DISCUSSÃO

FAUNA DO SOLO

DENSIDADE E PORCENTAGEM DOS GRUPOS

Acari e Collembola foram os grupos que se apresentam em maiores números, densidades e porcentagens, tanto em pastagem como em floresta primária. A dominância desses grupos tem sido constatada por vários outros autores, tanto em pastagens temperadas e tropicais, como em florestas, principalmente temperadas (Macfadyen, 1952; Salt *et al.*, 1948; Salt, G., 1952; Belfield, 1956; Wood, 1966; Beck, 1970 e 1971; Williams, 1941). Na tabela 20 são apresentados dados da literatura que podem ser comparados com os resultados deste trabalho. No entanto é necessário lembrar que, por causa da divergência entre métodos de estudo, locais, tipos de vegetação, etc., estes dados são úteis apenas para uma comparação grosseira, não permitindo uma discussão mais aprofundada.

As porcentagens encontradas no presente trabalho (Acari 59 a 82, Collembola 9 a 29) também assemelham-se às observadas por outros autores. Belfield (1956) encontrou em Cambridge 60% de Acari e 28,3% de Collembola, e na África Ocidental encontrou 49,5% de Acari e 30,6% de Collembola. Salt (1952) encontrou na África Oriental 69,9% de Acari e 17% de Collembola. Todos em pastagens. Schaller (1963) encontrou, no Peru, porcentagens de Acari entre 40 e 93% e de Collembola entre 2 e 44%, as porcentagens dos dois grupos juntos variaram de 72 a 96%. Beck (1971) encontrou, na floresta amazônica de terra firme, porcentagem de 77 a 78% para Acari e de 13 a 17% para Collembola. Van der Drift (1963) *apud* Beck (1971) encontrou no Surinam, floresta pluvial, 78% de Acari e 9% de Collembola.

DIVERSIDADE DE GRUPOS

Com relação à diversidade dos grupos não se diferenciam os sistemas de pastagens porém encontrou-se uma diferença bem acentuada entre a floresta primária e a pastagem apesar do número de indivíduos ser mais ou menos igual. Na pastagem foram encontrados no total 22 grupos e na floresta 26. Apesar destes números estarem bem próximos, veri-

TABELA 20 — Densidade de Acari e Collembola em milhares por m². Resultados de vários autores, inclusive do presente trabalho.

AUTOR	HABITAT	PAÍS	ACARI	COLLEMBOLA
Salt **et al.** (1948)	Pastagem	Inglaterra	164	61
Weis-Fogh (1948)*	Pastagem	Dinamarca	18,5	8,5
Salt (1952)	Pastagem	África Oriental	38	90
Macfadyen (1962)	**Molinia** fen	Inglaterra	132	25
Hairston & Byers (1954)	Prado	U.S.A.	221	14
Sheals (1957)*	Pastagem	Escócia	34	23
Haarlov (1960)*	Pastagem	Dinamarca	179	109
Dhillon & Gibson (1962)	Pastagem	Inglaterra	32	26
Wood (1966)	**Sesleria**	Inglaterra	153	25
Wood (não publicado)*	Pastagem	Inglaterra	33	26
Davis (**apud** Wood, 1966)	Pastagem	Inglaterra	18	18
Beck (1970, 1971)	Floresta	Brasil	72,7	12
Este Trabalho	Diversos	Brasil	32-73	4 -35

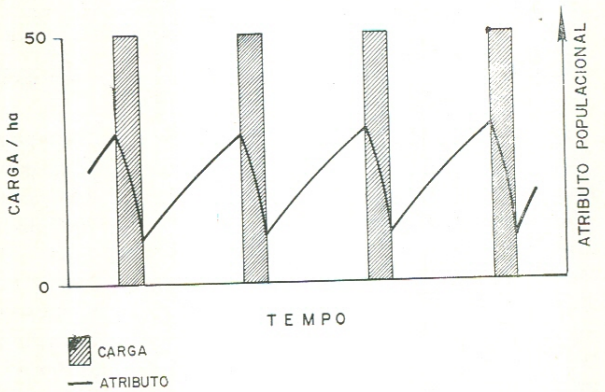
* **apud** Wood, 1966.

fica-se pela curva cumulativa do número de novos grupos por número de amostra (gráfico 8) que enquanto na floresta ocorre rapidamente uma saturação do número de grupos, nas pastagens, nas primeiras 50 amostras ao acaso, este número ficou muito aquém do número observado na coleta total. Daí pode-se inferir que embora existam na pastagem microhabitats favoráveis a grupos mais sensíveis, estes microhabitats são mais difíceis de serem encontrados. Isto sugere que quando o ambiente está menos pertubado há uma tendência a maior diversidade. Possivelmente acontece que num ambiente pertubado poucas espécies se adaptam, porém quando conseguem se adaptar encontram um nicho vazio muito amplo e então o número de indivíduos aumenta. Isto de acordo com os dois princípios básicos de Thienemann com relação à biocenose, *apud* Tischler (1949). O primeiro diz: "Quanto mais variáveis as condições de vida de um biótopo, tanto maior será o número de espécies da biocenose correspondente". E o segundo, que se aplica mais ao caso aqui discutido: "Quanto mais as condições de vida de um biótopo se afastam do normal e do ótimo para a maioria dos organismos mais pobres em espécies porém mais rica em indivíduos pode tornar-se a comunidade. Quanto mais especializado é o biótopo tanto mais característica é também sua biocenose". Não é possível dar provas contra nem a favor desta idéia no presente trabalho porque não se pôde identificar os animais a nível de espécies, mas há possibilidade de se fazer isso no futuro. Agora comparando-se grupos encontrados na floresta e na pastagem, isto fica plenamente demonstrado. Assim pode se esperar que como há mais grupos na floresta também haja um maior número de espécies. Logicamente que na floresta a disponibilidade de nichos é muito maior. Há uma camada de folhas mortas bastante espessa e esta camada forma vários estratos, o das folhas frescas, secas, em início de decomposição e em estágios avançados de decomposição, além dos horizontes do solo. A variabilidade de nichos é grande, de modo que há condições para abrigar uma fauna diversificada. Na pastagem as condições são drasticamente diferentes, não há folhiço e o horizonte 0 praticamente não existe, o solo recebendo diretamente a radiação solar está submetido a fortes oscilações térmicas. Também o impacto direto da chuva constitui um fator de pertubação muito mais intenso que na floresta.

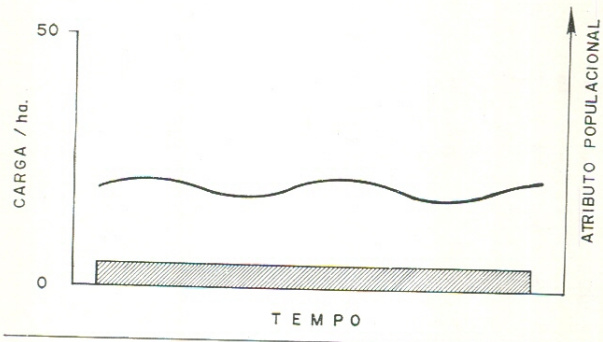
SISTEMA ROTACIONAL VERSUS EXTENSIVO

No início do trabalho partiu-se do pressuposto de que as diferenças no manejo de pastagem fossem refletir-se na composição da fauna a nível de grandes grupos. Pois o sistema rotacional caracteriza-se por uma distribuição muito irregular da carga instantânea de gado, isto é, tem-se em curto intervalo de 1, 2 ou 3 dias até 50 cabeças de gado por hectare pisoteando e excretando sobre a área, seguindo-se um período mais ou menos prolongado de repouso total. Enquanto isso no sistema extensivo a carga instantânea é pequena e se distribui regularmente durante todo o tempo. A carga média dos dois sistemas pode ser igual. Esperava-se assim, no sistema extensivo, encontrar uma comunidade mais ou menos em equilíbrio (considerando-se médias escalas de tempo), ao passo que no sistema rotacional, devido ao impacto concentrado e periódico esperava-se encontrar comunidades em constantes processos de recuperação (cf. gráfico 25 e 26).

Como se sabe ocorre um aumento de matéria orgânica no solo de pastagem e com o enriquecimento da matéria orgânica seria de



Graf. 25 — Comportamento teórico esperado para o sistema rotacional com relação à carga de gado (número por hectare) e à reação das populações existentes na pastagem.



Graf. 26 — Comportamento teórico esperado para o sistema extensivo com relação à carga de gado (número por hectare) e à reação das populações existentes na pastagem.

se esperar um aumento na biomassa de animais do solo. Infelizmente a análise estatística demonstrou que não há diferença entre os dois sistemas de pastagem em estudo, a não ser com relação a Collembola. Isto vem em desacordo ao que era esperado.

Observou-se correlação positiva apenas entre Acari e Collembola sob *Setaria* sp. e *Solanaceae* do sistema rotacional. Provavelmente isto esteja indicando relações do tipo presa-predador ou, no mínimo, que as espécies do sistema rotacional são diferentes das do sistema extensivo, já que neste último não foi encontrada correlação alguma.

Apresento algumas hipóteses explicativas que podem ser válidas. A primeira seria que este trabalho começou juntamente com a implantação do sistema rotacional não havendo ainda tempo suficiente para uma manifestação de suas características com relação às populações de Arthropoda do solo. A segunda hipótese seria a de que os parâmetros tomados para estudo são fracos, não revelando com eficiência as verdadeiras transformações no sistema. Talvez a fauna do solo estudada segundo grandes grupos revela muito pouco daquilo que efetivamente esteja ocorrendo. Possivelmente se um trabalho fosse feito a nível de espécie ir-se-ia encontrar alguma que seria boa indicadora das diferenças entre um sistema de pastagem e outro, ou então, confirmar a opinião de Odum (1971), segundo a qual "relações numéricas entre espécies, populações e toda a comunidade são freqüentemente indicadores mais úteis do que espécies isoladas, desde que uma melhor integração de condições seja refletida pelo todo do que pela parte". Acredito que o relacionamento quando se trabalha com grandes grupos, como já foi dito antes expressa muito pouco e acho que o que foi discutido no item "Diversidade de Grupos" resolve melhor o problema aqui apresentado. Apontaria ainda uma terceira hipótese que seria a inexistência de diferença relevante entre os dois sistemas com relação à fauna do solo porque talvez na média as pertubações sejam as mesmas. Destas hipóteses acho que seria mais plausível a segunda.

Até agora levei em consideração apenas os dados das tabelas 21 e 22. Os dados das tabelas 23 e 24 foram apresentados para se ter outras alternativas de comparação, no entanto devido à freqüência de coletas não podem ter a mesma importância dos dados das tabelas 21 e 22. Entretanto são perfeitamente válidos e servem para mostrar aspectos importantes quando comparados. Vê-se que Homoptera aparece muito pouco em *Melinis minutiflora* e *Panicum maximum* e isto sugere que estas gramíneas poderiam ser usadas para a implantação de pastagens com possíveis vantagens sobre outras que são fortemente atacadas por Homoptera. Logicamente que é necessário se atentar para o fato de que os Homópteros do solo estão atacando as raízes, mas de qualquer modo há de se convir que é uma forma de dano imposta à planta e podendo ser evitada, melhor. Também se percebe que em uma pastagem mais antiga há um maior número na fauna. Em *Setaria* sp. com 1 ano foi observada a menor densidade de artrópodes. Isto é lógico, já que a limpeza da área para o plantio foi feita por queima, desse modo destruindo grande parte da vida do solo, e com o tempo paulatinamente deve se processar a recolonização, possivelmente deve ser feita por espécies completamente diferentes ou por um pequeno número das espécies que existiram anteriormente e conseguiram subsistir ao fogo. Pode-se verificar pelas tabelas 4 e 6 que em S1 (*Setaria* sp. com 1 ano) encontra-se um dos menores números de grupos e a maior porcentagem de Acari, o que vem confirmar as idéias anteriormente discutidas.

TABELA 21 — Fauna de Berlese. Números Totais Mensais de Artrópodes do Solo de Pastagem em Sistema Rotacional sob Setaria **sp. (Set) e Plantas Invasoras,** Solanaceae **(Sol)**

MESES	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
VEGETAÇÃO	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol
Nº DE AMOSTRAS DE 12,56 cm²	32	...	16	16	32	32	24	24	32	32	24	24	24	24	32	32	24	24	24	24	24	24	8	8
ACARI	1940	...	874	1929	1114	2558	569	1328	1126	2132	1069	2656	1196	1680	1737	2299	461	501	771	1036	1092	1590	218	373
ARANEIDA	3	...	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	2	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—
PSEUDOSCORPIONIDA	3	...	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	1	—	—	—	—
PROTURA	14	....	—	14	1	3	2	—	—	26	1	32	8	41	—	21	—	1	3	23	4	49	3	18
DIPLURA	16	...	3	11	7	16	7	6	3	8	4	5	—	12	—	5	2	3	—	7	1	7	1	9
COLLEMBOLA	810	...	484	933	905	1647	137	243	159	256	317	440	351	381	131	169	34	8	137	148	255	578	82	86
HOMOPTERA	166	...	270	42	233	104	70	37	157	440	242	447	234	273	173	281	802	470	222	114	335	172	34	3
COLEOPTERA (larva)	25	...	9	24	26	45	21	28	38	44	39	17	36	11	10	4	1	3	—	3	—	16	—	3
COLEOPTERA (adulta)	15	...	6	9	7	18	6	21	18	21	25	26	15	11	16	7	3	2	7	10	14	7	2	2
DIPTERA (larva)	14	...	2	38	4	4	2	4	2	11	3	4	5	4	3	—	—	—	5	1	8	1	3	—
ISOPTERA	—	...	—	—	—	6	—	—	—	2	7	9	—	8	—	—	—	—	—	33	—	—	—	56
HYMENOPTERA (formicidae)	67	...	47	41	52	50	26	48	124	351	176	175	94	59	107	72	91	81	80	29	76	35	5	47
PAUROPODA	23	...	21	23	37	59	60	33	34	36	33	63	28	55	2	5	2	—	4	14	3	11	2	8
SYMPHILA	—	...	—	—	—	—	—	—	—	8	2	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
OUTROS	34	...	7	17	7	10	2	17	8	48	5	7	5	2	2	3	2	1	9	4	1	5	1	3
TOTAL	3131	...	1723	3082	2393	4522	902	1765	1669	3383	1923	3887	1974	2538	2181	2869	1398	1070	1239	1423	1790	2471	351	608

TABELA 22 — Fauna de Berlese. Números Totais Mensais de Artrópodes do Solo de Pastagem em Sistema Extensivo sob Setaria **sp. (Set.) e Plantas Invasoras,** Solanaceae **(Sol).**

MESES	Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
VEGETAÇÃO	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol	Set	Sol
Nº DE AMOSTRAS DE 12,56 cm²	16	16	32	32	24	24	32	32	24	24	24	24	32	32	24	24	24	24	24	24	8	8
ACARI	620	1191	1179	1963	539	845	1418	2856	1474	1939	1407	1148	2775	2941	519	522	661	1421	2061	2232	149	263
ARANEIDA	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—
PSEUDOSCORPIONIDA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PROTURA	—	8	3	17	1	28	7	25	1	57	7	40	4	35	1	—	3	37	7	55	2	10
DIPLURA	5	11	2	12	3	4	3	7	1	15	1	18	3	13	—	2	—	15	7	14	—	11
COLLEMBOLA	393	1098	1238	1994	214	158	312	195	371	272	402	269	222	389	22	38	103	373	478	442	63	138
HOMOPTERA	189	56	203	165	68	84	457	150	354	95	152	112	82	60	129	27	145	134	89	75	41	7
COLEOPTERA (larva)	6	43	14	83	9	41	32	39	23	59	18	17	7	5	1	3	9	10	7	13	2	—
COLEOPTERA (adulto)	6	19	13	33	6	12	29	18	20	20	9	15	8	9	1	4	5	7	4	6	2	7
DIPTERA (larva)	1	5	7	15	1	5	6	4	2	16	3	6	—	3	4	2	2	2	6	1	1	—
ISOPTERA	—	2	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
HYMENOPTERA (formicidae)	20	39	175	77	13	19	95	82	67	183	70	58	48	49	30	45	33	59	21	131	150	130
PAUROPODA	3	11	18	72	23	38	18	70	67	48	10	31	—	10	—	—	1	21	1	53	—	15
SYMPHILA	—	5	1	2	—	2	—	1	2	9	3	1	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—
OUTROS	12	11	8	9	9	5	8	5	6	5	4	2	7	6	3	2	2	3	5	4	—	1
TOTAL	1255	2500	2861	4442	888	1241	2385	3555	2388	2718	2086	1717	3158	3521	710	645	964	2084	2686	3029	410	582

TABELA 23 — Fauna de Berlese. Números Totais de Artrópodes do Solo de Pastagem em Sistema Extensivo. (**PM** = Panicum maximum, **BD** = Brachiaria decumbens, **MM** = Melinis minutiflora, **S4** = Setaria **sp, 4 anos, S1** = Setaria **sp, 1 ano).**

MESES	ABRIL				JUNHO				JULHO			SETEMBRO				OUTUBRO			
VEGETAÇÃO	PM	BD	MM	S4	PM	BD	MM	S4	BD	MM	S4	BD	MM	S4	S1	BD	MM	S4	S1
Nº DE AMOSTRAS DE 12,56 cm²	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ACARI	845	936	994	496	628	515	1407	868	200	514	129	358	53	15	73	661	628	583	605
ARANEIDA	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	1	2	—	—	—
PSEUDOSCORPIONIDA	8	6	—	—	—	—	—	1	—	—	—	5	7	—	1	8	1	—	1
PROTURA	1	32	—	7	—	2	1	5	—	—	1	56	—	—	—	49	3	1	2
DIPLURA	14	9	5	10	1	—	2	4	—	7	1	8	6	—	—	3	4	—	1
COLLEMBOLA	398	134	414	103	299	199	317	175	23	31	11	28	2	1	3	73	98	96	76
HOMOPTERA	12	21	1	271	17	35	—	199	36	3	44	100	1	—	—	30	—	27	19
COLEOPTERA (larva)	8	6	16	7	7	10	15	3	2	1	3	1	2	2	—	5	3	—	—
COLEOPTERA (adulto)	14	11	21	3	4	5	19	4	—	7	3	4	—	1	1	2	—	—	2
DIPTERA (larva)	—	4	1	2	7	—	—	4	—	3	—	—	—	—	—	17	—	1	—
ISOPTERA	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	7
HYMENOPTERA (formicidae)	5	16	38	33	12	16	46	33	51	7	7	8	6	10	12	16	9	17	5
PAUROPODA	—	20	92	11	35	8	85	8	—	—	—	4	—	—	—	—	75	—	8
SYMPHILA	—	35	6	—	49	5	20	—	—	2	—	16	1	—	—	8	—	—	11
OUTROS	4	10	6	—	3	1	6	1	2	2	—	2	2	—	1	8	2	—	2
TOTAL	1309	1243	1594	943	1063	796	1918	1305	314	577	200	594	81	29	92	872	823	725	739

TABELA 24 — Fauna de Berlese. Números Totais do Solo de Floresta Primária

MESES	Novembro	Dezembro
VEGETAÇÃO	Floresta	Floresta
Nº DE AMOSTRAS DE 12,56 cm²	32	32
ACARI	2.491	1.446
ARANEIDA	12	9
PSEUDOSCORPIONIDA	30	36
PALPIGRADI	4	1
PROTURA	65	106
DIPLURA	16	22
COLLEMBOLA	579	412
HOMOPTERA	52	32
HEMIPTERA	6	4
COLEOPTERA (larva)	12	26
COLEOPTERA (adulto)	11	18
DIPTERA (larva)	13	10
DIPTERA (adulto)	—	—
THYSANOPTERA	3	27
HYMENOPTERA (formicidae)	18	130
ISOPTERA	9	5
ISOPODA	7	7
CHILOPODA	3	3
DIPLOPODA	2	5
PAUROPODA	29	47
SYMPHILA	34	33
OUTROS	18	13
TOTAL	3.414	2.392

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

De acordo com Macfadyen (1952) escolheu-se uma unidade de área em vez de volume como mais indicada para expressar a densidade de população, pois é sabido que a maior porcentagem de artrópodes do solo é encontrada entre o folhiço e o próprio solo. De início tinha-se em mente estudar a distribuição vertical da fauna mas foi abandonada esta idéia por causa da impossibilidade de processamento das amostras e em vista do conhecimento de que cerca de 67% da fauna encontra-se na camada de 5cm de profundidade, Macfadyen (1952). No entanto este é um aspecto muito interessante que poderá ser abordado em futuros trabalhos principalmente tendo-se em conta as características dos solos amazônicos.

Como foi percebido através dos resultados a distribuição espacial apresentou-se agregada, já que a variância foi sempre muito superior à média (Macfadyen, 1952; Taylor, 1961; Bliss & Fisher, 1953). De acordo com Southwood (1966), Phillipson (1971), Macfadyen (1952), muitas vezes a distribuição de populações agrupadas é descrita por distribuições teóricas de freqüências, entre elas, a binomial negativa que tem como parâmetros, m (média) e k (índice de agregação). Para as populações de Acari e Collembola os k encontrados constam da tabela 17 denotando um alto grau de agregação. A mesma tabela mostra o resultado de x^2 para o ajuste das freqüências esperadas pela binomial negativa e as freqüências observadas, não havendo diferença significativa entre elas, o que confirma que as populações de Acari e Collembola estão distribuídas de acordo com a distribuição binomial negativa. Sabendo-se que quanto menor k mais agregadas são as populações, vê-se que Collembola distribuem-se mais gregariamente do que Acari. Vê-se também, pelos gráficos 11, 12, 13 e 14, que as freqüências observadas e esperadas se ajustam muito melhor para Collembola do que para Acari. Uma possível causa desta agregação seria uma grande heterogeneidade na distribuição dos microhabitats do solo.

TAMANHO E NÚMERO DAS UNIDADES DE AMOSTRA

A área da unidade de amostra usada foi de 12,56 cm². Acredito que este tamanho foi suficiente para englobar a fauna que se desejava estudar. Macfadyen (1962) diz que a área da unidade de amostra depende da densidade da população, e indica 25 cm² como uma área ideal para se estudar todos os artrópodes, sendo que para ácaros bastariam apenas 10 cm². Healey (1962) aconselha para colembola uma área de 10 a 25 cm². Assim pode ser admitido como razoável o tamanho de amostra utilizada neste trabalho. Quanto ao número de amostras foram feitos cálculos para se verificar qual o número que seria indicado para este estudo baseando-se no número total de observações de Acari e Collembola e utilizando-se a fórmula $N = \frac{1/\bar{x} + 1/k}{D^2}$ de Rojas (1964) *apud*

Southwood (1966), onde k é o parâmetro da binomial negativa que descreve a distribuição da população, e D é o nível de precisão desejado, expresso com uma decimal (neste caso 0,1), chegando-se aos números abaixo:

	ROTACIONAL		EXTENSIVO	
	Setaria	Solanaceae	Setaria	Solanaceae
Acari	93	98	98	102
Collembola	264	274	213	197

Foram coletadas 264 amostras dos principais ambientes em estudo, portanto estando o número dentro dos limites estipulados, dando uma boa margem de segurança para Acari e para Collembola, estando apenas um pouco abaixo do valor máximo necessário. Esta diferença de ácaro para colêmbola explica-se pela maior agregação em colêmbola conforme pode ser visto pelos seus k mais baixos.

Fauna da cobertura

A vegetação é a base para a fauna herbívora que é muitas vezes específica de determinadas plantas. De modo que explica-se o encontro de *Cicadellidae* e *Cercopidae* nas gramíneas e *Membracidae* nas *invasoras*, principalmente *Chrysomellidae* em invasoras e outros coleópteros nas gramíneas. Portanto a existência de duas comunidades distintas já era esperada, e as observações aqui apresentadas só vêm confirmar isto. Nota-se um fato importante, para quem deseja implantar pastagens, o pequeno número de *Cercopidae* (cigarrinha) encontrado sobre *Setaria* sp., apesar de ter sido observado o ataque por larvas de Lepidoptera *(Noctuidae* e *Geometridae)*, quando jovem. A cigarrinha tem sido o inimigo número um do *Brachiaria decumbens* que a meu ver é o capim que tem o melhor desempenho na Amazônia, com relação à cobertura do solo e produtividade. Durante o presente estudo foram observadas pastagens de *Brachiaria decumbens* e *B. humidicola* secando devido ao ataque de cigarrinha, em pleno mês de maio, cuja precipitação foi de 278,6 mm em Itacoatiara e 267,8 mm em Manaus. A fauna de cobertura não pode ser melhor discutida tendo em vista não ter sido possível a identificação do material.

Fatores físicos

Temperatura do solo

As primeiras medidas de temperatura foram feitas de 1/2 em 1/2 hora, mas as variações são pequenas de modo que só foram apresentadas nos resultados as medidas de hora em hora. Os resultados apresentam-se bastantes convincentes com relação às diferenças entre floresta e pastagem. Logicamente que na pastagem com a cobertura vegetal reduzida o solo recebe diretamente quase

TABELA 27 — Temperaturas do solo (°C) às profundidades de 0, 5 e 10 cm e do ar à altura de 150 cm (em 18.XI.77).

Alt. (cm)	Prof. (cm)	HORA 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	MAX.	MIN.	LOCAL
	0	23,5	28,5	35,0	39,5	36,0	31,5	30,0	30,5	30,0	29,5	29,5	26,0	29,5	23,5	
	5	24,0	24,0	26,0	26,5	29,5	29,5	28,5	28,0	28,5	28,0	28,5	27,5	29,5	24,0	PASTAGEM
	10	24,0	24,0	25,5	27,5	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	27,5	28,0	24,0	
150		22,5	26,5	30,5	33,5	34,0	30,5	30,0	30,0	30,5	30,0	32,0	24,5	34,0	22,5	
	0	22,0	23,5	24,0	26,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,5	25,5	26,5	22,0	
	5	22,5	23,5	23,5	25,0	25,0	25,5	25,5	25,5	26,0	26,0	26,0	25,5	26,0	22,5	FLORESTA
	10	23,5	24,0	23,5	24,5	24,5	25,0	24,5	24,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	23,5	
150		22,0	24,5	25,5	28,0	28,5	28,0	26,5	27,5	28,0	28,0	28,0	25,5	28,5	22,0	

TABELA 28 — Temperaturas do solo (°C) às profundidades de 0, 5 e 10 cm e do ar à altura de 150 cm (em 29.XI.77).

ALT. (cm)	PROF. (cm)	HORA											MAX.	MIN.	LOCAL
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20			
	0	27,5	28,0	24,0	26,0	27,5	30,0	30,0	29,5	29,5	30,0	28,0	26,0	30,0	24,0	
	5	26,0	27,0	24,0	25,5	27,0	27,5	29,0	29,0	29,0	28,5	28,0	27,0	29,0	24,0	
	10	26,5	27,0	24,0	26,0	27,0	27,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	27,0	28,0	24,0	PASTAGEM
150		28,0	29,0	23,0	26,0	27.0	31,5	32,0	34,0	36,0	31,0	24,0	23,0	36,0	23,0	
	0	26,0	26,0	23,5	25,0	25,5	26,0	27,0	27,5	28,0	28,0	27,0	24,5	28,0	25,5	
	5	26,0	26,0	24,0	25,5	25,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,0	26,5	24,0	
	10	26,0	26,0	24,0	25,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,0	26,0	26,5	24,0	FLORESTA
150		26,0	27,0	23,0	25,0	25,5	26,5	28,0	28,5	30,5	28,5	28,0	24,0	30,5	23,0	

TABELA 29 — Temperatura do solo. Médias mensais das medidas efetuadas à superfície e a 5 cm de profundidade, referentes ao ano de 1977. Dados do Setor de Meteorologia do INPA coletados na Reserva Ducke (3°08'S, 60°02'W), com termômetro de vidro de marca FUESS.

	SUPERFÍCIE			5 cm		
	08	14	20	08	14	20
JANEIRO	27,8	34,7	24,2	25,8	29,7	27,2
FEVEREIRO	26,1	30,9	23,3	25,3	28,7	26,4
MARÇO	26,3	31,5	23,5	25,4	28,8	26,5
ABRIL	26,9	32,0	24,0	25,3	29,1	26,6
MAIO	26,3	31,9	23,3	25,2	28,9	26,2
JUNHO	27,7	33,0	23,3	24,8	29,4	26,3
JULHO	28,8	34,5	24,0	24,9	30,8	27,0
AGOSTO	31,0	38,0	24,8	25,9	32,8	27,7
SETEMBRO	29,3	34,9	23,9	25,8	30,9	27,1
OUTUBRO	29,2	33,2	24,2	26,1	30,1	27,0
NOVEMBRO	30,1	34,2	24,3	26,9	30,6	27,4
DEZEMBRO	27,8	32,2	24,4	25,9	29,6	27,0

toda a energia e se aquece além do que se aqueceria se fosse bem coberto como na floresta. Também perde calor muito mais facilmente chegando a temperaturas mais inferiores. Finalmente encontra-se na pastagem uma amplitude de variação de temperatura muito mais larga, enquanto que na floresta esta amplitude é mais estreita. Com relação a altas temperaturas encontradas na pastagem é perfeitamente admissível pois foram valores instantâneos e sob o sol. Benincasa (1972) encontrou valores médios em São Paulo (21°15'22"S, 48°18'58"W, a 575 m de altitude no período de 23/27.03.72) de 52,6°C à superfície do solo. O maior valor instantâneo aqui encontrado foi de 57,5°C. Diante disto pode-se supor que haja na pastagem migrações de fauna tanto no sentido horizontal em buscas de locais sombreados como no sentido vertical, pois conforme mostram os dados a partir de 5 cm de profundidade a variação de temperatura é menor, enquanto se encontrou temperatura de 57,5°C à superfície, aos 5 cm foi medido apenas 38,5°C. As curvas de temperatura apresentam uma inversão à noite, isto é, as camadas inferiores tornando-se mais quentes do que a superfície, como era de se esperar, devido ao resfriamento mais fácil da superfície do solo. As temperaturas mais altas foram encontradas entre 11 e 14 horas, horas de maior insolação.

TABELA 30 — ANOVA dos dados de respiração edáfica em pastagem.

FONTE DE VARIAÇÃO	gl	SQ	QM	Fs
Vegetação	1	4277,0	4277,0	0,687
Período	1	6225,6	6225,6	1,72
(Veg./Per.)	1	3615,9	3615,9	0,86
Resíduo	20	83825,2	4191,3	
TOTAL	23	97943,7		

UMIDADE DO SOLO

A porcentagem de água no solo apresentou-se muito mais estável na floresta, provavelmente devido a boa cobertura vegetal, eficiente na manutenção da umidade. Na pastagem houve uma notável flutuação que talvez esteja relacionada com a precipitação e seja uma conseqüência da cobertura deficiente, devendo haver uma perda muito grande por evaporação causando a queda da porcentagem de água no solo. Foram calculados os coeficientes de correlação entre umidade do solo e o número de ácaros e de colêmbolas, resultando em correlações negativas ou nenhuma correlação. Macmillan (1969) não encontrou correlação entre Acari, Collembola e umidade do solo, já Singh (1975) encontrou uma correlação positiva (r = 0,88) entre Collembola e umidade. As correlações encontradas neste trabalho provavelmente estejam de acordo com as idéias de Trehan (1945), segundo o qual, a abundância de umidade na ausência de matéria orgânica tem efeito detrimental sobre a fauna. Pois como foi mostrado a quantidade de matéria orgânica na pastagem é menor do que na floresta. Glasgow (1939) encontrou correlações parciais entre umidade do solo, temperatura e populações de Collembola, sendo que *Onychiurus armatus* apresentou fortes relações com os referidos fatores. Dhillon & Gibson (1962) encontraram correlações positivas entre *Isotoma* spp. e matéria orgânica, sendo que para a maioria das espécies de Collembola e Acari estudadas não houve correlação entre elas e umidade do solo, temperatura, matéria orgânica e pH. De modo que os dados são controversos. Possivelmente deve haver fatores de escala mais geral in-

TABELA 31 — Porcentagem de matéria orgânica e número de Acari, Collembola e do total de Arthropoda do solo de pastagem por unidade de amostra.

MATÉRIA ORGÂNICA (%)	ACARI	COLLEMBOLA	TOTAL
12,4	21	3	31
5,3	36	7	55
5,5	108	32	151
12,3	45	0	86
25,3	69	9	98
6,5	36	0	59
11,5	45	0	46
24,7	25	12	40
17,3	6	0	7
12,5	96	24	140
19,8	31	3	40
7,4	107	55	195
14,4	85	23	127
7,8	48	43	135
6,3	37	32	75
10,5	101	27	138
7,4	143	22	16
11,6	400	59	461
8,5	50	4	61
9,0	50	1	51
8,4	108	10	122
4,2	55	7	65
9,8	3	0	4
14,6	93	7	103
9,3	53	19	83
1,5	25	13	40
12,7	90	37	150
9,1	54	77	159
24,8	86	1	88

TABELA 32 — Porcentagem de matéria orgânica e número de Acari, Collembola e do total de Arthropoda do solo de pastagem por unidade de amostra.

MATÉRIA ORGÂNICA (%)	ACARI	COLLEMBOLA	TOTAL
17,9	36	6	4
9,9	9	4	21
24,7	16	2	20
11,6	30	1	39
9,7	6	1	7
14,4	6	0	6
9,6	2	0	2
13,8	2	1	9
17,9	58	7	85
24,0	112	7	123
5,0	30	5	89
10,2	46	37	128
17,0	11	0	11
22,1	10	2	33
10,9	68	4	75
16,6	3	0	5
14,5	9	8	17
10,0	23	1	25
6,9	17	2	26
20,9	33	8	45
12,8	16	5	24
10,5	88	9	110
7,8	18	3	22
12,0	10	3	13
8,3	34	2	39
11,0	50	5	66
8,4	130	7	147
12,2	83	28	115
16,8	74	8	86
22,2	99	3	115

fluenciando nas populações e certamente os fatores isolados significam muito pouco em relação ao conjunto.

TABELA 33 — Porcentagem de matéria orgânica e números de Acari, Collembola e do total de Arthropoda do solo de pastagem por unidade de amostra.

MATÉRIA ORGÂNICA (%)	ACARI	COLLEMBOLA	TOTAL
14,2	29	3	34
4,7	40	6	55
21,5	55	11	76
11,5	56	9	80
9,2	83	12	114
17,9	59	18	82
8,4	21	4	30
7,2	57	10	83
10,2	37	28	99
6,8	168	9	194
17,4	24	3	28
16,1	13	2	16
32,7	34	13	50
8,7	131	9	143
13,2	29	30	61
14,5	31	4	36
11,9	20	4	31
8,1	16	7	23
14,7	84	5	92
5,1	14	3	20
11,0	68	16	128
7,9	14	2	18
7,0	71	13	89
4,6	31	13	46
11,6	40	8	50
38,9	57	4	66
25,4	65	3	73
34,0	155	14	193

TABELA 34 — Porcentagem de matéria orgânica e números de Acari, Collembola e do total de Arthropoda do solo de floresta por unidade de amostra.

MATÉRIA ORGÂNICA (%)	ACARI	COLLEMBOLA	TOTAL
20,25	24	12	53
23,98	30	39	75
19,46	19	5	29
36,86	136	16	210
32,83	18	8	37
27,00	58	21	100
29,89	20	8	36
34,48	31	6	50
20,80	34	10	76
21,76	71	7	99
31,03	108	29	164
22,77	5	15	27
34,10	142	32	218
28,49	30	8	66
44,95	74	17	125

RADIAÇÃO GLOBAL (Qg)

A quantidade de energia que chega sobre a floresta ou sobre a pastagem é muito alta. Comparando pastagem com floresta pode se verificar a grande diferença entre as quantidades de energia que chegam numa e na outra. Os dados de radiação solar foram tomados com o intúito de se mostrar justamente estas diferenças e logicamente atentar para o impacto que causa no solo tamanha quantidade de energia, promovendo sua degradação. Daí pode-se deduzir a respeito dos efeitos sobre a fauna do solo, pois a temperatura do solo depende da duração e da intensidade da radiação total recebida por unidade de área (Benincasa, 1972) e é fator físico que condiciona a presença dos animais.

DADOS METEOROLÓGICOS

Pouca correlação foi encontrada entre os fatores físicos (temperatura média, precipitação, umidade relativa e umidade do solo) e a fauna do solo, principalmente considerando-se ácaros e o total de artrópodes. Colêmbolas se mostraram mais sensíveis apresentando correlação positiva com umidade relativa e negativa com precipitação e temperatura do ar, não apresentando correlação com umidade do solo. Não se observou correlação entre colêmbolas do sistema rotacional (*setaria* sp.) e precipitação, enquanto no extensvio foi observada uma correlação negativa. Possivelmente isto se explica pelo fato das gramíneas do sistema rotacional se manterem com uma altura superior às do extensivo resultando numa maior proteção para os animais do solo. Quanto a maior sensibilidade de colêmbolas é perfeitamente explicável devido a sua frágil constituição. Esperava-se que aparecesse correlação entre Acari e os fatores físicos estudados, o que não foi observado. Possivelmente esteja havendo uma substituição de espécies no tempo não sendo possível a percepção quando se olha para um grande grupo.

Foram apresentados os dados meteorológicos quando possível, das três localidades, Itacoatiara, Manaus e Agropecuária Itacoatiara, para que fosse possível fazer comparações entre eles, e, por estas comparações chegar-se à conclusão de que os dados de Manaus

diferem ou não significativamente dos de Itacoatiara. Isto seria muito útil porque permitiria a utilização dos dados de Manaus, os quais tem registro de vários anos, enquanto que os de Itacoatiara só são registrados a partir de novembro de 1975. Para precipitação no ano de 1977 isto é possível já que não foi verificada diferença significativa entre Manaus e Itacoatiara.

Respiração edáfica

A respiração edáfica sob as plantas invasoras mostrou-se levemente superior à respiração sob *Setaria*. Isto vem de acordo com o número de animais que é superior nas invasoras, tendo o solo sob estas uma maior atividade. Foi observada uma leve tendência para maior respiração diurna, contrariando ao que observaram outros autores (Santos, 1977; Coutinho & Lamberti, 1971; Edwards & Sollins, 1973) no entanto apesar das médias diurnas serem maiores do que as noturnas, estatisticamente a diferença encontrada não foi significativa. Grisi (1976) encontrou valores diurnos maiores em áreas sombreadas e sugere a hipótese de que isto acontece pela alta capacidade do solo em ciclar a matéria, tendo uma elevada produtividade primária. Não creio que seja a explicação mais adequada. Acho mais lógico explicar baseado na temperatura. Santos (1976) diz que a respiração edáfica está diretamente influenciada pela temperatura da superfície do solo. É provável que a temperatura do ar seja em média inferior à temperatura da superfície do solo causando um fluxo de CO_2 sempre do solo para o ar, como durante o dia as temperaturas são maiores do que à noite o fluxo durante o dia é maior. Entretanto isto não pode ser comprovado pelas medidas de temperatura apresentadas neste trabalho apesar de ser sugerido pela tabela 13. Rosenberg (1974) mostra que durante a noite a superfície do solo de culturas esfria rapidamente e o ar em contato vai tornando-se mais frio de modo que observa-se uma inversão de temperatura do ar a qual aumenta com a elevação. Isto explica melhor ainda a maior taxa de respiração durante o dia. Com relação à quantidade de CO_2 emanado há muita divergência de autor para autor e varia de ambiente para ambiente, como é de se esperar. Assim encontram-se valores desde 1.583 mg/CO_2/m^2/h dados por Schulze (1967) para florestas úmidas tropicais ou de 320 mg/CO_2/m^2/h para savana, do mesmo autor, até 101,25 mg/CO_2/m^2/h dadas por Coutinho & Lamberti (1971) para floresta amazônica. Os valores aqui encontrados são aproximadamente intermediários e bem próximos aos de Grisi e Schulze. É necessário observar que as medidas aqui apresentadas englobam a respiração total do solo, isto é, dos microorganismos e das raízes. Macfadyen (1971) estima que a porcentagem de respiração das raízes em pastagem é bem alta, entre 30 a 50%, e muito difícil de se medir conforme ele mesmo afirmou em trabalho anterior (Macfadyen, 1970), talvez sendo possível só com o uso de isótopos.

Cobertura vegetal

análise qualitativa

As plantas invasoras mencionadas neste trabalho são citadas na sua maioria como ocorrendo na região amazônica (Gonçalves *et al.*, 1974). São plantas que ocorrem normalmente em áreas ensolaradas, principalmente em pastagens. Cabe notar a não ocorrência de *Cecropia* na área em estudo e a grande abundância de *Solanaceae*.

análise quantitativa

Nas gramíneas da pastagem extensiva foi encontrada uma maior porcentagem de cobertura. No entanto esta aparente diferença pode ser conseqüência da casualidade na escolha das parcelas. As gramíneas da pastagem rotacional sempre se mantiveram mais altas. Isto revela como é difícil fazer a análise quantitativa de pastagem devido a problemas metodológicos. Parece que fitomassa por área expressa melhor a real cobertura em pastagem. Contudo o método de "Line transects" usado neste trabalho tem sido usado principalmente nos Estados Unidos em estudos de pastagem (Cain & Castro, 1959). Pela análise feita verifica-se como é sério o problema das plantas invasoras em pastagens, que exigem um controle rigoroso. Há áreas que são totalmente cobertas por invasoras tornando a pastagem quase imprestável. O controle simples-

mente com roçagem só resolve quando esta é feita várias vezes durante o ano, porque o rebrote se faz com muito vigor, principalmente o das *Solanaceae*. Isto logicamente exige uma mão-de-obra constante e o dispêndio de recursos, e para grandes áreas torna-se quase impraticável. A solução que se tem revelado mais eficaz é o uso de herbicidas, no entanto não se sabe exatamente as conseqüências ecológicas e lamentavelmente não foi possível neste trabalho verificar a ação de herbicidas sobre a fauna do solo.

Análise de solos

Entre as coletas de solo efetuadas nos dois tipos de pastagem não se observou diferença. A soma das bases, no entanto, aumentou um pouco na segunda coleta, por causa de valores mais elevados de cálcio e magnésio, e a capacidade total de troca catiônica diminuiu em vista da queda nos valores de hidrogênio e alumínio, enquanto que a saturação de bases aumentou. Apesar dos resultados mostrarem um leve aumento no pH, na soma de bases e na saturação de bases, não se pode concluir por uma melhora na fertilidade do solo devido ao pequeno número de amostras coletadas e apesar de aparecer óbvio que isto acontecesse em vista dos animais receberem mineralização e lançarem seus excretas nas áreas de coleta. Falesi (1976) mostra que há um aumento na fertilidade de solos de pastagem através de estudos realizados no sul do Pará e em Mato Grosso, em um período de dez anos. Com relação às diferenças entre pastagem e floresta não há o que discutir, pois quando a floresta é derrubada e queimada há libearção dos nutrientes que estavam incorporados à biomassa. Porém, com o tempo há uma tendência lógica à diminuição destes nutrientes causada pela perda principalmente por lixiviação (Nye, 1964). A porcentagem de matéria orgânica encontrada no solo de floresta foi mais alta do que no solo de pastagem. Isto é o que se esperava tendo em vista a introdução quase contínua de material vegetal que se dá no solo da floresta pela queda de folha e galhos.

Observações diversas

Nos meses de outubro a dezembro a população de tingídeos chegou ao máximo, atacando maciçamente às *Solanáceas*. Estes insetos poderiam ser usados para controle das plantas invasoras, no entanto, atacando *Solanáceas* é possível que os mesmos se tornem pragas de culturas, o que já foi observado por Pahlen (1977) em folhas de cubiu, *Solanum topiro* (Humb & Bonpl).

Marasmius conicopapillatus, deve ter um papel importante na decomposição de gramíneas (*Setaria* sp.) na pastagem. Segundo Singer (comunicação pessoal) a espécie é saprófita em geral, mas pode existir raças específicas. Neste trabalho não encontrei *Marasmius* sobre outras gramíneas, a não ser em *Setaria* sp.

Os escarabeídeos são de grande importância, sobretudo em pastagem, para a dispersão dos dejetos animais e conseqüentemente melhora do solo. Na Austrália, onde estes insetos não ocorrem foi necessária a introdução de várias espécies exatamente com esta finalidade (Dajoz, 1971). Então é de se esperar, com o tempo uma melhora do solo das pastagens pela ação desses insetos.