

Programa mínimo para análises de ecossistemas: Artrópodos terrestres em florestas inundáveis da Amazônia Central (*)

Joachim Adis (**)

Resumo

No campo da região de águas pretas (rio Tarumã-mirim) e no campo da região de águas brancas (rio Solimões), foram instalados desde janeiro de 1976: 28 armadilhas de solo, 4 fotoeclectores do solo e 13 fotoeclectores de árvore (Programa Mínimo para Análise de Ecossistemas: Grimm, Funke & Schauer mann, 1974). Nos fotoeclectores das árvores, capturamos até maio de 1976 no campo do Solimões 18.197 artrópodos e sapos. Foram dominantes as formigas (14.068 indivíduos = 77,31%) e dípteros (1.634 indivíduos = 8,98%). No campo do Tarumã-mirim capturamos durante o mesmo tempo 27.594 artrópodos e gastrópodos. Foram dominantes os pseudoescorpiões (7.942 indivíduos = 28,78%), pequenas aranhas (5.878 indivíduos = 21,30%) e formigas (5.422 indivíduos = 19,65%). No campo do Solimões falta a fauna do solo (porque não tem "litter") e só as grandes aranhas fazem migrações antes das enchentes. No campo do rio Tarumã-mirim temos 8 grupos de insetos que fazem migrações, principalmente a fauna do solo. As migrações feitas pelos insetos começam de 6 a 8 semanas ou na última semana antes das enchentes do campo.

INTRODUÇÃO

Os níveis da água do rio Solimões e do rio Negro variam durante o ano. Em Manaus a diferença entre o nível de enchente e o de vazante atinge até 15 metros. Durante a enchente, extensas regiões florestadas às margens dos rios são inundadas. A adaptação dos animais e a importância dos Artrópodos terrestres, no ecossistema "floresta inundável", são ainda insuficientemente conhecidas (Beck, 1971; Schaller, 1973).

Migrações horizontais e verticais que são dependentes de flutuações periódicas do nível de água foram estudadas apenas preliminarmente (Beck, 1968, 1972; Beck & Schubart, 1968; Irmiler, 1973, 1974).

As capturas com fotoeclectores de árvores (veja Figura 1) durante a enchente, permitiram as primeiras comparações sobre a fauna de Artrópodos terrestres de uma floresta inundável em água preta e em água branca.

ÁREA DE ESTUDO

A floresta de inundação na região de água preta (= igapó; compare Sioli, 1956) está situada no curso inferior do rio Tarumã-mirim, próximo a confluência com o rio Negro, aproxi-



Fig. 1 — Fotoeclector de árvore na área experimental do rio Tarumã-mirim.

(*) — As pesquisas foram realizadas durante uma bolsa para o exterior da Fundação de Estudos do Povo Alemão (Studienstiftung des Deutschen Volkes).

(**) — II. Zoologisches Institut der Universität Göttingen, Abtlg. Ökologie, Göttingen, Alemanha Oc. / Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil.

madamente a 20 km acima de Manaus. O solo rico em raízes está coberto por uma densa camada de folhas de 5 - 10 cm de espessura.

A floresta inundável na região de água branca (= várzea; compare Sioli, 1956) está situada na ilha do Curari, na margem direita do rio Solimões a cerca de 15 km acima da confluência do rio Negro com o Amazonas. Sobre o solo pobre em raízes (predominantemente sedimentação de substâncias inorgânicas em suspensão constituídas de quartzo, feldspatos e minerais argilosos) encontra-se uma camada de folhas, pouco espessa, aberta.

Uma descrição mais completa da topografia, geomorfologia e vegetação das áreas de estudo encontram-se em Irmler (1974).

MÉTODOS

Populações de Artrópodos terrestres, em Ecossistemas Florestais, podem ser inventariados por meio do uso combinado de três aparelhos de captura: O fotoelector de solo (Funke, 1971), a armadilha de solo (Adis, 1974) e o fotoelector de árvores (Funke, 1971). Este "programa mínimo para análise de ecossistemas" (Grimm Funke & Schauer mann, 1974) — desenvolvido durante o projeto I.B.P.-Solling na Alemanha (Ellenberg, 1971) — permite afirmações sobre inventário de espécies, estrutura de dominância, fenologia e abundância de Artrópodos.

Em dezembro de 1975 foram instalados, nas duas áreas experimentais, um total de 26 fotoelectores de árvores. Em cada área havia duas árvores com quatro fotoelectores, e uma árvore com cinco fotoelectores a uma altura de 4 m. As árvores escolhidas (distantes 10 m até 20 m) encontravam-se no local mais alto da área experimental (compare Irmler, 1974: $\hat{=}$ área 3).

Durante a fase seca (até 22.3.76) foram colocados mais quatro fotoelectores de solo e 28 armadilhas de solo em cada área.

Foi usado como líquido de captura, uma solução de ácido pícrico sem detergente (uma parte de solução de ácido pícrico saturado e três partes d'água). Durante experimentos no

campo e no laboratório esta solução mostrou-se quase sempre neutra para captura (Adis 1974, 1975). Semanalmente o líquido dos aparelhos foi trocado e o material coletado.

Até 22 de março 1976, as duas áreas experimentais ficaram secas. Durante a última semana de março com a enchente, a água chegou na base das árvores com os fotoelectores (inundação total da área), e no final de maio na borda interior do funil dos fotoelectores de árvores.

Até agora foram avaliadas as capturas dos fotoelectores de árvores (janeiro até maio 1976) das duas áreas experimentais. Os dados obtidos permitem afirmações comparativas sobre o inventário de espécies, a estrutura de dominância, a ascensão no tronco, a densidade de população na área do tronco e sobre os tipos de migração durante a enchente.

Até agora não foram ainda avaliados: Proturas, Colêmbolas, Tisanópteros, larvas de Coleópteros, Ácaros e larvas de Dípteros.

RESULTADOS

INVENTÁRIO DE ESPÉCIES / ESTRUTURA DE DOMINÂNCIA

Na área experimental do rio Solimões foram capturados de janeiro até maio 1976 (região de água branca) um total de 18.197 Artrópodos e Sapos nos fotoelectores de árvores (veja tabela I).

São dominantes: Formigas (14.068 Ind. = 77,31%) e Dípteros (1.634 Ind. = 8,98%).

São menos freqüentes: Coleópteros, Aranhas grandes, pequenas Saltatórias e larvas de Blatídeos (1,10 — 3,60%).

Os 13 grupos restantes aparecem esporadicamente (0,06 — 0,47%).

Na área experimental do rio Tarumã-mirim (região de água preta) foram capturados no mesmo período um total de 27.594 Artrópodos e Gastrópodos (veja tabela I).

Três grupos são dominantes: Pseudoescorpiões (7.942 Ind. = 28,78%), pequenas Aranhas (5.878 Ind. = 21,30%) e Formigas (5.422 Ind. = 19,65%). Nove grupos são menos fre-

TABELA I (*) — Capturas com fotoelectores de árvore: "estrutura de dominância" (janeiro - maio 1976); N = n.º de indivíduos.

Solimões			Tarumã-mirim				
	N	%		N	%		
1	Formicoidea	14.068	77,31	1	Pseudoscorp.	7.942	28,78
2	Diptera	1.634	8,98	2	Araneae peq.	5.878	21,30
3	Coleoptera	655	3,60	3	Formicoidea	5.422	19,65
4	Araneae peq.	608	3,34	4	Isopoda	1.497	5,43
5	Saltatoria	385	2,12	5	Homoptera lv.	1.032	3,74
6	Araneae grd.	239	1,31	6	Chilopoda	967	3,50
7	Blattidae lv.	200	1,10	7	Diptera	929	3,37
8	Homoptera lv.	85	0,47	8	Symphyla	877	3,18
9	Hymenoptera	71	0,39	9	Diplopoda	663	2,40
10	Mantidae	50	0,27	10	Araneae grd.	479	1,74
11	Hemiptera	38	0,21	11	Blattidae lv.	417	1,51
12	Lepidoptera ad.	32	0,18	12	Saltatoria	331	1,20
13	Blattidae ad.	15	0,08	13	Coleoptera	219	0,79
14	{ Ranidae	14	0,08	14	Psocoptera	146	0,53
	{ Pseudoscorp.			15	Hymenoptera	115	0,42
15	Apidae	13	0,07	16	Apidae	100	0,36
16	{ Lepidoptera lv.	12	0,06	17	Mantidae	97	0,35
	{ Psocoptera			18	Machilidae	93	0,34
17	{ Dermaptera	11	0,06	19	Hemiptera	66	0,24
	{ Homoptera ad.			20	Uropygi	65	0,24
18	outros	67	0,37	21	Lepidoptera lv.	36	0,13
				22	Homoptera ad.	33	0,12
				23	Embioptera	26	0,09
				24	Opiliones	22	0,08
				25	Lepidoptera ad.	19	0,07
				26	Blattidae ad.	18	0,06
				27	Gastropoda	10	0,04
				28	outros	95	0,34
	total	18.197	100,00		total	27.594	100,00

(*) — Dados preliminares.

qüentes: Isópodos, larvas de Homópteros, Quilópodos, Dípteros, Sífilos, Diplópodos, Aranhas grandes, larvas de Blatídeos e Saltatórias (1,20 — 5,43%).

Os 15 grupos restantes aparecem esporadicamente (0,04 — 0,79%).

Em total foram encontrados na região de água preta 26 grupos de Artrópodos e na região de água branca somente 19 grupos.

Na área experimental do rio Solimões a fauna típica do solo, quase não existe (veja tabela II). As Aranhas pequenas, que já foram capturadas deverão ser examinadas se são espécies que habitam as árvores ou não.

Na região de água branca não foram capturados Sífilos, Isópodos, Maquilídeos, Urópigos e Embiópteros.

TABELA II (*) — N.º de artrópodos capturados por meio de fotoelectores de árvore: "fauna do solo" (janeiro-maio 1976).

	Tarumã-mirim	Rio Solimões
Pseudoscorpionida	7942	14
Araneae peq.	5878	(608)
Isopoda	1497	/
Chilopoda	967	3
Symphyla	877	/
Diplopoda	663	12
Machilidae	93	/
Uropygi	65	/
Opiliones	22	1

(*) — Dados preliminares.

Concluindo os resultados até o momento, na região de água preta, a biomassa, o número de indivíduos e espécies, parece ser maior do que na região de água branca, o que contraria a hipótese de Janzen (1974), segundo a qual seria de se esperar uma comunidade reduzida de insetos nas regiões de água preta devido à alta taxa de toxinas nas folhas das plantas nesta região, que então não poderiam ser consumidas pelos animais.

ASCENSÃO NO TRONCO / DENSIDADE DE POPULAÇÃO NA ÁREA DO TRONCO

No início da enchente na área experimental do Tarumã-mirim, foi constatada uma evasão, para as árvores, de oito grupos de Artrópodos, principalmente os habitantes do solo

TABELA III (*) — Capturas com fotoelectores de árvore: "n.º de indivíduos por mês (janeiro-maio 1976) — Rio Solimões —"

	J	F	M	A	M
1 Formicoidea	6805	4743	1926	419	175
2 Diptera	463	275	506	176	214
3 Coleoptera	258	227	34	32	104
4 Araneae peq.	154	106	108	48	192
5 Saltatoria	100	86	136	31	32
6 Araneae grd.	46	45	109	21	18
7 Blattidae lv.	96	73	17	9	5
8 Homoptera lv.	49	28	4	3	1
9 Hymenoptera	25	25	13	/	8
10 Mantidae	41	5	2	/	2
11 Hemiptera	24	9	4	/	1
12 Lepidoptera ad.	6	1	1	/	24
13 Blattidae ad.	11	4	/	/	/
14 Ranidae	3	/	2	4	5
15 Pseudoscorp.	4	5	3	1	1
16 Apidae	12	/	/	/	1
17 Lepidoptera lv.	4	5	1	1	1
18 Psocoptera	4	4	4	/	/
19 Dermaptera	/	1	1	/	9
20 Homoptera ad.	5	2	/	1	3
(21) Staphylinidae	3	1	5	7	59
(22) Cerambycidae	4	18	3	4	1
(23) Curculionidae	7	5	2	2	1

(*) — Dados preliminares.

(veja tabela V A, tabela IV). Dos sete grupos, principalmente os voadores, a densidade de população na área do tronco foi estável até o fim de março, diminuindo muito depois (veja tabela V C, tabela IV).

Parece que Coleópteros e larvas de Lepidópteros surgem mais freqüentemente durante o período de seca (veja tabela V B, tabela IV).

Na área experimental do rio Solimões só as Aranhas grandes migram para as árvores (veja tabela V A, tabela II).

Parece que existe uma maior densidade de população na área do tronco durante o período de seca (veja tabela V B, tabela III).

TABELA IV (*) — Capturas com fotoelectores de árvore: "n.º de indivíduos por mês (janeiro-maio 1976) — Rio Tarumã-mirim —"

	J	F	M	A	M
1 Pseudoscorp.	196	1810	5087	253	596
2 Araneae peq.	137	223	4800	402	316
3 Formicoidea	1779	1523	1869	155	96
4 Isopoda	/	1	1402	91	3
5 Homoptera lv.	233	271	496	22	10
6 Chilopoda	73	93	654	47	100
7 Diptera	325	187	218	97	102
8 Symphyla	/	148	686	28	15
9 Diplopoda	129	71	194	222	47
10 Araneae grd.	67	104	244	29	35
11 Blattidae lv.	68	60	250	28	11
12 Saltatoria	124	86	102	14	5
13 Coleoptera	95	47	49	14	14
14 Psocoptera	54	22	21	35	14
15 Hymenoptera	41	17	50	4	3
16 Apidae	30	25	45	/	/
17 Mantidae	30	15	42	8	2
18 Machilidae	25	33	35	/	/
19 Hemiptera	17	11	30	4	4
20 Uropygi	12	6	47	/	/
21 Lepidoptera lv.	21	8	6	1	/
22 Homoptera ad.	10	8	8	2	5
23 Embioptera	4	5	12	3	2
24 Opiliones	3	1	5	13	/
25 Lepidoptera ad.	/	6	8	/	5
26 Blattidae ad	4	3	9	2	/
27 Gastropoda	2	1	6	1	/
(28) Curculionidae	62	/	/	/	/

(*) — Dados preliminares.

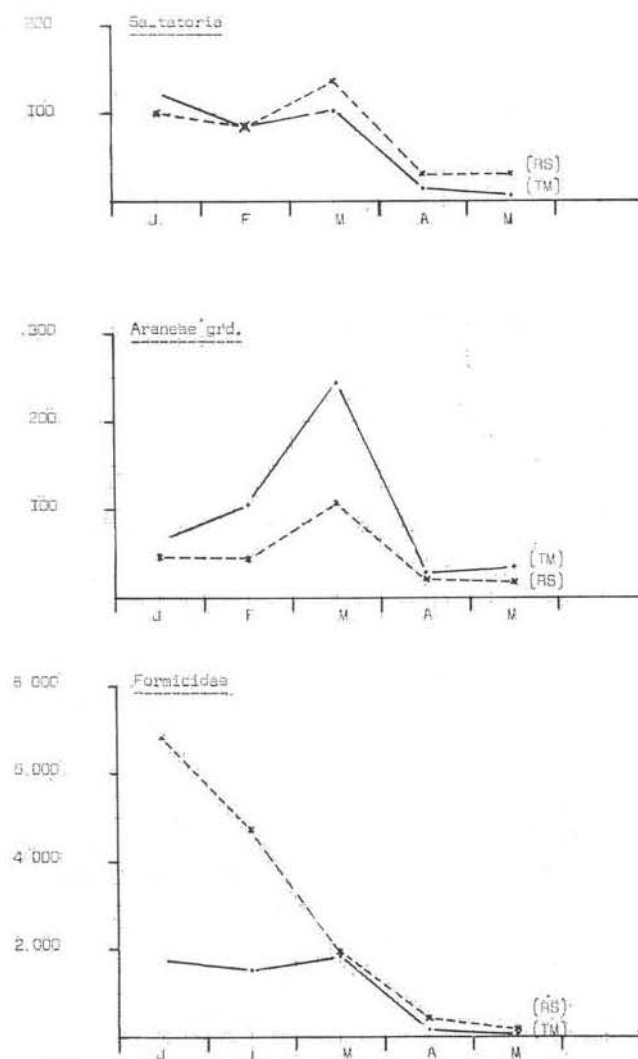


Fig. 2 — N.º de indivíduos coletados por mês (janeiro-maio 1976). Rio Solimões (RS), rio Tarumã-mirim (TM).

As populações da floresta inundável mostram assim três diferentes características:

1. Ascensão no tronco das árvores, da fauna do solo no início da enchente (ex.: Aranhas grandes, rio Solimões / rio Tarumã-mirim; veja fig. 2);
2. Maior densidade de população na área do tronco durante o período de seca; diminuição contínua do número de capturas durante a enchente (ex.: Formigas, rio Solimões; veja fig. 2);
3. Densidade de populações estáveis na área do tronco até a inundação da área expe-

rimental (março 1976); diminuição abrupta do número de capturas depois da inundação (ex.: Saltatórias, rio Solimões / rio Tarumã-mirim; veja fig. 2).

TIPOS DE MIGRAÇÃO

A migração dos Artrópodos, para as árvores, foi principalmente verificada no mês de março (veja tabela IV, veja fig. 2).

Na área experimental do rio Tarumã-mirim existem dois tipos de migração:

1. Os grupos de Artrópodos começam a migrar já quatro a seis semanas antes da inundação da área (veja tabela VI: tipo I, veja fig. 3: ex.: Pseudoscorpionídeos);

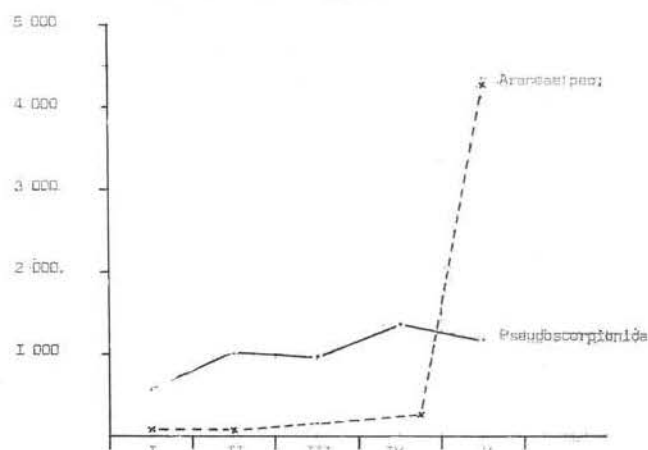
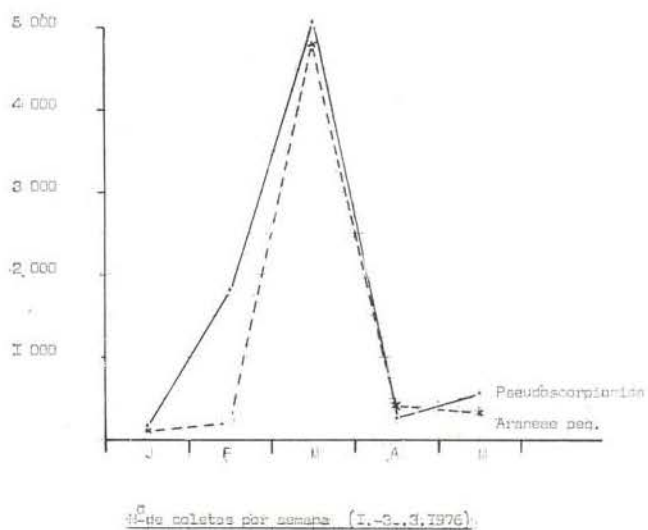


Fig. 3 — Rio Tarumã-mirim, n.º de indivíduos coletados por mês (janeiro-maio 1976).

TABELA V — Artrópodos capturados por meio de fotoelectores de árvore: Rio Solimões/Rio Tarumã-mirim (janeiro-maio 1976)

A migrantes		B população diminui até maio		C população estável até março, depois diminui	
RS	TM	RS	TM	RS	TM
Araneae grd.	Araneae grd.	Formicoidea	Coleoptera	Saltatoria	Saltatoria
	Pseudoscorp.	Blattidae lv.	Lepidoptera lv.		Formicoidea
	Araneae peq.	Homoptera lv.			Hymenoptera
	Isopoda	Mantidae			Apidae
	Chilopoda	Hemiptera			Mantidae
	Symphyla				Machilidae
	Blattidae lv.				Hemiptera
	Uropygi				

2. Os grupos de Artrópodos começam as migrações só pouco antes da inundação da área (veja tabela VI: tipo II, veja fig. 3: ex.: Aranhas grandes).

Além disso foi observado que dos Pseudoescorpiões, as pequenas espécies e ninfas jovens começam primeiro a migrar (veja tabela IV).

As espécies e ninfas maiores foram capturadas pela primeira vez cerca de duas a três semanas antes da inundação da área.

TABELA VI (*) — Artrópodos capturados por meio de fotoelectores de árvore: "migrações dos insetos" — Rio Tarumã-mirim — (março 1976)

tipo	n.º de artrópodos coletados por semana (1.-31.3.1976)				
	I	II	III	IV	V
I Pseudoscorp.	577	1008	976	1360	1166
I Chilopoda	80	76	128	156	214
I Symphyla	97	169	129	174	117
I Araneae grd.	23	63	31	43	84
II Araneae peq.	76	94	161	263	4260
II Isopoda	4	2	3	3	1390
II Diplopoda	13	15	26	19	121
II Uropygi	/	4	/	/	43

(*) — Dados preliminares.

DISCUSSÃO

Até agora os dados de capturas representam tendências, que só podem ser afirmadas depois de uma avaliação das capturas dos fotoelectores de solo e das armadilhas de solo. Afirmações finais sobre a fenologia e abundância dos grupos de Artrópodos, só podem ser

feitas depois de um ciclo anual. A diferença no inventário das espécies nas duas áreas experimentais, depende com grande probabilidade da ausência da densa e grossa camada de folhas sobre o solo nas florestas das margens do rio Solimões (compare Irmler, 1974). Além das Formigas, que eram dominantes, foram encontrados nesta área em grande quantidade Artrópodos ou larvas de Artrópodos voadores. Um número pequeno de indivíduos da fauna típica do solo (Dermápteros, Diplópodos, Quilópodos e Pseudoescorpiões) foi encontrado durante a coleta manual direta sob cascas de árvores mortas e caídas.

As Colêmbolas que não foram consideradas durante a avaliação até o momento, são (depois de feito um cálculo cuidadoso) duas até três vezes mais freqüentes do que as Formigas, na área experimental do rio Solimões e duas até três vezes mais freqüente na área experimental do rio Tarumã-mirim do que na do rio Solimões. Deve ser examinado se as Colêmbolas representam o principal alimento das Formigas e se assim pode ser explicado o baixo número de Colêmbolas do rio Solimões e o maior número de Formigas. A utilização de um novo tipo de fotoelector de árvore, deve fornecer esclarecimento sobre a descida no tronco dos grupos de Artrópodos no fim da fase de enchente. Investigações sobre a velocidade de colonização do solo vão ser realizadas principalmente na área experimental do rio Tarumã-mirim. Dentre outras investigações, deveria ser verificado o espectro de alimentação e principalmente o biótopo dos grupos e espécies de Artrópodos.

Para melhor se entender o funcionamento do ecossistema "Floresta Inundável", são absolutamente necessários trabalhos contínuos, sobre, por exemplo, a determinação da biomassa, produtividade e consumo de energia das espécies dominantes de Artrópodos.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Estudos do Povo Alemão (Studienstiftung des Deutschen Volkes), pela oportunidade de realizar a pesquisa; ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pelo apoio prestado em Manaus (Projeto OEA), bem como ao Conselho de Pesquisas Alemão (Deutsche Forschungsgemeinschaft), através do Projeto Prof. Dr. W. Funke.

Summary

Experiments have been conducted in a black-water region (rio Tarumã-mirim) and in a white-water region (rio Solimões) since January 1976. Each experimental area contained 28 pitfall-traps, 4 ground photo-electors and 13 arboreal photo-electors (Minimal program for an ecosystem-analysis: Grimm, Funke & Schauermann, 1974). In the Solimões area, the arboreal photo-electors have collected 18.197 arthropods and Anura up to May 1976. Formicoidea (14.068 = 77,31%) and Diptera (1.634 = 8,98%) have been dominant. In the rio Tarumã-mirim area 27.594 arthropods and Gastropoda have been collected during the same period. Pseudoscorpiones (7.942 = 28,28%), small Araneae (5.878 = 31,30%) and Formicoidea (5.422 = 19,65%) have been dominant. A lack of soil-fauna is found in the Solimões area, for there is no ground-litter, and only the big Araneae migrate before the rising water. The rio Tarumã-mirim area contained 8 groups of arthropods, particularly the soil-fauna, which migrate. Some arthropods migrate 6-8 weeks before the area is flooded, others wait until the last week prior to inundation.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADIS, J.
1974 — Bodenfallenfaenge in einem Buchenwald und ihr Aussagewert. Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen.
- ADIS, J. & KRAMER, E.
1975 — Formaldehyd-Loesung attrahiert Carabus problematicus (Coleoptera: Carabidae). — *Entomol. Germ.*, 2(2) : 121-125; Stuttgart.
- BECK, L.
1968 — Zum Jahreszeitlichen Massenwechsel zweier Oribatidenarten (Acari) im neotropischen Ueberschwemmungswald. — *Verh. dtsh. Zool. Ges.* : 535-540; Innsbruck.
1971 — Bodenzoologische Gliederung und Charakterisierung des amazonischen Regenwaldes. *Amazoniana*, 3:69-132; Kiel.
1972 — Der Einfluss der jahresperiodischen Ueberflutungen auf den Massenwechsel der Bodenarthropoden im zentralamazonischen Regenwaldgebiet. *Pedobiologia*, 2 : 133-148.
- BECK, L. & SCHUBART, H.
1968 — Zur Coleopterenfauna amazonischer Boeden. *Amazoniana*, 1:311-322; Kiel.
- ELLENBERG, H.
1971 — Integrated Experimental Ecology. — *Ecol. Studies*, 2:1-15; Berlin.
- FUNKE, W.
1971 — Food and Energy Turnover of Leaf-eating Insects and their Influence on Primary Production. *Ecol. Studies*, 2 : 81-93; Berlin.
- GRIMM, R.; FUNKE, W. & SCHAUERMANN, J.
1974 — Minimalprogramm zur Oekosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Wald-Oekosystemen. *Verh. Ges. Oekol.*: 77-87; Erlangen.
- IRMLER, U.
1973 — Population-Dynamic and physiological Adaption of Pentatomia egregia Chaud. (Col. Cicindelidae) to the Amazonian Inundation Forest. *Amazoniana*, 4 : 219-227; Kiel.
1974 — Vergleichende oekologische Studien an der aquatischen Makrobenthosfauna zentralamazonischer Ueberschwemmungswaelder. — Dissertation an der Mathematisch - Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel.
- JANZEN, D.H.
1974 — Tropical Blackwater Rivers, Animals and Mast Fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica*, 6(2) : 69-103.
- SCHALLER, F.
1969 — Zur Frage des Formensehens bei Collembolen. *Verh. dtsh. Zool. Ges.* : 368-375.
1973 — Zur Ernährungsbiologie neotropischer Bodentiere. — *Naturwissenschaften*, 4 : 203.
- SIOLI, H.
1956 — Ueber Natur und Mensch im brasilianischen Amazonasgebiet. *Erdkunde*, 10 : 89-109; Bonn.