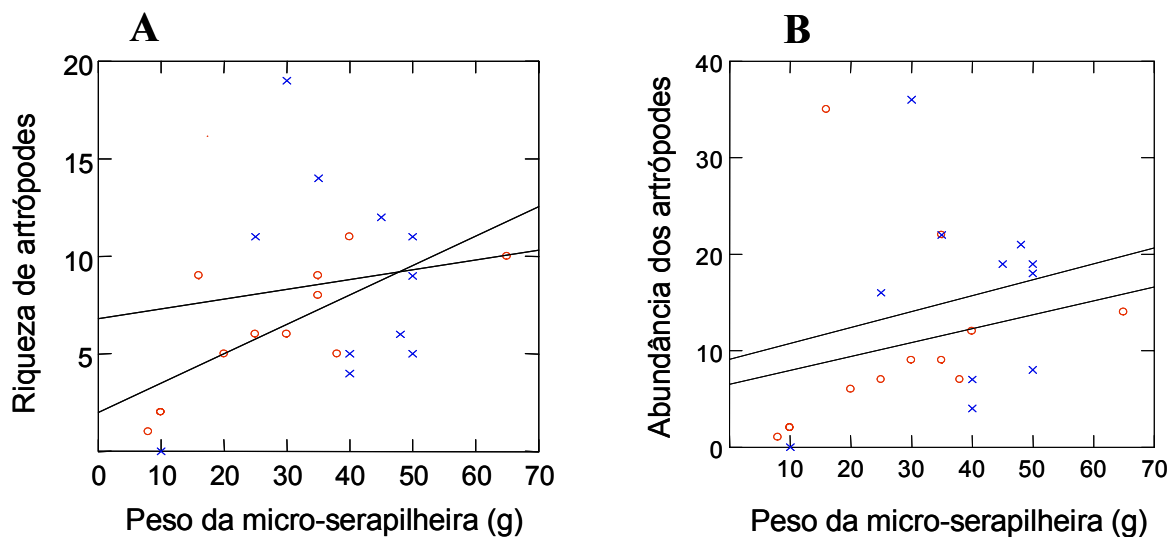


Figura 2: Influência do peso seco da micro-serapilheira sobre a riqueza (A) e abundância (B) dos artrópodes nos micro-habitats raiz tabular (x) e chão da mata (o) em uma floresta de terra firme da Amazônia Central.

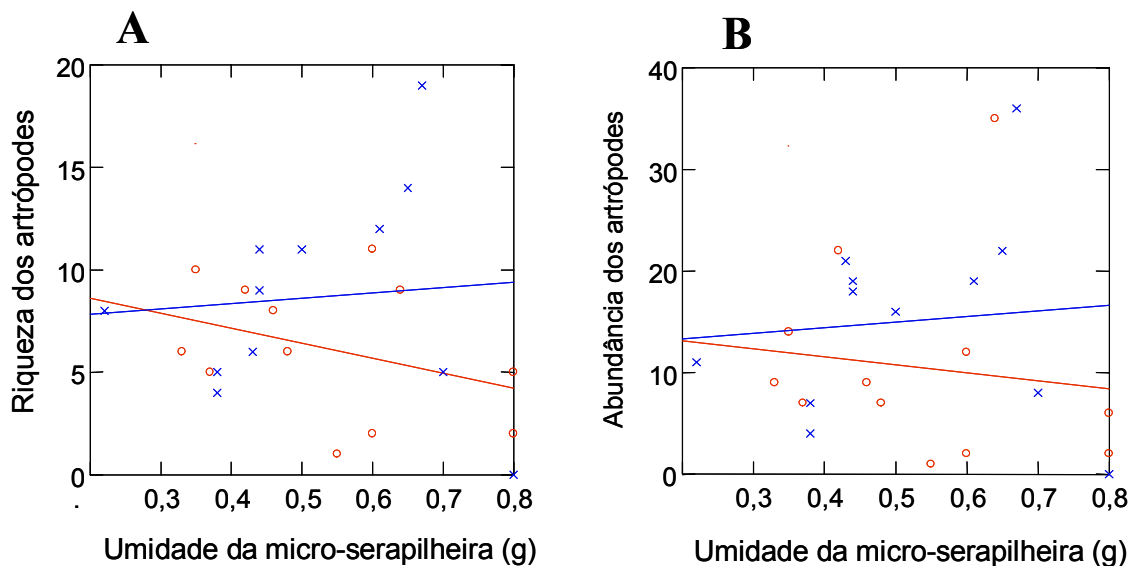


Figura 3: Influência da umidade da micro-serapilheira sobre a riqueza (A) e abundância (B) dos artrópodes nos micro-habitats raiz tabular (x) e chão da mata (o) em uma floresta de terra firme da Amazônia Central.

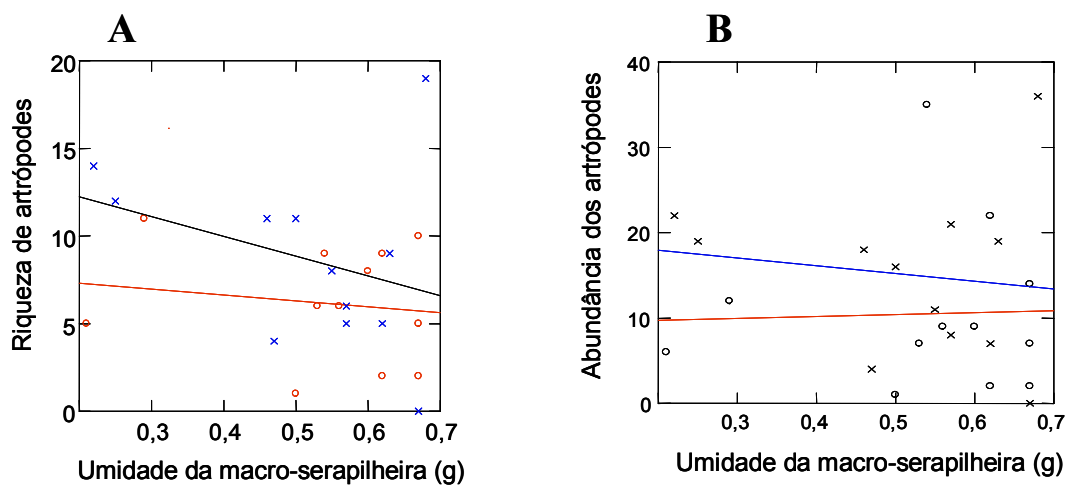


Figura 4: Influência da umidade da macro-serapilheira sobre a riqueza (A) e abundância (B) dos artrópodes nos micro-habitats raiz tabular (x) e chão da mata (o) em uma floresta de terra firme da Amazônia Central.

Na avaliação da eficiência do extrator de Winkler, encontrei que dos 307 artrópodes amostrados, 123 (40%) não foram coletados pelos extratores e sim pelo esforço de coleta manual. Portanto, o extrator de Winkler apresentou, neste estudo, uma eficiência de coleta de artrópodes de 60% para um período de 24 h. Não houve uma correlação entre o número de indivíduos não coletados pelo extrator de Winkler e o peso da micro-serapilheira ($r=0,203$; $n=24$; $p=0,341$).

4. DISCUSSÃO

No acúmulo de folhas formado na zona radicular da palmeira amazônica *Astrocaryum sociale*, a abundância e riqueza de diferentes grupos de artrópodes, como Formicidae, Blattodea, Coleoptera, Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones e Ricinulei são maiores quando comparado à abundância e riqueza da serapilheira adjacente (Vasconcelos, 1990). Segundo o autor, a maior profundidade da serapilheira na zona radicular da palmeira seria o fator responsável por esse efeito (Vasconcelos, 1990). Em outros estudos, atribuiu-se a maior abundância e riqueza de lagartos e dípteros no acúmulo de folhas entre raízes tabulares ao efeito da maior profundidade e umidade da serapilheira nesses ambientes (Voris, 1977; Cabanillas & Castellón, 1999). O aumento na profundidade da serapilheira provavelmente aumenta a riqueza e abundância de artrópodes devido à maior estratificação vertical quanto aos estágios de decomposição foliar, o que possibilita a coexistência de um número maior de espécies (Gill, 1969; Anderson, 1978; Stanton, 1979; Bultman & Uetz, 1982).

Ao contrário dos resultados obtidos previamente em outros estudos (e.g. Voris, 1977; Cabanillas & Castellón, 1999), não encontrei nenhuma diferença na profundidade e umidade da serapilheira e luminosidade entre os micro-habitats raiz tabular e chão da mata. O peso da macro-serapilheira e profundidade da camada de raízes foram as únicas variáveis ambientais que diferiram entre esses micro-habitats. A princípio não posso atribuir essa semelhança geral nas condições ambientais como o fator responsável pela ausência de uma diferença na abundância e riqueza observada entre esses ambientes, pois não houve interação entre as variáveis ambientais analisadas neste estudo e a abundância e riqueza da comunidade de artrópodes. Portanto, as características da serapilheira, como quantidade, profundidade e umidade, apontadas como fatores determinantes da abundância e riqueza de comunidades de artrópodes (Gill, 1969; Stanton, 1979; Levings & Windsor, 1984; Hasegawa, 2001), parecem não influenciar a comunidade de artrópodes nos ambientes amostrados deste estudo.

Apesar da profundidade da camada de raízes não ter influenciado a riqueza e abundância de artrópodes de serapilheira, sugiro que em estudos futuros a camada de raízes seja amostrada juntamente com a camada de folhas, pois nesse micro-ambiente deve haver uma fauna associada que pode potencialmente ser mais abundante e diversa nas raízes tabulares.

A semelhança generalizada nas variáveis ambientais e bióticas encontrada entre a raiz tabular e chão da mata pode ser resultante de algumas insuficiências na quantificação das características ambientais e no nível de identificação dos artrópodes. Considero a precisão das medidas de luminosidade e profundidade da serapilheira como altamente insatisfatórias, pois a primeira varia instantaneamente e quanto à última, o número de folhas atravessadas pelo palito de churrasco provavelmente não correspondeu à profundidade real da serapilheira, principalmente no acúmulo de folhas entre as raízes tabulares, onde notei que havia uma maior estratificação vertical quanto ao grau de decomposição foliar, corroborando o padrão observado por Anderson (1978). Especialmente entre as raízes tabulares, eu não conseguia individualizar e contar as folhas em estágio avançado de decomposição.

Quanto à comunidade de artrópodes, talvez fosse possível encontrar diferenças na riqueza entre a raiz tabular e chão da mata adjacente se os indivíduos fossem identificados em um nível taxonômico mais baixo (e.g. gênero), pois possibilitaria uma análise mais refinada da composição da fauna desses ambientes. Sabe-se que a riqueza de diferentes grupos de artrópodes é afetada de maneira distinta pelas características micro-climáticas e estruturais (e.g. profundidade) da serapilheira (Hasegawa, 2001).

Neste estudo, se eu tivesse limitado a coleta de artrópodes ao extrator de Winkler teria perdido 40% dos artrópodes encontrados. Portanto, o esforço amostral de coleta manual realizado posteriormente ao período de 24 h de coleta do extrator foi fundamental para aumentar a eficiência de amostragem. Dessa forma, recomendo que em ambientes de platô em floresta de terra firme, o extrator de Winkler deva permanecer em atividade de coleta por um período de pelo menos 48 h, com uma coleta manual complementar na micro-serapilheira posterior à desativação dos extratores.

Ao contrário da minha previsão inicial e dos resultados de alguns estudos prévios (Gill, 1969; Anderson, 1978; Stanton, 1979; Levings & Windsor, 1984; Hasegawa, 2001), a luminosidade, profundidade, umidade e quantidade da serapilheira e altura da camada de raízes não influenciam a riqueza e abundância da comunidade de artrópodes na área deste estudo. E, além disso, a riqueza e abundância dessa comunidade não diferem entre os micro-habitats raiz tabular e chão da mata adjacente. No entanto, pelo fato do acúmulo de folhas existente entre as raízes tabulares formar um micro-habitat potencialmente peculiar (Voris, 1977), sugiro que sejam feitos estudos mais detalhados considerando grupos de artrópodes mais abundantes (e.g. formigas) para averiguar se esse acúmulo de folhas tem efeito na abundância e riqueza desses artrópodes de serapilheira em ambiente de platô em floresta de terra firme, na Amazônia Central.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda equipe, professores e alunos desse curso, pois aprendi muito e adquirir experiências extremamente valiosas. Agradeço ao professor Glauco Machado pela ajuda

na coleta, triagem e identificação dos artrópodes. Ao professor Thiago Izzo pelo auxílio na triagem, identificação dos artrópodes e pela ajuda nas análises estatísticas. Ao professor Paulo De Marco pelo auxílio nas análises estatísticas e interpretação dos resultados. E, finalmente, parabéns o empenho e dedicação do Coordenador Glauco Machado em conduzir e orientar da melhor maneira possível o Curso Ecologia da Floresta Amazônica 2004.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agosti, D.; J.D. Majer; L.E. Alonso & T.R. Schultz. 2000. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Anderson, J.M. 1978. Inter and intra-habitat relationships between woodland cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats. *Oecologia*, 32: 341-348.
- Bultman, T.L. & G.W. Uetz. 1982. Abundance and community structure of forest floor spiders following litter manipulation. *Oecologia*, 55: 34-41.
- Cabanillas, M.R.S. & E.G. Castellón. 1999. Distribution of sandflies (Diptera: Psychodidae) on tree-trunks in a non-flooded area of the Ducke Forest Reserve, Manaus, AM, Brazil. *Mem. Inst. Osw. Cruz.*, 94: 289-296.
- Chapman, C.A.; L. Kaufman & L.J. Chapman. 1998. Buttress formation and directional stress experienced during critical phases of tree development. *J. Trop. Ecol.*, 14: 341-349.
- Gill, R.W. 1969. Soil microarthropod abundance following old-field litter manipulation. *Ecology*, 50: 805-816.
- Hasegawa, M. 2001. The relationship between the organic matter composition of a forest floor and the structure of a soil arthropod community. *Eur. J. Soil Biol.*, 37: 281 – 284.
- Levings, S.C. & D.M. Windsor. 1984. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica*, 16: 125-131.
- Stanton, N.L. 1979. Patterns of diversity in temperate and tropical litter mites. *Ecology*, 60: 295-304.
- Vasconcelos, H.L. 1990. Effects of litter collection by understory palms on the associated macroinvertebrate fauna in Central Amazonia. *Pedobiologia*, 34: 157-160.
- Voris, H.K. 1977. Comparison of herpetofaunal diversity in tree buttresses of evergreen tropical forests. *Herpetologica*, 33: 375-380.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Second edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Woodcock, D.W.; G. Santos & D. Taylor. 2000. The buttressed blue Marble tree: wood and growth characteristics of *Elaeocarpus angustifolius* (Elaeocarpaceae). *Ann. Bot.*, 85:1-6.