PKS PUBLIC KNOWLEDGE PROJECT

REVISTA DE GEOGRAFIA (UFPE)
www.ufpe.br/revistageografia

OJS OPEN JOURNAL SYSTEMS

INDICADORES BIOLÓGICOS DO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DO SERIDÓ OCIDENTAL DA PARAIBA

João Damasceno[1]; Jacob Silva Souto[2]

[1] Prof. Titular Universidade Estadual da Paraíba. Email: joaodamasceno@ceduc.uepb.edu.br
2 Professor Associado III da Universidade Federal de Campina Grande. Email: jacob_souto@yahoo.com.br

Artigo recebido em 06/10/2012 e aceito em 18/12/2013

RESUMO
Considerando os limitados trabalhos sobre o comportamento da atividade microbiana, da mesofauna e macrofauna em área de Caatinga, o presente estudo objetivou avaliar a atividade e o comportamento da comunidade microbiana e as espécies que compõem a população da mesofauna e
macrofauna edáfica. O trabalho foi realizado em parcelas experimentais no período compreendido entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007, nos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi e Várzea, localizados no semiárido da Paraíba, microrregião do Seridó Ocidental, compreendendo o Núcleo de Desertificação do Seridó paraibano. A atividade microbiana foi determinada bimestralmente através da liberação de CO2, de uma determinada área de solo, utilizando-se KOH 0,5N. Observou-se que a maior liberação de CO_2 ocorreu no período da estação chuvosa e durante a noite, indicando período favorável à atividade dos microrganismos, e ocorrendo decréscimos na liberação de CO2 na estação seca. Para determinação da população de mesofauna do solo foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-15 cm, a extração da mesofauna foi feita através do método de Berlese-Tullgren modificado. O índice de Shannon e o índice de Pielou variaram de acordo com a época de coleta. Na coleta da macrofauna foram utilizadas armadilhas tipo PROVID, distribuídas aleatoriamente nas parcelas, totalizando 420 coletas, que também indicaram variabilidade em função da estação do ano e do período do dia. A análise dos dados mostrou a influência da estação do ano na atividade microbiana.
Palavras-chave: respiração edáfica; mesofauna edáfica; macrofauna edáfica.

BIOLOGICAL INDICATORS IN THE DESERTIFICATION NUCLEUS OF "SERIDÓ", PARAIBA STATE, BRAZIL

ABSTRACT
Considering the limited work on the behavior of microbial activity, mesofauna and macrofauna in caatinga forest, this study aimed to evaluate the activity and behavior of the microbial community and species that make up the population of mesofauna and macrofauna soil. The work was carried out on experimental plots in the period February/2006 at February/2007, in Santa Luzia, São José do Sabugi and Várzea, Paraíba State, including the "Desertification Nucleus of Seridó" of the Paraiba State. Microbial activity was measured every two months through the release of CO2 in a given area of soil, using KOH 0.5 N. It was observed that the greater release of CO2 occurred during the rainy season and during the night, indicating activity period in favourable of micro-organisms, and decreases occurred in the release of CO_2 in the dry season. To determine the population of mesofauna soil samples were collected at depth of 0-15,0 cm, the extraction of mesofauna was done using the Berlese-Tullgren modified. The Shannon and Pielou index varied according to the time of collection. Macrofauna soil in the collection traps PROVID were randomly distributed plots, totaling 420 samples, which also showed variation depending on season and time of day. Data analysis showed the influence of season on microbial activity.
Keywords: soil respiration, mesofauna soil, macrofauna soil

INTRODUÇÃO

O solo é considerado um dos importantes componentes no processo da manutenção da vida, ou seja, como suporte físico e como reserva de nutrientes às plantas. Dentre as funções promove a dinâmica e a armazenagem da água, mantém as cadeias alimentares, as funções reguladoras do ambiente, a ciclagem de nutrientes, e a diversidade de macro e microrganismos que representam o principal elemento de regulação da vida (MOREIRA, 2006).

Os indicadores biológicos se consolidam numa recente conscientização de que o solo é um recurso essencial tanto para a produção de alimentos quanto para o funcionamento global dos ecossistemas. As constatações de processos de degradação têm afetado uma porção considerável dos ambientes sensíveis às mudanças globais. Conhecer a qualidade e a dinâmica do solo possibilita manejá-lo com sustentabilidade para que no caso do processo de desertificação haja um quadro de compreensão que atue no combate ao avanço intenso deste processo (CORSON, 1996).

Para Muñoz et al. (2007) consideram que o intenso uso do solo sem um manejo racional resulta em diminuição de sua qualidade, iniciando processos que podem alterar suas propriedades, tais como densidade, fertilidade e atividade biológica.

O componente biológico presente no solo possui maior sensibilidade em responder rapidamente às modificações que ocorrem no ambiente por isso os microrganismos são facilmente prejudicados por distúrbios causados pelas atividades antrópicas (MARINARI et al, 2006). Segundo Sparling (1997), para avaliar a qualidade do solo além dos atributos físicos e químicos é necessário se utilizar dos seguintes indicadores biológicos: a biomassa e a respiração basal do solo.

A biomassa microbiana é definida como sendo "o maior componente vivo e ativo da matéria orgânica, compreendendo de 2 a 5% do carbono orgânico do solo" (JENKINSON; LADD, 1981). A respiração basal do solo, avaliada através da liberação de CO_2, é a medida mais utilizada para se avaliar a sua atividade microbiana (ALEF, 1995); dessa forma a quantidade de dióxido de carbono (CO_2) liberado é indicativo prontamente metabolizável do solo (DORAN; PARKIN, 1994).

O método da respiração basal é extensamente usado em estudos do solo, permitindo estimar a atividade microbiana total, sendo de fácil execução e custos relativamente baixos. De acordo com Savin et al (2001 apud SOUTO, 2000), a taxa de respiração edáfica medida no campo reflete a emissão real do CO_2 no solo e estas informações são usadas, por exemplo, para calcular o estoque de carbono do ecossistema.

Os microartrópodos são importantes componentes da fauna edáfica, participam ativamente dos processos de decomposição da matéria orgânica, da mineralização dos nutrientes além de influenciar na estabilidade, na fertilidade e na estruturação do solo (BARRIOS et al, 2006). Considera-se que 95 % dos microartrópodos presentes no solo sejam constituídos por Acari e Collembola (SEASTEDT,

1984) e suas populações são consideradas sensíveis à alterações do ambiente. Em decorrência dessas características, a mesofauna tem sido utilizada como indicadora de impactos ambientais em agroecossistemas, embora em ambiente de caatinga estes indicadores ainda sejam muito pouco avaliados.

A densidade populacional de organismos do solo está na dependência direta dos fatores ambientais e, quando essas são mais favoráveis a população aumenta; quando as condições ambientais são desfavoráveis, essa população diminui (SILVEIRA et al., 2006). Seguindo este princípio, as populações da fauna edáfica manifestam, através das características das suas comunidades, as condições do ambiente, podendo servir como indicadores da qualidade do solo (SAUTTER, 1998).

Modificações ocorridas em nível da biota, geralmente, influenciam a diversidade e a densidade populacionais, que também são características utilizadas como indicadores das condições do solo. Um dos grupos da fauna edáfica que tem merecido destaque como indicador biológico é a Ordem Collembola. Isto porque colêmbolos são indivíduos extremamente sensíveis, o que permite que manifestem rapidamente as conseqüências às variações ambientais em suas populações (COLEMAN; HENDRIX, 2000).

Pela importância da fauna edáfica como componente do ecossistema edáfico, e pela necessidade de maiores informações sobre as condições dos solos em ambiente identificado com grau severo de desertificação no Seridó Ocidental paraibano, no que se refere à manutenção ou recuperação de seus níveis de qualidade, o presente trabalho objetivou avaliar os indicadores biológicos do solo, sua abundância e diversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

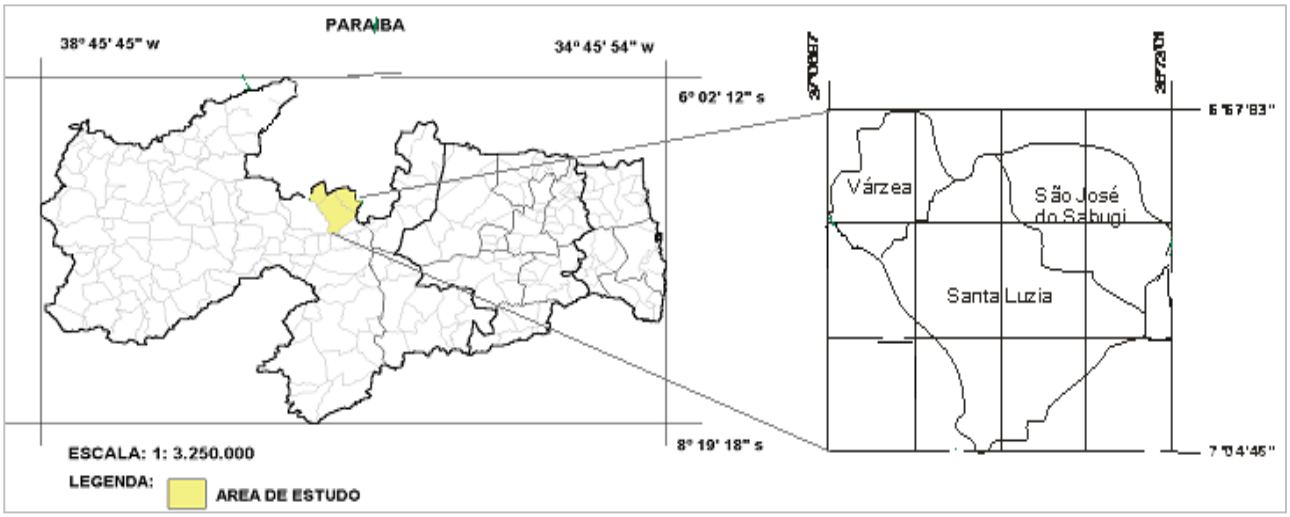
Localização e Caracterização Físico-Geográfica do Espaço Investigado

A área objeto de estudo situa-se integralmente na Mesorregião da Borborema, Microrregião do Seridó Ocidental no Estado da Paraíba, destacado na Figura 1, mais especificamente nos municípios de Várzea no sítio São Porfírio (6º 48’ 32,1” S; 36º 57’, 17,4” W), altitude de 271 m acima do nível do mar com 58 hectares; no município de Santa Luzia, Sítio Tapuio (6° 55’ 33,8” S; 36° 53’ 28,1” W), 350 m de altitude com 180 hectares e no município de São José do Sabugi no Sítio Água Fria (6º 47’ 16,6“ S; 36° 52’, 12,1” W) 287 m de altitude e 80 hectares.

Trata-se de um espaço contido numa região que engloba terrenos cristalinos do pré-cambriano, relevo pediplanados, com maciços e feições residuais e o domínio de um clima que, segundo a classificação de Koppen, pode ser definido como BShw’. Os terrenos cristalinos, em que se destacam

as litomassas, se estruturaram muito remotamente no Pré-Cambriano, que são terrenos que, em face das prolongadas fases erosivas, particularmente operadas ao longo do Cenozóico, foram exumados, exumação essa que implicou no afloramento de litologias variadas que acarretaram, muitas vezes, relevos de desníveis diferentes em decorrência da erosão diferencial, e solos variados.

Figura 1: Esboço cartográfico pontuando os municípios abordados no estudo.



O relevo da área estudada é dominantemente composto por amplas superfícies de erosão do tipo pediplano e pedimentos, revelando assim extensas fases de pedimentação que abriram vales e deixaram como que "emersas" na planura regional inselbergues, cristas residuais e maciços residuais. O relevo é, portanto jovem, pois a idade é plio-pleistocênica, desenvolvido, em estrutura litológica por demais velha. Do ponto de vista hipsométrico, a área apresenta altitudes que permeiam os 270 metros. As áreas mais elevadas, cujas cotas atingem 360 m, localizam-se nas porções fronteiriças do Estado da Paraíba com o Rio Grande do Norte, mais especificamente na porção setentrional do Estado.

O quadro climático, que exerce, direta ou indiretamente, notáveis influências sobre a gênese e a evolução dos solos regionais, se destaca pela certa homogeneidade espacial do quadro térmico e uma heterogeneidade pluviométrica no tempo e no espaço com apenas duas estações definidas, inverno e verão.

O quadro térmico revela nitidamente as características consagradas de um espaço geográfico submetido à semi-áridez, ou seja, temperaturas bastante elevadas durante o dia e mínimas consideráveis à noite, durante a madrugada, em face da baixa umidade atmosférica que dá o seu límpido, situação típica de atmosfera estável. O quadro pluviométrico é influenciado por dois sistemas atmosféricos distintos, tropicais, contudo, que agem paradoxalmente. Um deles acarreta as chuvas de verão retardadas para outono; o outro é o responsável pela instalação da semi-áridez nordestina.

Procedimentos Metodológicos

- **Respiração Edáfica**

A respiração edáfica foi estimada a cada 60 dias, utilizando o método proposto em Grisi (1978). Neste método o dióxido de carbono (CO_2) liberado por uma área de solo foi absorvido por uma solução de hidróxido de potássio (KOH) a 0,5N e sua dosagem obtida por titulação com ácido clorídrico (HCl) a 0,1 N, utilizando indicadores químicos a fenolftaleína e o alaranjado de metila (metilorange), preparados seguindo metodologia utilizada por Morita e Assumpção (1993 apud SOUTO, 2006).

Para realizar a medição foram utilizados recipientes de vidro com 10 mL de solução de KOH 0,5 N, sendo distribuídos 05 (cinco) vidros em cada unidade experimental (05 repetições) em duas parcelas com cobertura vegetal arbórea e arbustiva e em duas parcelas sem vegetação arbórea distribuídas em cada bloco nos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi e Várzea, totalizando 20 leituras a cada 12 horas em cada bloco.

Esses recipientes, depois de destampados, eram cobertos imediatamente com baldes de PVC, sendo as bordas dos mesmos enterrados cerca de 3,0 cm no solo de modo a evitar as trocas gasosas diretamente com a atmosfera. Após o período de 12 horas os recipientes contendo a solução eram trocados, transportados hermeticamente fechados e lacrados com fita adesiva e transportados para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/CSTR/UFCG.

A cada medição, foi utilizado um frasco controle ou testemunha que permanecia hermeticamente fechado no Laboratório. A quantificação do CO_2 desprendido do solo foi através da titulação do KOH remanescente nos recipientes, com a solução de HCl a 0,1N. O frasco controle ou testemunha também foi submetido a esse processo durante todas as etapas do ensaio. A massa de CO_2 desprendida por unidade de área e tempo foi obtida considerando a massa total desprendida no período de permanência na área (obtida por titulação) e a área do balde. Utilizou-se a seguinte equação:

$$mCO_2 = \frac{352.\ (\Delta V_A - \Delta V_B)\ .N_A\ .N_B}{3\ .\ P\ .\ A_B}\ .\ 10^4$$

Onde:

mco_2 = massa de CO_2 em $mg.m^{-2}.h^{-1}$;

ΔV_A = diferença de volume de HCl gasto na primeira e segunda etapa da titulação da amostra (mL);

ΔV_B = diferença de volume HCl gastos na primeira e segunda etapa da titulação do controle (mL);

N_A = concentração de HCl, em n-eq/L;

N_B = concentração de KOH, em n-eq/L;

P = período de permanência da amostra no solo (horas);

A_B = área de abrangência do balde (cm²).

Os experimentos foram executados em parcelas de 20m x 40m, dispondo de áreas com vegetação arbórea e arbustiva (CV) e áreas sem vegetação (SV), estas ultimas com poucos arbustos e cactáceas e poucas gramíneas no período chuvoso. As coletas foram realizadas no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007.

Nas parcelas estudadas a composição florística das espécies vegetais descritas na Tabela 1. Observando que as áreas referentes às parcelas com vegetação (CV) apresentaram seu estrato arbóreo e arbustivo composto pelas espécies descritas na referida tabela. Nas parcelas sem vegetação (SV) a composição florística compunha-se de algumas cactáceas, capim panasco (*Aristida sp*) e malva (*Sida sp*) que se agrupavam no período chuvoso.

Tabela 1: Nome vulgar e científico das principais espécies primitivas na região do Seridó

Nome Vulgar	Nome Científico	Nome Vulgar	Nome Científico
Mofumbo	*Combretum leprosum*	Pinhão bravo	*Jatropha pohliana*
Jurema preta	*Mimosa hodtilis*	Velame	*Croton spp*
Marmeleiro	*Cróton sincorensis*	Jucá	*Caesalpinia ferrea*
Mororó	*Bauhinia heterandera*	Sabiá	*Mimosa caesalpiniaefolia**
Catingueira	*Caesalpinia pyramidalis*	Mandacaru	*Cereus jamacaru*
Umburana-de-cambão	*Bursera leptophloeus*	Facheiro	*Pilosocereus piauhinensis*
Umburana-de-cheiro	*Torresia cearensis*	Xique-xique	*Pilosocereus gounellei*
Juazeiro	*Ziziphus joazeiro*	Macambira	*Bromelia laciniosa*
Aroeira	*Astronium urundeuva**	Capim Panasco	Aristida sp

Fonte: Silva et al., 2002.

- **Lineamento Estatístico**

Para a análise da atividade microbiana, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com dez repetições em cada bloco (município). O esquema de análise de variância encontra-se na Tabela 2.

- **Caracterização da Mesofauna do Solo**

Para a obtenção mesofauna do solo foram coletadas, bimestralmente, a partir do mês de março de 2006 e com término em março de 2007 resultando em 05 amostras por parcela com o emprego de anéis metálicos (diâmetro = 4,8cm e altura = 5,2 cm), totalizando 60 amostras a cada bimestre e totalizando, ao fim dos períodos de coletas, 420 amostras.

Os anéis foram introduzidos no solo com sucessivos golpes de martelo em uma tábua resistente sobreposta na base superior do anel, até que o mesmo fosse totalmente preenchido. Para retirar o anel do solo, utilizou-se espátula e martelo pedológico que eram introduzidos lateralmente; o excedente

de terra foi retirado e as amostras foram cuidadosamente acondicionadas em sacos plásticos visando à minimização de perdas de umidade e de material e, em seguida colocadas em caixa de isopor, protegidas do sol e do calor.

Tabela 2: Análise de variância para o experimento

	GL	SQ	QM	F	p-valor
Vegetação (V)	1	1024	1024	1.7623	0.184734 ^{ns}
Tempo (Te)	6	1047972	174662	300.5389	$< 2.2^{-16}$ ***
Turno (Tu)	1	9060	9060	15.5893	8.605^{-05} ***
Locais (L)	2	86259	43130	74.2126	$< 2.2^{-16}$ ***
V x Te	6	19931	3322	5.7157	7.939^{-06} ***
V x Tu	1	4020	4020	6.9170	0.008712 **
Te x Tu	6	233211	38868	66.8804	$< 2.2^{-16}$ ***
V x L	2	2649	1324	2.2789	0.103101 ^{ns}
Te x L	12	562009	46834	80.5868	$< 2.2^{-16}$ ***
Tu x L	2	347	173	0.2984	0.742057 ^{ns}
V x Te x Tu	6	5182	864	1.4861	0.179991 ^{ns}
V x Te x L	12	14161	1180	2.0306	0.019464 *
V x Tu x L	2	5882	2941	5.0608	0.006557 **
Te x Tu x L	12	32535	2711	4.6652	2.355^{-07} ***
V x Te x Tu x L	12	33216	2768	4.7628	1.498^{-07} ***
Resíduo	756	439359	581		
Total	839	2496817			

ns, não significativo; * e ** significativo a 1% e *** altamente significativo a 5% . Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007.

Na ausência de informações sobre o período e condição de armazenamento para a mesofauna e o armazenamento superior a 24 horas, o que provavelmente causaria a morte de indivíduos mais sensíveis (MELO, 2002 apud SOUTO, 2006), procedeu-se, no mesmo dia das coletas, a extração das populações constituintes da mesofauna através de equipamento do tipo Berlese-Tullgren modificado.

O equipamento é composto por tábuas retangulares, contendo em três módulos com lâmpadas de 25W, dividida em dois compartimentos. O compartimento superior continha os anéis com as amostras e as lâmpadas, enquanto no compartimento inferior continha os funis e os frascos de vidro com a solução de álcool etílico a 80% para o recolhimento dos organismos, ao todo a capacidade era para acondicionar 40 anéis. As amostras foram mantidas no extrator por 96 horas expostas à luz e calor, com a temperatura na parte superior do anel atingindo 42°C.

As radiações produzidas pelas lâmpadas, com o tempo, fizeram com que o solo fosse secando progressivamente de cima para baixo, tornando-se desfavorável à presença dos organismos. Com isto eles migraram para as camadas mais profundas do solo da amostra e acabaram caindo nos funis, que os direcionaram para os frascos receptores, devidamente identificados, contendo a solução. Como as

luzes dos extratores atraiam também outros insetos noturnos que poderiam mascarar as amostras finais (frascos), a bateria de extratores foi vedada completamente com telas de náilon (tipo véu).

Posteriormente, foi feita a transferência do conteúdo de cada frasco para as placas de Petri onde, com o auxílio de um microscópio, foi feita a contagem e identificação dos espécimes presentes em cada amostra. Na avaliação do comportamento ecológico da mesofauna, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades nos meses estudados utilizando os seguintes índices de biodiversidade: o índice de diversidade de Shanon e o índice de eqüitabilidade de Pielou (U). O índice de diversidade de Shannon (H) foi definido pela equação:

$$H= -\sum pi \, . \log pi \, .$$

Onde pi = ni/N; ni = densidade de cada grupo; N = $\sum$ da densidade de todos os grupos.

Esse índice assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (Begon *et al*., 1996).

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de eqüitabilidade, sendo definido por: e = H/log S.

Onde H = índice de Shannon; S = Número de espécies ou grupos.

Na discussão dos dados, utilizou-se o termo "Grupo" para identificar os invertebrados de uma mesma ordem.

- **Dados de Temperatura do Solo**

Durante as coletas no solo, foram registrados dados de temperatura obtida com termômetro digital portátil tipo espeto Display de Cristal Líquido (LCD). Os valores da temperatura (°C) foram obtidos no início da manhã e inicio da noite, cujos resultados encontram-se expostos nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3: Valores de temperaturas (°C) obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV) na superfície e a 20 cm, no período da manhã (M) e da noite (N) durante o decorrer do experimento, no Município de Santa Luzia (PB)

Período leitura		Fev. 2006		Abr. 2006		Jun. 2006		Ago. 2006		Out. 2006		Dez. 2006		Fev. 2007		Mar. 2007	
		Parcelas															
		CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV
M	**S**	28,0	27,6	30,4	29,7	26,7	29,7	45,6	47,0	46,7	48,9	48,3	56,6	39,2	32,8	39,1	41,8
	20 cm	31,5	30,9	30,0	31,2	29,3	29,5	41,9	44,6	43,7	45,2	35,3	39,2	30,9	30,9	32,6	39,3
N	**S**	33,8	30,5	27,4	7,0	34,4	32,1	31,4	31,9	41,9	42,6	39,9	38,6	36,7	31,6	30,6	32,4
	20 cm	38,5	35,9	29,6	31,6	35,8	32,3	29,6	31,6	34,9	35,7	32,9	30,9	31,0	29,8	34,5	33,9

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007.

Tabela 4: Valores de temperaturas (°C) obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV) na superfície e a 20 cm, no período da manhã e da noite durante o decorrer do experimento, no Município de São José do Sabugi (PB)

Período leitura		Fev. 2006		Abr. 2006		Jun. 2006		Ago. 2006		Out. 2006		Dez. 2006		Fev. 2007		Mar. /2007	
		Parcelas															
		CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV
M	**S**	26,5	32,8	28,0	26,4	27,7	29,9	55,4	51,3	47,7	49,9	49,3	51,2	44,1	43,2	47,1	49,8
	20 cm	29,2	30,5	28,0	26,4	26,3	26,5	40,5	32,3	43,9	46,2	44,3	45,7	32,3	31,5	36,6	39,3
N	**S**	27,6	27,0	27,7	29,0	25,8	25,9	41,4	39,9	40,9	39,8	40,9	38,3	35,7	33,6	32,6	34,4
	20 cm	34,5	33,9	29,6	32,2	24,7	23,9	35,6	34,7	36,9	35,0	31,9	33,9	32,5	31,3	30,5	31,9

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007.

Tabela 5: Valores de temperaturas obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV) na superfície e a 20 cm, no período da manhã e da noite durante o decorrer do experimento, no Município de Várzea (PB)

Período leitura		Fev. 2006		Abr. 2006		Jun. 2006		Ago. 2006		Out. 2006		Dez. 2006		Fev. 2007		Mar. /2007	
		Parcelas															
		CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV
M	**S**	27,9	27,3	28,4	28,7	25,7	30,9	44,2	47,3	45,7	48,6	47,3	49,8	34,3	34,9	36,7	39,4
	20 cm	28,7	29,2	32,3	31,2	26,3	26,7	43,9	46,6	44,9	47,2	43,3	47,7	30,1	32,1	32,6	39,0
N	**S**	34,7	36,7	32,0	28,9	30,8	25,2	41,4	44,3	42,6	43,6	39,6	36,3	33,7	29,6	30,9	35,9
	20 cm	37,5	37,2	33,8	31,8	27,3	25,6	39,6	40,8	36,9	38,7	30,9	29,9	32,9	31,8	29,9	36,1

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007.

Dados Pluviométricos das Localidades

Durante os períodos secos, conforme mostra a Tabela 6, antes da retirada das amostras com o anel, a área foi umedecida com 30 mL de água, de modo a evitar que a amostra se desprendesse, prejudicando a extração dos organismos e favorecendo a compactação da amostra nos anéis. Em seguida, as amostras coletadas foram transportadas até as instalações do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos.

- **Macrofauna Edáfica**

A amostragem da fauna edáfica foi realizada a cada 60 dias, nos meses de março, maio, julho, setembro, novembro de 2006 e janeiro e março de 2007. As parcelas foram localizadas com distância máxima de 200m, medindo 20 x 40, os blocos de municípios são distantes aproximadamente 30 km.

Foram utilizadas 20 armadilhas distribuídas aleatoriamente nas parcelas, totalizando 420 coletas. Para a coleta dos organismos edáficos utilizou-se armadilhas do tipo Provid (CONCEIÇÃO et al, 2001) que consistem de garrafas plásticas do tipo pet com quatro aberturas de 5 cm x 5 cm, localizadas a 17,0 cm da base da garrafa, ficando suas aberturas ao nível do solo para permitir a entrada de artrópodes.

Tabela 6: Dados pluviométricos dos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi e Várzea durante os períodos de coleta.

Ano/Mês	**Santa Luzia**		**São José do Sabugi**		**Várzea**	
2006	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Jan	0,0	12,2	0,0	1,5	0,0	7,5
Fev	61,0	102,7	127,3	156,0	134,9	202,3
Mar	131,6	77,6	257,8	92,5	130,1	172,6
Abr	238,8		136,7		314,5	
Mai	134,4		92,9		144,9	
Jun	66,0		75,3		61,8	
Jul	-		0,0		0,0	
Ago	0,0		0,0		0,0	
Set	0,0		0,0		0,0	
Out	0,0		14,8		0,0	
Nov	0,0		20,1		0,0	
Dez	0,0		6,3		0,0	
Total	**631,8**	**192,5**	**731,2**	**250,0**	**786,2**	**382,4**

Fonte: Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente; Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), 2007.

No interior da garrafa foi adicionado 200 mL de uma solução de detergente neutro (15%). Em seguida, foram enterradas 05 armadilhas em cada parcela. Após quatro dias da instalação, as armadilhas foram retiradas e levadas ao Laboratório para proceder à quantificação e identificação ao nível de classe ou ordem dos organismos, conforme Gallo et al (1988).

A fauna do solo foi avaliada quantitativamente através do número de espécimes e qualitativamente pela diversidade. Os totais coletados foram analisados pelo Teste t de Student para populações independentes, ao nível de 5%. Para a avaliação da diversidade utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon (H) (BEGON et al, 1990), comparado entre os tratamentos também através do Teste t de Student, a 5%.

Este índice associa a riqueza de organismos com a eqüitabilidade entre as ordens para determinar qual o tratamento que apresenta maior diversidade de ordens. Para o cálculo dos índices

foi utilizada a média entre as três épocas de coleta dos valores de riqueza. Neste trabalho, a riqueza refere-se ao número de ordens encontradas dentro de cada solo.

Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna, também mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades nos meses estudados utilizando o índice de diversidade de Shannon (H) e o índice de eqüitabilidade de Pielou (U).

O índice de diversidade de Shannon (H) é definido pela equação:

$$H= -\sum pi \, . \log pi \, .$$

Sendo pi = ni/N; ni = densidade de cada grupo; N = $\sum$ da densidade de todos os grupos.

O índice de Shannon adota valores que podem variar de 0 a 5, indicando que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (Begon *et al*., 1996).

O Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de eqüitabilidade, definido por: e = H/log S.

onde H= índice de Shannon; S = Número de espécies ou grupos.

Na discussão dos dados, utilizou-se o termo "Grupo" para identificar os invertebrados de uma mesma ordem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

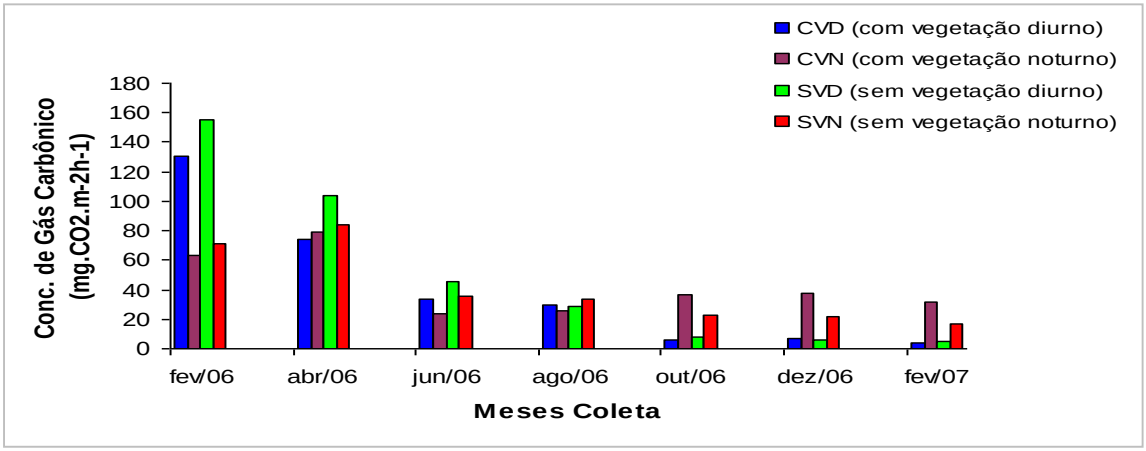
A respiração microbiana do solo resulta da atividade biológica dos diversos microorganismos responsáveis pela mineralização dos resíduos orgânicos depositados no solo. A partir dos dados obtidos das parcelas estudadas (com vegetação dia - CVD, com vegetação noite - CVN, sem vegetação dia SVD - e sem vegetação noite SVN), esboçou-se o comportamento deste processo durante doze meses de coletas, nas parcelas dos municípios estudados conforme indicado no Gráfico 1.

Com o resultado da atividade respiratória, optou-se por agrupar os valores das médias nos três blocos dos municípios estudados, Santa Luzia, São José do Sabugi, realizando a análise das parcelas e seu comportamento, já que os resultados refletiram uma tendência de decréscimo nos meses avaliados ao longo do período do experimento. Desse modo, nos dados abaixo apresentados, ao invés de se ter dados de cada bloco individualmente nos doze meses, têm-se valores da respiração diurna e noturna registrados no período em todos os blocos.

BLEY Jr., (1999) afirma que situando-se na faixa de 30 ºC a 35 ºC, o consumo de 'alimentos' pela atividade microbiana na superfície do solo atinge o máximo e em seguida entra em colapso, pelo excesso de temperatura. Ao analisar graficamente os resultados, verificou-se que as áreas sem cobertura vegetal (SV) arbórea, no período dia, apresentou uma atividade microbiana no tocante a liberação de CO_2 superior a parcela com cobertura (CV) arbórea e arbustiva tanto para o período

diurno como noturno durante estação chuvosa as três primeiras coletas, e o maior nível de liberação tenha ocorrido na coleta de fevereiro de 2006.

Gráfico 1: Evolução mensal de CO2 (mg CO_2 m^{-2} h^{-1}) nas parcelas estudadas, no período compreendido de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, nos municípios de Santa Luzia (PB, Várzea (PB) e São José do Sabugi (PB). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.



Destacando que durante o período de coleta, na estação seca a atividade microbiana se comportou com menor nível de liberação de CO_2 ocorrendo uma maior atividade durante o turno da noite, e ocorrendo diferença entre os períodos em todas as épocas de amostragem. Verifica-se nos Gráficos 2, 3 e 4, o comportamento da atividade microbiana nos municípios estudados. E esta variação é corroborada quando Dilustro et al. (2004) identificou que o efluxo de CO_2 é influenciado pela umidade, temperatura e textura do solo. E Fang e Monerieff (1999) também afirmam que a temperatura exerce forte influência sobre esse parâmetro.

Gráfico 2: Evolução mensal de CO_2 (mg CO_2 m^{-2} h^{-1}) nas parcelas estudadas, no período compreendido de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, no Município Santa Luzia (PB). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007. Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

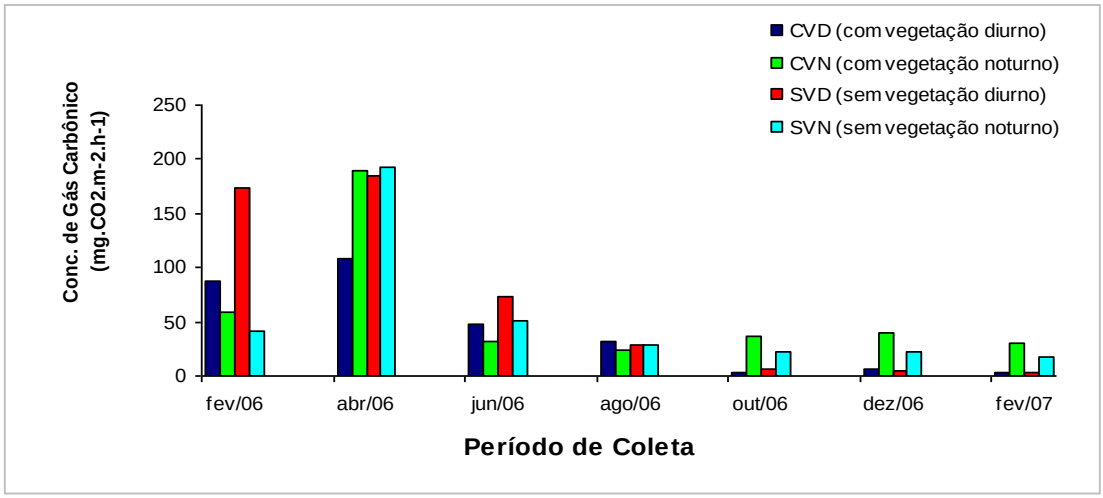


Gráfico 3: Evolução média mensal de CO_2 (mg CO_2 m^{-2} h^{-1}) nas parcelas estudadas, no período compreendido de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, no Município Várzea (PB).

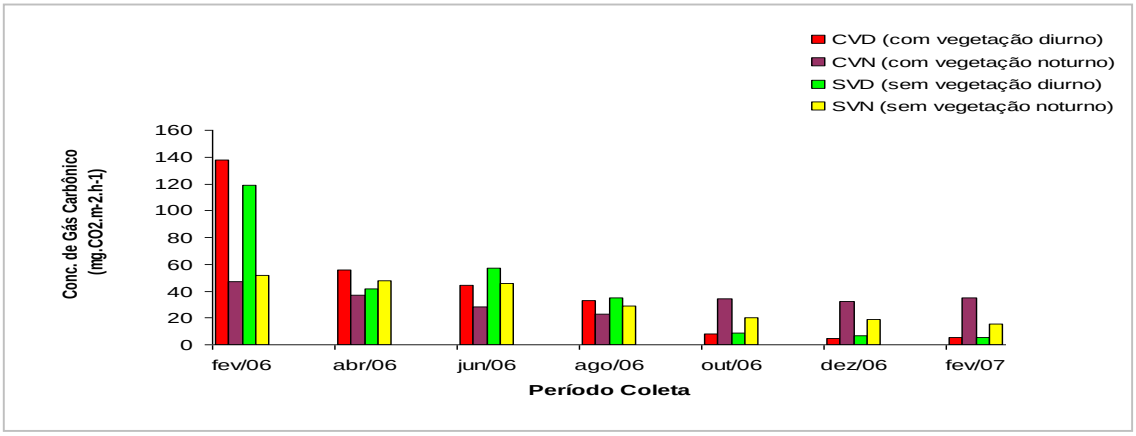
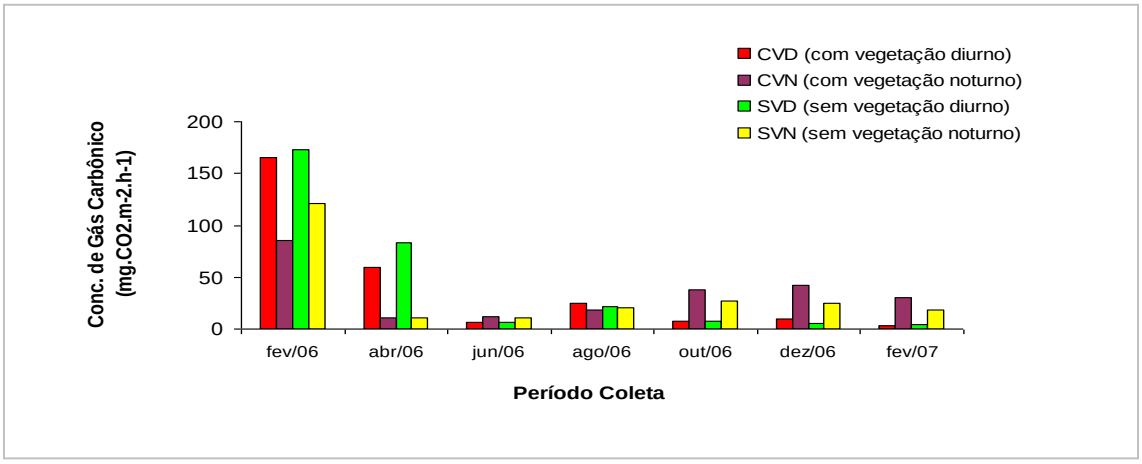


Gráfico 4: Evolução média mensal de CO_2 (mg CO_2 m^{-2} h^{-1}) nas parcelas estudadas, no período compreendido de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, no Município São José do Sabugi.Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007



Processando os dados no *Programa Estatístico R versão 2.6.1*, o resultado mostra significância para os fatores *tempo, turno e parcela.* Esse fato significa que existe diferença nos resultados inerentes aos períodos de coletas, ao turno e em relação aos Municípios estudados. Já nas áreas com cobertura ou sem cobertura os dados não mostraram diferença significativa.

É provável que, durante a noite, a temperatura do solo nas camadas superficiais, estando mais baixas do que no período da manhã, conforme mostram as Tabelas 7, 8 e 9, tenha favorecido a atividade microbiana, resultando em maior liberação de CO_2. EKBLAD et al., (2005) constataram o fato de que a temperatura e umidade do ar também têm influencia sobre a respiração do solo.

Como a determinação da respiração edáfica foi feita na superfície do solo, a atividade microbiana nas camadas superficiais sofre influências mais intensas dos fatores abióticos, e as condições de estresse limitaram a atividade dos microrganismos. Nessa perspectiva Araújo (2005),

afirma que a variação no teor de carbono orgânico ($C\text{-}CO_2$) pode estar associada às flutuações sazonais do clima, que influencia na atividade microbiana do solo.

Tabela 7: Valores médios da temperatura, °C obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante os períodos de coletas na superfície e a 20 cm, no município de Santa Luzia (PB), durante a realização do experimento compreendido de fevereiro de 2006 a março de 2007.

Período	Profundidade	CV	SV
Manhã 6:00	Superfície	38	39,2
	20 cm	34,4	36,4
Noite 18:00	Superfície	34,5	33,3
	20 cm	33,4	32,7

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007

Tabela 8: Valores médios da temperatura, °C obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante os períodos de coletas na superfície e a 20 cm, no município de Várzea (PB), durante a realização do experimento compreendido de fevereiro de 2006 a março de 2007.

Período	Profundidade	CV	SV
Manhã 6:00	Superfície	39,8	38,4
	20 cm	35,3	37,5
Noite 18:00	Superfície	35,7	30,1
	20 cm	33,6	34,0

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007

Tabela 9: Valores médios da temperatura °C obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante os períodos de coletas na superfície e a 20 cm, no Município de São José do Sabugi (PB), durante a realização do experimento compreendido de fevereiro de 2006 a março de 2007.

Período	Profundidade	CV	SV
Manhã	Superfície	40,7	41,8
	20 cm	35,1	34,8
Noite	Superfície	34,0	33,4
	20 cm	32,0	32,1

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007

Resultados semelhantes foram obtidos por Souto et al. (2002) ao avaliarem a liberação de CO_2 em área de Caatinga, após a incorporação de estercos e relataram que, devido às variações térmicas encontradas, o solo funciona como estabilizador térmico. Bakke et al. (2001), trabalhando em duas áreas distintas na Caatinga, observaram que as altas temperaturas inibiram a atividade microbiana.

No entanto, Araújo (2005), ao avaliar os efeitos da variabilidade climática e perdas de CO_2 durante 12 horas no Cariri paraibano, observou maior liberação de CO_2 durante a manhã. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Silva (2000) quando avaliou a atividade microbiana em agroecossistemas distintos no município de Areia (PB).

Quanto à liberação de CO_2, mensalmente, durante o período de doze meses em que foi conduzido o experimento, observou-se que a liberação foi um maior na área sem vegetação no período da manhã quando comparado à parcela com vegetação, no mesmo período. Os valores totais da concentração de gás carbônico apresentados foram em média, respectivamente, de 40,78 mg $CO_2.m^{-2}.h^{-1}$ e 50,1 mg$CO_2.m^{-2}.h^{-1}$.

Os maiores valores médios da atividade biológica, ou seja, a liberação de CO_2 foi detectada nas parcelas com vegetação e sem vegetação, ambas no período da manhã fato, também relacionado aos meses com maiores índices pluviométricos. Isso, provavelmente, pode ser atribuído ao acréscimo do conteúdo de água no solo e temperaturas amenas, o que proporcionou um crescimento substancial do estrato herbáceo e, conseqüentemente, maior atividade dos microrganismos na rizosfera, contribuindo para o aumento do CO_2 nesses meses.

Apesar da preocupação de quantificar a liberação de CO_2, não devemos ter na biomassa a única fonte de carbono orgânico para o solo, sendo importante ressaltar a influência da respiração das raízes, conforme afirmam Rocha e Minhoni (1999).

Com relação às parcelas com vegetação é possível observar que o conteúdo de água no solo ajuda a umedecê-lo rapidamente, fato que não acontece nas áreas sem vegetação. Souto (2002) identificou uma variação no teor de umidade do solo em área degrada no semiárido paraibano e relata que essas variações poderão influenciar no acréscimo e no declínio da população microbiana do solo.

Os menores valores médios de CO_2 liberado foram registrados nas parcelas com vegetação e sem vegetação no período da noite numa média, respectivamente, de 42,54 mg $CO_2.m^{-2}.h^{-1}$ e 40,88 mg $CO_2.m^{-2}.h^{-1}$.

Os valores obtidos nas parcelas coletadas, durante o período da realização do experimento, confirmam a influência das condições climáticas no processo de liberação de CO_2, principalmente a pluviosidade, a qual regula o teor de umidade e a temperatura do solo.

Provavelmente, esse fato deve estar relacionado à presença de uma maior quantidade de substâncias orgânicas de difícil absorção, como é o caso da celulose e da lignina quando se fazem

presentes; substâncias essas que são de difícil decomposição e que favorecem ao decréscimo da atividade microbiana. É importante observar que a liberação de CO_2 em função da região propicia as variações quanto à adaptabilidade dos microrganismos em relação à temperatura ideal, como também o conteúdo de água no solo satisfatório para incrementos ou não da atividade microbiana.

Após analisados os dados obtidos, percebeu-se que a magnitude das alterações na atividade microbiana, expressa pela liberação de CO_2, provavelmente esteve relacionada com as variações climáticas.

Mesofauna do Solo: composição total da comunidade do solo, densidade percentual dos grupos taxonômicos

Durante o período experimental de um ano foram coletadas 420 amostras de solo, onde delas foram extraídos 730 indivíduos no total, distribuídos em grupo de 04 indivíduos.

O número e porcentagem de indivíduos coletados na área experimental, por grupo taxonômico, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: População e freqüência relativa (%) de indivíduos da mesofauna edáfica coletados, após um ano de experimentação.

Grupos	**População**	**%**
Collembola	307	42
Ácarine	255	35
Díptera	151	21
Isoptera	17	2,0
Total	**730**	**100**

Fonte: Pesquisa direta, 2006 a 2007

Os grupos Acarine, Collembola e Dípetera estiveram representados em todas as amostras oriundas dos três Municípios, nos períodos de coletas nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), porém com maior ênfase na parcela CV no município de Várzea. Com relação ao grupo de Isoptera não foi quantificado no Município de Várzea em nenhuma das parcelas, estando presentes nos demais municípios.

Observa-se um predomínio do grupo Collembola (42%) seguido do grupo Acarine com expressiva participação de 35% e Díptera com 21% e o menos expressivo Isoptera com apenas 2%. Vale salientar que os grupos de maior representatividade (Acarine, Collembola e Dípetera) estiveram presentes nas parcelas com vegetação arbórea. Segundo Damé et al. (1996), a presença dos grupos Acarine e Collembolos serve como indicadores da condição biológica do solo, pela sua sensibilidade às alterações ambientais.

Rovedder et al. (2004), relatam que, devido à alta sensibilidade as alterações ambientais, a fauna edáfica vem sendo utilizada como indicador da qualidade do solo e, constataram que em área degradada houve um menor número total de organismos e um menor índice de diversidade, além de um menor número de collembolos, evidenciando as características de solo degradado pela arenização. Nesse sentido, Steffen et al. (2004), reafirmam a eficiência dos collembolos como bioindicadores da qualidade do solo.

Dentre os grupos o de menor representatividade nas áreas exploradas foi o grupo de Isoptera. Contudo, os cupins são bastante utilizados como indicadores de contaminação química, devido à acumulação de metais pesados (FILHO, 1995). Em florestas contínuas, cupins geófagos e subterrâneos são dominantes por serem sensíveis a variações microclimáticas, já em fragmentos florestais são importantes como decompositores de serapilheira e intermediários de geófagos e xilófagos (SOUZA e BROWN, 1994).

Observa-se que a não identificação de outras espécies não sinaliza para um entendimento de comprometimento das áreas estudadas. Souto (2006), em estudo na Caatinga, afirma que a não identificação de outros grupos e/ou espécies não deixa de ser relevante, pois pouco se conhece sobre os organismos que habitam o solo sob a Caatinga e seu papel na dinâmica da natureza local.

Nota-se no presente estudo que é a presença mais elevada de indivíduos nos grupos (Acarine, Collembola e Diptera), não sendo identificados nestas coletas outros grupos, fato este relacionado ao comportamento característico de climas tropicais com estações bem definidas; sendo uma seca e outra úmida, conforme afirmam Colinaux (1986) e Begon et al. (1996 apud TOLEDO, 2003). Ainda nessa perspectiva, Martins e Santos (1999) destacam que, numa comunidade, cada espécie tem uma abundância diferenciada, sendo algumas abundantes, outras intermediárias e ainda outras, raras.

Observa-se na Tabela 11 que uma menor diversidade de indivíduos quanto comparados ao Índice de Uniformidade de Shannon e Pielou, registrando que a presença de uma certa quantidade de um grupo pode refletir em uma reduzida diversidade.

Verifica-se nos Gráficos 5 e 6 que, não foram encontradas espécies do grupo de Isoptera em nenhuma das parcelas. Já com relação aos demais grupos, observa-se um acentuado aumento nos índices com relação aos indivíduos Acarine, Collembola e Díptera na área com vegetação. Já nas áreas sem vegetação, observa-se um decréscimo nos índices das mesmas espécies.

Nos Gráficos 7 e 8, observa-se uma representação de todos os indivíduos, ressaltando que nas áreas com vegetação a um aumento gradativo com relação ao índice de Shannon e ao de Pielou. Já com relação aos resultados das áreas sem vegetação, observa-se para os índices uma redução nos indivíduos coletados.

Tabela 11: Índice de Shannon (H) e Índice de Pielou (e) e referente aos grupos taxonômicos, da mesofauna, nos períodos de coleta das parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV) dos Municípios de Santa Luzia (PB), Várzea (PB) e São José do Sabugi (PB).

Índices	Área com vegetação (CV)				Área sem vegetação (SV)			
	Santa Luzia				Santa Luzia			
	A	B	C	D	A	B	C	D
H	0,1194	0,1498	0,1530	NE	0,1593	0,1512	0,1477	NE
e	0,1983	0,2488	0,2541	NE	0,2646	0,2511	0,2453	NE
	Área com vegetação (CV)				Área sem vegetação (SV)			
Índices	Várzea				Várzea			
	A	B	C	D	A	B	C	D
H	0,1262	0,1279	0,1425	0,1505	0,1598	0,1597	0,1553	0,1505
e	0,2096	0,2124	0,2367	0,2500	0,2654	0,2652	0,2579	0,2500
	Área com vegetação (CV)				Área sem vegetação (SV)			
Indices	São José do Sabugi				São José do Sabugi			
	A	B	C	D	A	B	C	D
H	0,1263	0,1309	0,1362	0,1436	0,1598	0,1595	0,1588	0,1557
e	0,2098	0,2174	0,2262	0,2385	0,2654	0,2649	0,2637	0,2586

Legenda: A: Acarine; B: Collembola; C: Díptera; D: Isoptera; NE: Não encontrado.

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

Gráfico 5: Comportamento da mesofauna do município de Santa Luzia (PB), na parcela com vegetação (CV). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

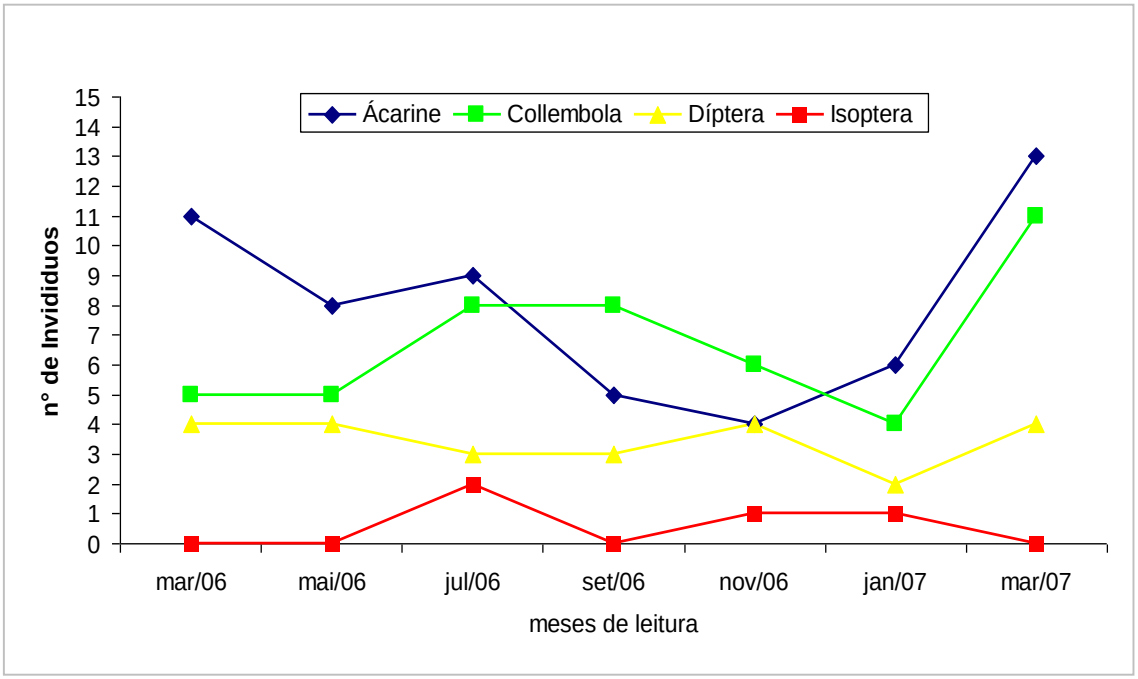


Gráfico 6: Comportamento da mesofauna do município de Santa Luzia (PB), na parcela sem vegetação (SV). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

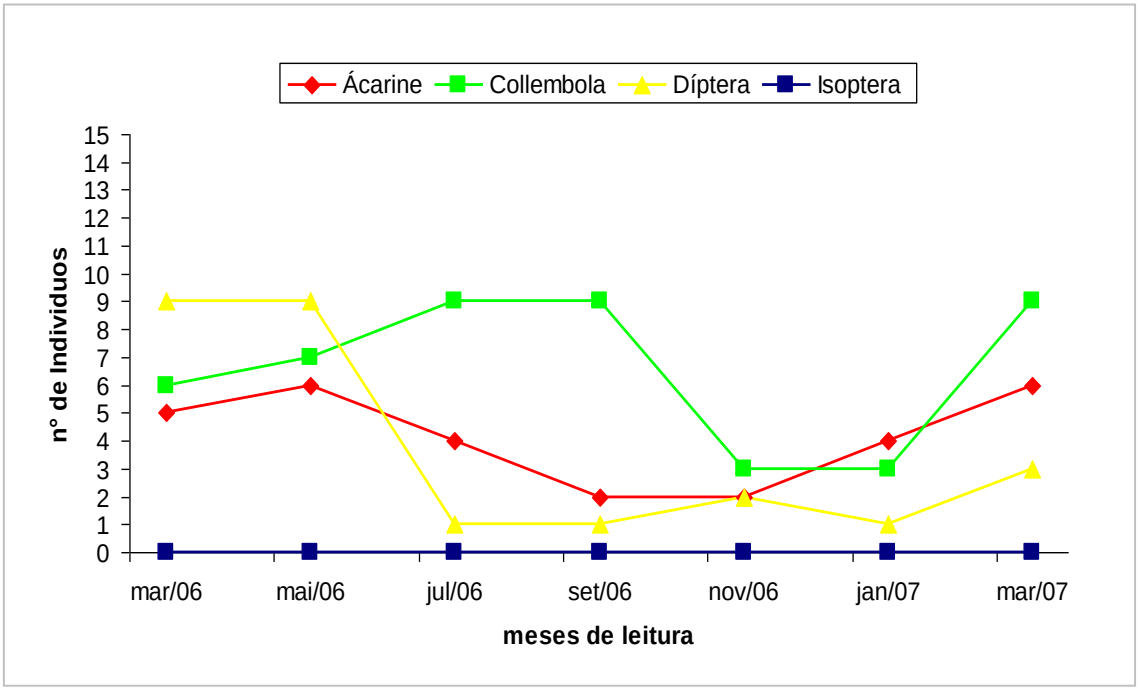
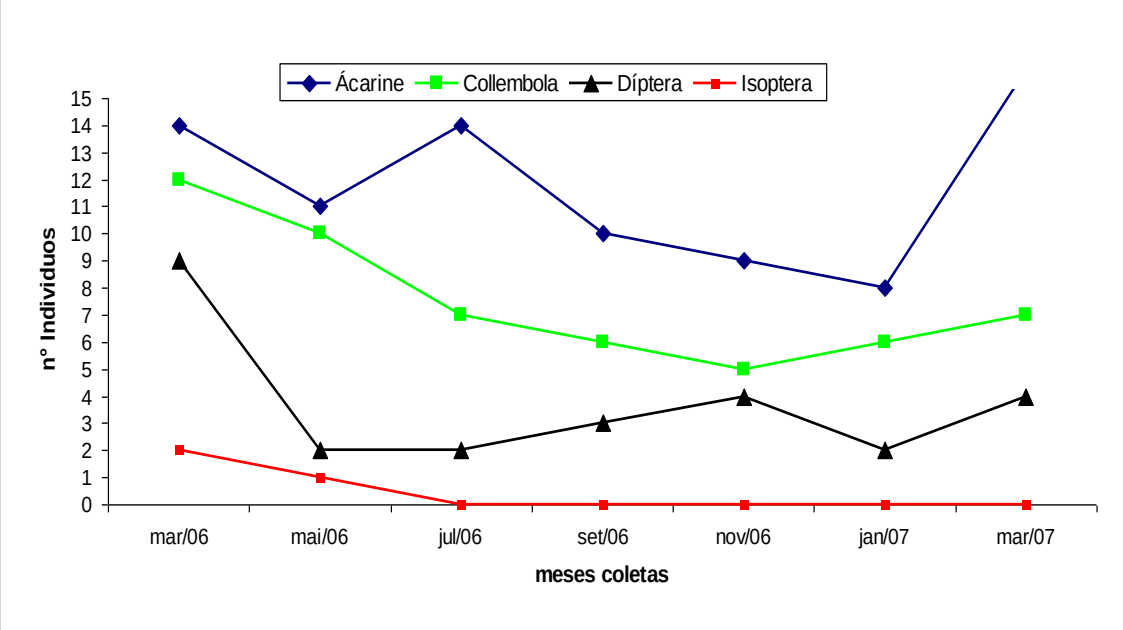


Gráfico 7: Comportamento da mesofauna do Município de Várzea (PB), na parcela com vegetação (CV). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007



Nota-se nos Gráficos 9 e 10 um comportamento semelhante aos índices de Shannon e Pielou comparado com o Município de Santa Luzia (PB) nas áreas com vegetação. Fato que não ocorreu para as áreas sem vegetação, as quais obtiveram um decréscimo nos grupos e, consequentemente, nos índices mencionados.

Gráfico 8: Comportamento da mesofauna do Município Várzea (PB), na parcela sem vegetação (SV). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007

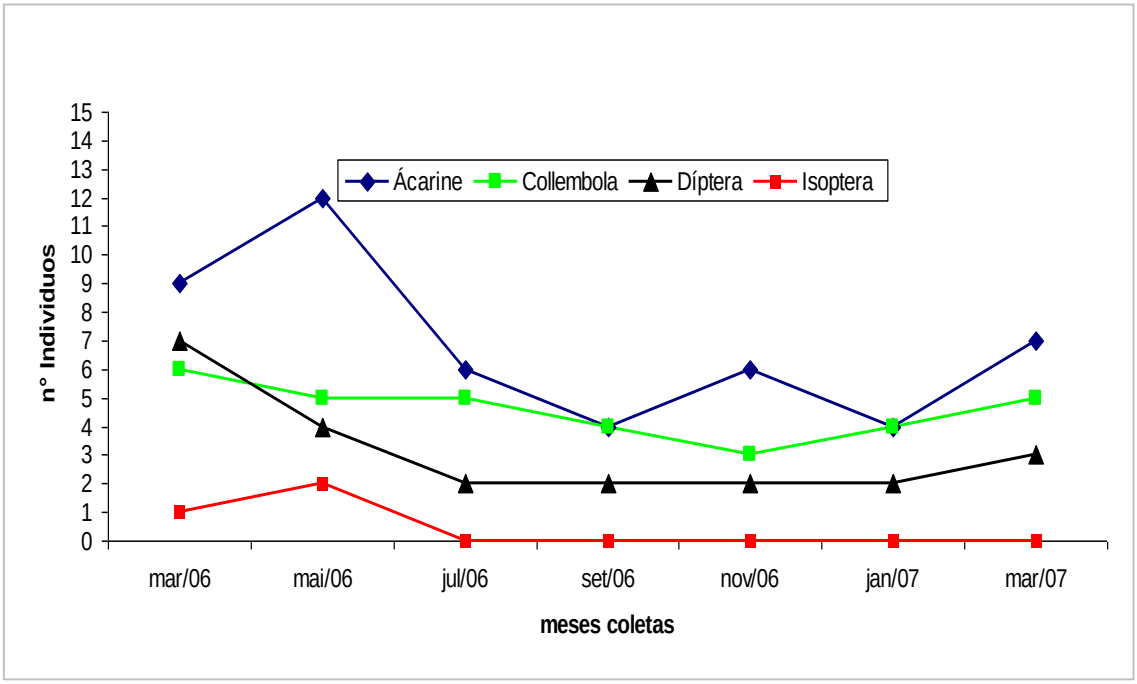
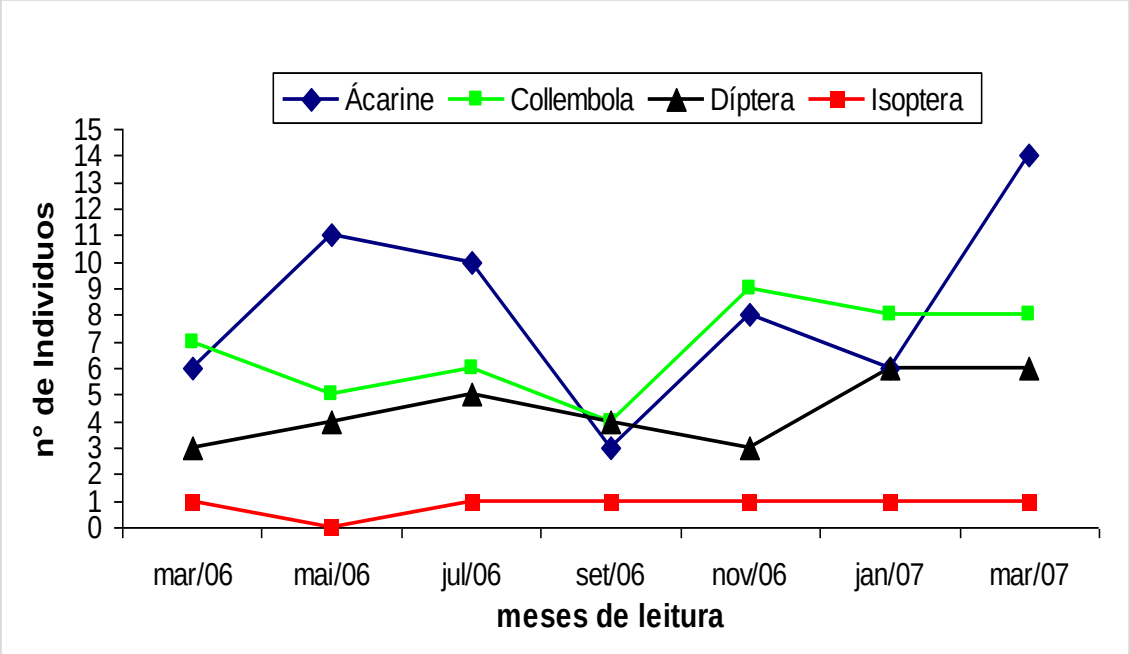


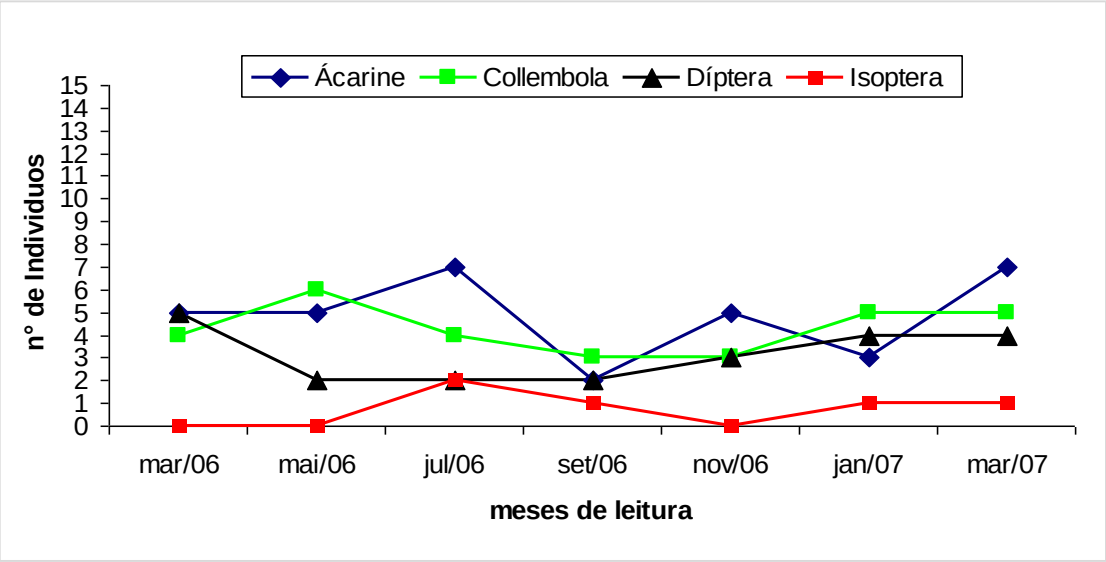
Gráfico 9: Comportamento da mesofauna do Município de São José do Sabugi (PB), na parcela com vegetação (CV). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.



Percebe-se ainda que a presença dos grupos Acarine, Collembola e Díptera em todas as áreas estudadas dos municípios, fato provocado, provavelmente, a resistência e adaptação dos mesmos às condições dos ambientes onde foram desenvolvidos os estudos. No entanto, a presença do grupo dos

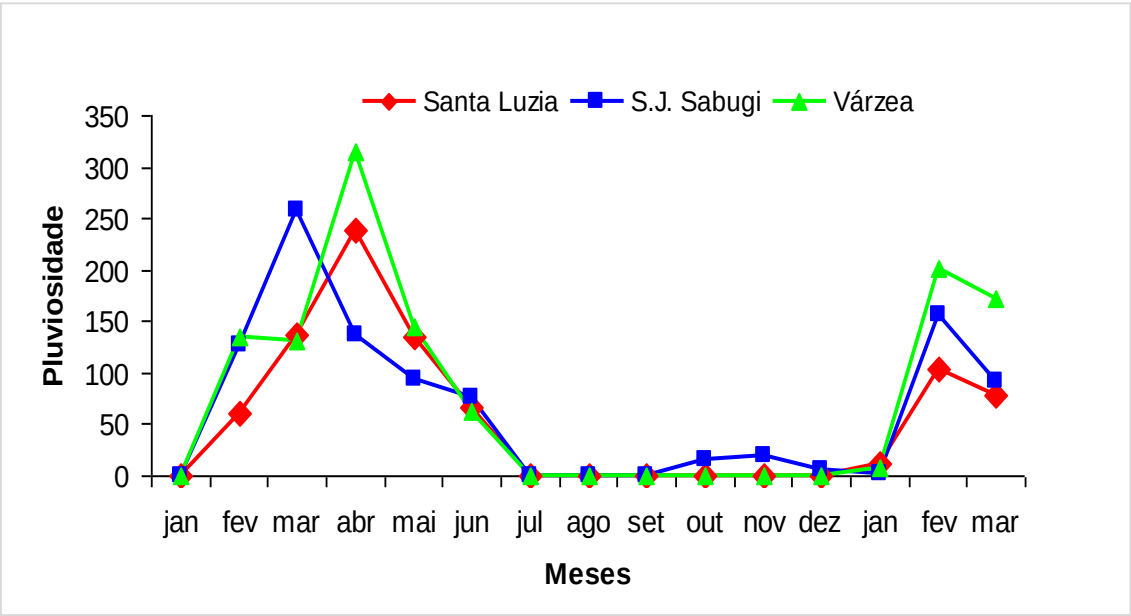
Isopteras em todos os municípios não é um fator excludente, pois o mesmo pode possuir um papel importante na regulação interna de energia desse ecossistema.

Gráfico 10: Comportamento taxonômico da mesofauna do Município de São José do Sabugi (PB), na parcela sem vegetação (SV). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.



Ressalta-se que a presença dos grupos avaliados pelos índices de Shannon e Pielou sugere que estes sofreram influência sazonal quando comparados aos dados pluviométricos obtidos das áreas estudadas, conforme mostram a Tabela 6 (p.69) e a figura 17. A mesma apresenta uma irregularidade nos índices pluviométricos obtidos pela AESA durante o período da pesquisa.

Gráfico 11: Variação da pluviosidade nas parcelas com vegetação e sem vegetação, dos municípios de Santa Luzia (PB), Várzea (PB) e São José do Sabugi (PB). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007



É importante ressaltar que o estudo das parcelas se deu, também, em período chuvoso, sendo necessário enfocar a variação de temperatura do solo na superfície e a 20 cm de profundidade a qual pode influenciar na maior atividade da fauna edáfica. Contudo, é importante enfocar que a área estudada se trata de uma região semiárida e com taxa de evaporação elevada e, por esse motivo, estudos mais prolongados podem aferir o grau de adaptação deste ecossistema às variações de temperatura conforme estudos que estabelecem algumas bases de dados para o comportamento da fauna edáfica em função da temperatura. (ENTRY; BACKMAN, 1995 apud SOUTO,2006).

No município de Santa Luzia (PB), os valores médios da temperatura na superfície e a 20 cm de profundidade no período da manhã, na parcela com vegetação foram, respectivamente, 38ºC e 34,4ºC. E no período da noite os valores foram, respectivamente, 34,5ºC e 33,4ºC. Na parcela sem vegetação, os valores médios obtidos foram, respectivamente, 39,2ºC e 36,4ºC. E no período da noite, foram, respectivamente, 33,3 ºC e 32,7 ºC.

No município de Várzea (PB), nas parcelas com vegetação, os valores médios de temperatura na superfície e a 20 cm no período da manhã foram, respectivamente, 39,8ºC e 35,3ºC. E no período da noite, foram respectivamente, 35,7 ºC e 33,6 ºC. Na parcela sem vegetação, no período da manhã e nas mesmas condições foram, respectivamente, 38,4 ºC e 37,5º C. Já no período da noite a média encontrada foi em torno de 30,1 ºC e 34 ºC .

No município de São José do Sabugi (PB), os valores médios da temperatura na superfície e a 20 cm de profundidade no período da manhã, na parcela com vegetação foram, respectivamente, 40,7 ºC e 35,1ºC. E no período da noite os valores foram, respectivamente, 34ºC e 32ºC. Na parcela sem vegetação, no período da manhã, os valores médios obtidos foram, respectivamente, 41,8ºC e 34,8ºC. E no período da noite, foram, respectivamente, 33,4 ºC e 32,1 ºC.

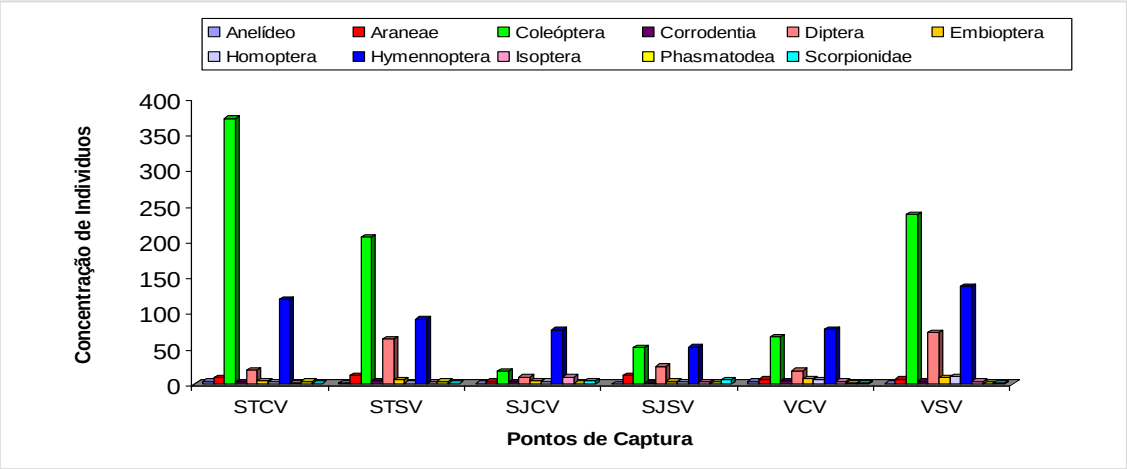
Nos períodos cujas temperaturas foram elevadas e consequentemente, coincidiu com ausência de pluviosidade, a atividade biológica da fauna edáfica foi limitada, causando uma insuficiência na incorporação de nutrientes necessária a manutenção vegetal. A compreensão de Witkamp (1996 apud SOUTO, 2006) é que temperaturas elevadas influência na atividade de certos microrganismos, ao mesmo passo que aumenta o desencadeamento no solo de material como folhas consistentes e de difícil umidificação, como é o caso das folhas da vegetação que constitui a caatinga.

Contudo, denota-se a influência dos elementos climáticos: pluviosidade e temperatura na atividade de elementos decompositores do solo. Portanto, faz sentido reforçar que a atividade biológica da mesofauna encontra-se influenciada não apenas pela qualidade do substrato, mas também pelas condições do ambiente (GAMA-RODRIGUES, 1997).

Percebe-se, portanto, que a falta de estabilidade referente à pluviosidade, presente na região dos municípios estudados é um fator importante na avaliação da atividade biológica da fauna edáfica

como também, na presença dos mesmos no solo do bioma caatinga como se encontra exposto no Gráfico 12.

Gráfico 12: Valores médios do comportamento taxonômico da macrofauna, obtidos nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante o período de março de 2006 a março de 2007, nos município: Santa Luzia (PB), Várzea (PB) e São José do Sabugi (PB). Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.



Um ponto de extrema importância para o experimento encontra-se relacionado ao desenvolvimento taxonômico da macrofauna edáfica, para os Municípios de Santa Luzia, Várzea e São José do Sabugi, nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV) conforme mostra a Tabela 12. Já nas Tabelas 13, 14 e 15 encontram-se os valores médios dos índices de diversidade de Shannon (H) e do Índice de Pielou (e), obtidos mediante a aplicabilidade do Programa Estatístico DivEs v2.0.

Tabela 12: Média do comportamento taxonômico obtidas dos índices de Shannon e Pielou, da macrofauna, obtido nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante o período de março de 2006 a março de 2007 no Município de Santa Luzia (PB).

	Área com vegetação(CV)										
Índice	ANE	ARA	COL	COR	DIP	EMB	HOM	HYM	ISO	PHAS	SCORP
H	0,60	0,66	0,81	0,48	0,71	0,41	0,48	0,83	0,30	0,45	0
e	1,00	0,86	0,84	1,00	0,83	0,70	1,00	0,86	1,00	0,83	0,92
	Área sem vegetação(SV)										
Indíce	ANE	ARA	COL	COR	DIP	EMB	HOM	HYM	ISO	PHAS	SCORP
H	0,30	0,63	0,77	0,46	0,80	0,68	0,00	0,83	0,00	0,60	0,00
e	1,00	0,80	0,81	0,80	0,84	0,93	0,00	0,86	0,00	1,00	0,94

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007. LEGENDA: ANE (Anelídeo); ARA (Araneae) COL (Coleóptera); COR (Corrodentia); DIP (Díptera); EMB (Embioptera); HOM (Homóptera); HYM (Hymennoptera); ISO (Isoptera); PHAS (Phasmatodea); SCOR (Scorpionidae).

Tabela 13: Média do comportamento taxonômico obtidos dos índices de Shannon e Pielou, da macrofauna, obtido nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante o período de março de2006 a março de 2007 no Município de Várzea (PB).

	Área com vegetação(CV)										
Índice	ANE	ARA	COL	COR	DIP	EMB	HOM	HYM	ISO	PHAS	SCORP
H	0,60	0,64	0,81	0,70	0,69	0,41	0,58	0,80	0,45	0,30	0,80
e	1,00	0,86	0,85	1,00	0,81	0,70	0,87	0,84	0,83	1,00	0,96
	Área sem vegetação(SV)										
Índice	ANE	ARA	COL	COR	DIP	EMB	HOM	HYM	ISO	PHAS	SCORP
H	0,00	0,64	0,78	0,45	0,70	0,75	0,71	0,83	0,45	0,00	0,80
E	0,00	0,86	0,81	0,83	0,78	0,92	0,85	0,85	0,83	0,00	0,94

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007. LEGENDA: ANE (Anelídeo); ARA (Araneae) COL (Coleóptera); COR (Corrodentia); DIP (Díptera); EMB (Embioptera); HOM (Homóptera); HYM (Hymennoptera); ISO (Isoptera); PHAS (Phasmatodea); SCOR (Scorpionidae).

Tabela 14: Média do comportamento taxonômico obtidos dos índices de Shannon e Pielou, da macrofauna, obtido nas parcelas com vegetação (CV) e sem vegetação (SV), durante o período de março de2006 a março de 2007 no Município de São José do Sabugi (PB).

	Área com vegetação(CV)										
Índice	ANE	ARA	COL	COR	DIP	EMB	HOM	HYM	ISO	PHAS	SCORP
H	0,00	0,60	0,83	0,48	0,71	0,58	0,45	0,74	0,53	0,00	0,58
e	0,00	1,00	0,85	1,00	0,86	0,90	0,83	0,81	0,73	0,00	0,90
	Área sem vegetação(SV)										
Índice	ANE	ARA	COL	COR	DIP	EMB	HOM	HYM	ISO	PHAS	SCORP
H	0,00	0,63	0,82	0,30	0,61	0,60	0,48	0,82	0,48	0,00	0,68
e	0,00	0,80	0,86	1,00	0,74	1,00	1,00	0,86	1,00	0,00	0,96

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007. LEGENDA: ANE (Anelídeo); ARA (Araneae) COL (Coleóptera); COR (Corrodentia); DIP (Díptera); EMB (Embioptera); HOM (Homóptera); HYM (Hymennoptera); ISO (Isoptera); PHAS (Phasmatodea); SCOR (Scorpionidae).

Os índices de Diversidade de Shannon obtidos nas parcelas com vegetação, dos três Municípios, mantiveram-se superior em relação aos obtidos nas parcelas sem vegetação. O mesmo comportamento foi observado em relação ao índice de Pielou. Em termos médios os valores obtidos foram, respectivamente, em torno de: 0,56 e 0,48 para os índices de Shannon e de 0,87 e 0,69, para os índices de Pielou.

Todas as parcelas dos municípios estudados apresentaram as mesmas 12 classes de indivíduos. No município de Santa Luzia, observou-se que a área sem vegetação apresentou um menor número de indivíduos, fato também verificado para o município de São José do Sabugi. Já para o de Várzea,

o menor número de indivíduos foi observado nas parcelas com vegetação, conforme mostram os dados expostos na Tabela 15.

Tabela 15: Valores médios do comportamento taxonômico, nos Municípios de Santa Luzia (PB), Várzea (PB) e São José do Sabugi (PB), nas parcelas com vegetação arbórea (CV) e sem vegetação (SV), no período de 12 meses

Santa Luzia											
Parcelas		Ane	Ara	Col	Cor	Dip	Emb	Hom	Hym	Iso	Phas	Scorp
CV		4	9	372	3	20	5	3	119	2	4	1
SV		2	12	206	5	63	6	1	91	0	4	1
Várzea												
Parcelas		Ane	Ara	Col	Cor	Dip	Emb	Hom	Hym	Iso	Phas	Scorp
CV		4	7	66	5	19	8	6	77	4	2	2
SV		1	7	237	4	72	9	11	137	4	0	2
São José do Sabugi												
Parcelas		Ane	Ara	Col	Cor	Dip	Emb	Hom	Hym	Iso	Phas	Scorp
CV		1	4	108	3	10	5	4	76	10	1	5
SV		0	12	51	2	25	4	3	52	3	0	6

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007. LEGENDA: ANE (Anelídeo); ARA (Araneae) COL (Coleóptera); COR (Corrodentia); DIP (Díptera); EMB Embioptera); HOM (Homóptera); HYM (Hymennoptera); ISO (Isoptera); PHAS (Phasmatodea); SCOR (Scorpionidae).

Nas parcelas com vegetação (CV), somando-se as 7 coletas, destacaram-se Coleóptera e Hymennoptera, com um total de 330 e 272 organismos, respectivamente. Coleóptera e Hymenoptera foram as ordens de maior ocorrência também nas parcelas sem cobertura arbórea (SV). A ordem Coleóptera se destacou em todas as coletas em ambas as parcelas, com um total de 1040 indivíduos coletados, enquanto Hymenoptera apresentou um total de 552 indivíduos.

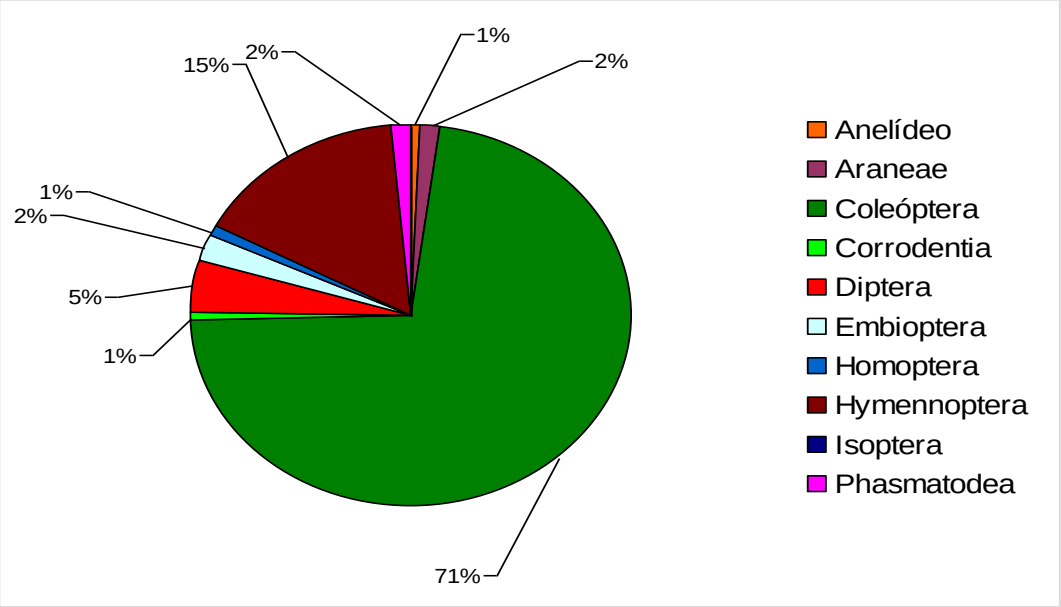
Nos Gráficos 13, 14, 15, 16, 17 e 18, está exposto distribuição dos indivíduos taxonômicos da mesofauna edáfica com um valor percentual obtido durante todo o período de coleta.

A diversidade e densidade da fauna edáfica em áreas agrícolas podem ser influenciadas pelo método de preparo do solo, do sistema de cultivo e das condições edafoclimáticas. No caso específico para o Núcleo de Desertificação do Seridó Ocidental paraibano constata-se que os valores encontrados indicam que nos períodos de coleta o comportamento da fauna edáfica caracteriza-se com a sazonalidade dos fluxos dos indivíduos que compõem a macrofauna edáfica da região sob influência dos períodos de chuvas.

A explicação para esta redução pode estar relacionada a comportamentos inerentes aos grupos taxonômicos. De acordo com Lee (1994), os organismos da fauna edáfica apresentam comportamento sazonal ou são ativos apenas em determinados períodos do ano. Além disso, apresentam caráter

oportunista, explorando condições favoráveis do solo para aumentarem rapidamente suas populações, as quais podem, logo em seguida, ser diminuídas novamente (LEE, 1994).

Gráfico 13: Porcentagem referente ao comportamento taxonômico, da macrofauna, do Município de Santa Luzia (PB), da parcela com vegetação no período de realização do experimento.



Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

Gráfico 14: Porcentagem referente ao comportamento taxonômico, da macrofauna, do Município de Santa Luzia (PB), da parcela sem vegetação no período de realização do experimento. Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

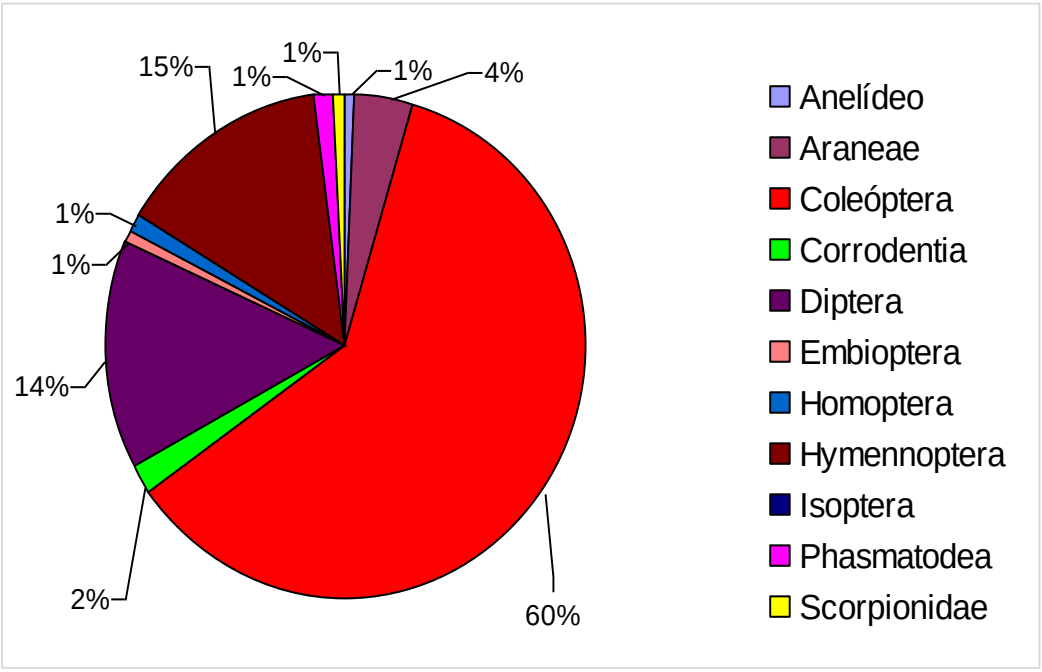


Gráfico 15: Porcentagem referente ao comportamento taxonômico, da macrofauna, do Município de Várzea (PB), da parcela com vegetação no período de realização do experimento. Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

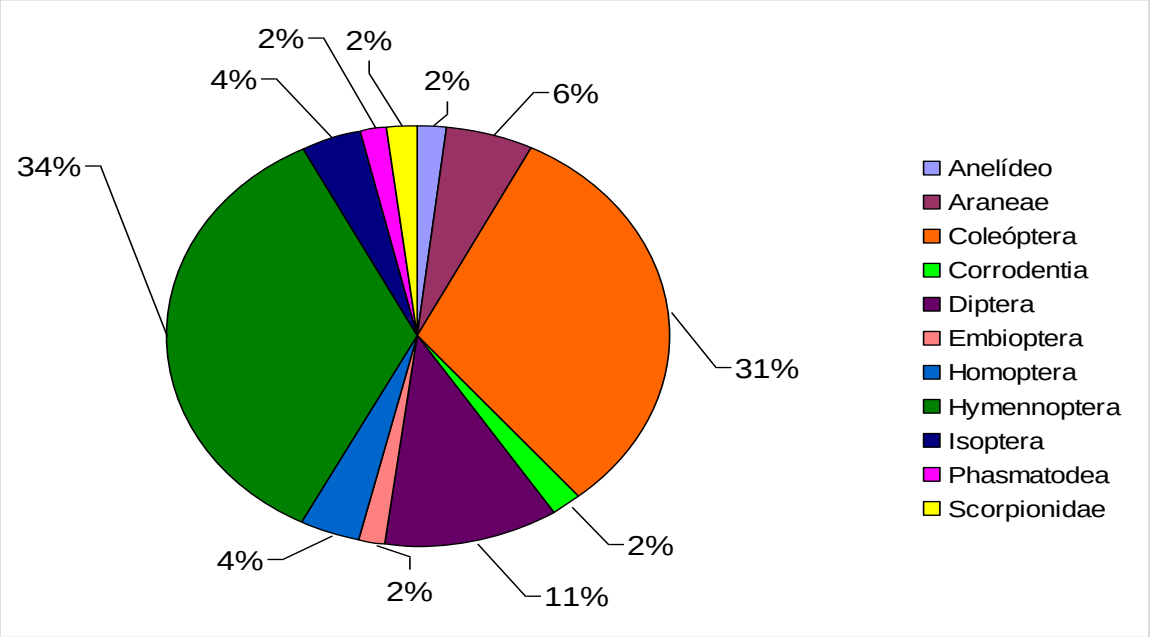


Gráfico 16: Porcentagem referente ao comportamento taxonômico, da macrofauna, referente ao Município de Várzea (PB), da parcela sem vegetação no período de realização do experimento. Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

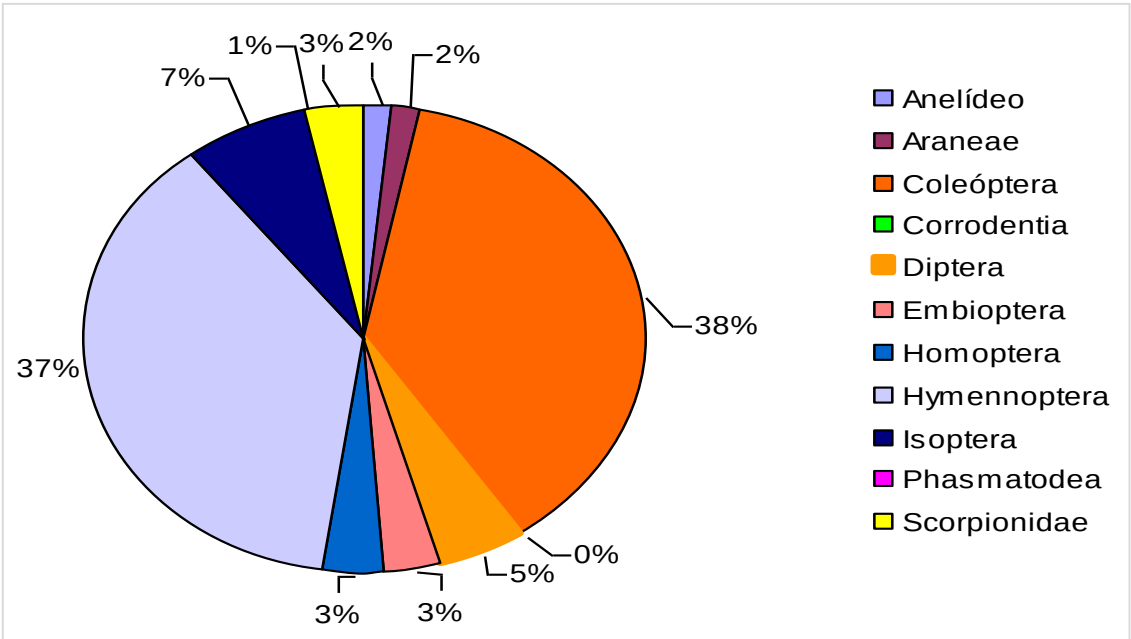


Gráfico 17: Porcentagem referente ao comportamento taxonômico, da macrofauna, do município de São José do Sabugi (PB), da parcela com vegetação no período de realização do experimento.

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007.

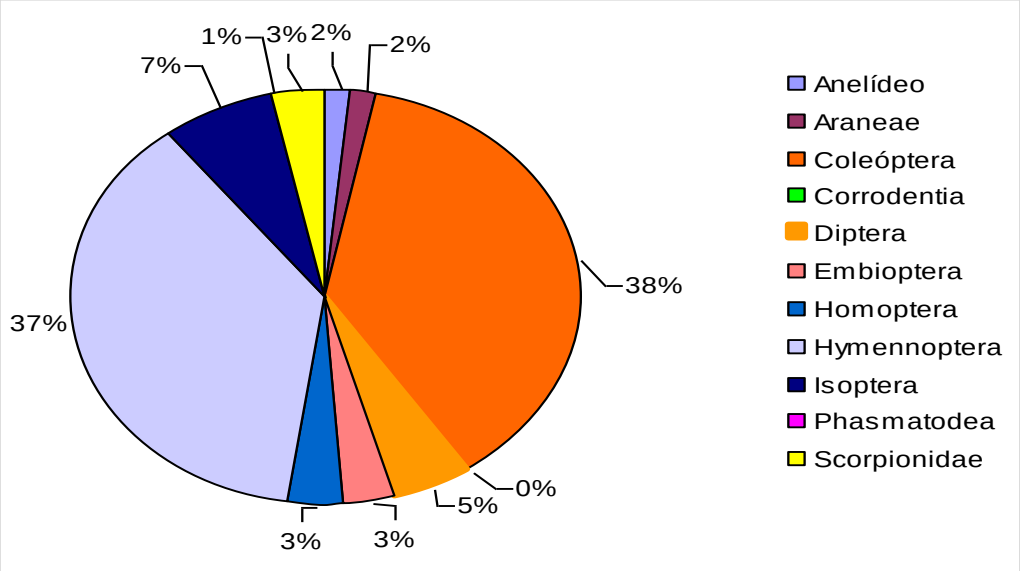
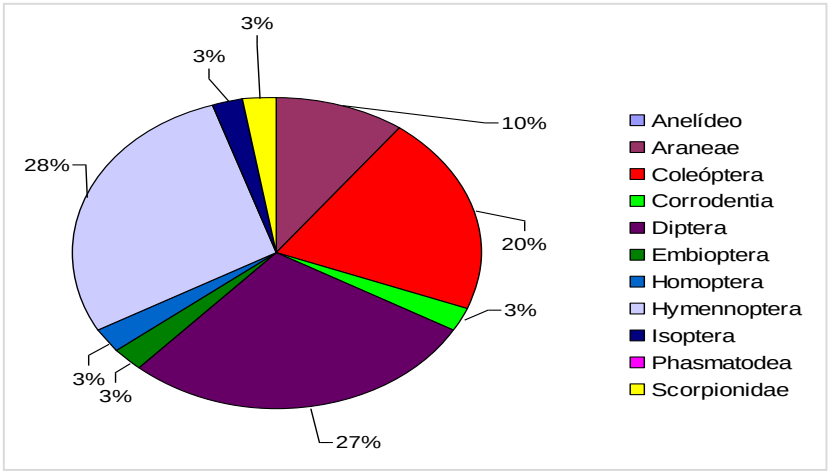


Gráfico 18: Porcentagem referente ao comportamento taxonômico, da macrofauna, do Município de São José do Sabugi (PB), da parcela sem vegetação no período de realização do experimento.

Fonte: Pesquisa direta, 2006-2007



Segundo Assad (1997), a sazonalidade pluviométrica também afeta estas populações, visto que estes têm na água o principal fator limitante da sua atividade. Coleóptera, por exemplo, é extremamente dependente da umidade, sendo encontrado com maior freqüência durante os períodos mais úmidos.

É importante destacar que em todas as áreas estudadas as práticas de manejo utilizadas no sistema de produção, se ocorressem, poderia afetar de forma direta e indireta a fauna do solo. Os

impactos diretos correspondem a prática da atividade criatória no sistema extensivo. Os efeitos indiretos estão relacionados à modificação da estrutura do habitat e dos recursos alimentares. Desta forma, a retirada acentuada da cobertura vegetal, bem como a compactação do solo decorrente da atividade criatória e monoculturas, provocam uma simplificação do habitat, tendo como conseqüência uma diminuição em diversidade da comunidade do solo (ASSAD, 1997).

A população de indivíduos da macrofauna edáfica, capturada pelas armadilhas, variou de 96 a 0 indivíduos nas áreas com vegetação e sem vegetação para os três municípios. Em termos de diversidade biológica, foram obtidos com as armadilhas de 0 a 12 grupos taxonômicos, com pouca variação entre os tratamentos, como também evidenciado pelos índices de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou, conforme mostram as Tabelas 13, 14 e 15. Este fato demonstra maior concentração dos organismos nas proximidades da superfície do solo, que é a camada mais exposta aos resultados às ações antrópicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação da umidade do solo e da temperatura promoveu oscilação na população microbiana. Os grupos predominantes da mesofauna foram Collembola, Acarine e Díptera.

A população e a diversidade da fauna edáfica foi influenciada pelos índices pluviométricos registrados nos municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi e Várzea.

A variação de diversidade de organismos em relação às parcelas com vegetação e sem vegetação indica uma dinâmica estabelecida com os períodos de chuvas e de estiagem, caracterizando uma adaptação ao contexto de semi-aridez.

As parcelas que se apresentam sem vegetação arbórea e arbustiva expressaram um número total de organismos juntamente com o índice de diversidade, sempre próximo ao das parcelas com presença de vegetação arbórea arbustiva.

REFERÊNCIAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. Estimatation of soil respiration. In: **Métodos in applied soil microbiology and biochemietrry**. Academic Press, 576 p. 1995.

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v. 18, p. 651-657, 1999.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical Soil Biological and Fertilty**: a handbook of methods. 2. ed. Oxford: C.A.B., 1993. 221p.

ARAÚJO, K. D. **Variabilidade temporal das condições climáticas e perdas de CO_2 das encostas do açude Namorados, em São João do Cariri – PB**. 2005. 101 f. Dissertação

(Mestrado em Solo e Água), Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Eds). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 363-443.

BACHELIER, G. **La faune des sols**: son écologie et son action. Paris: ORSTOM, 391p. 1978.

BAKKE, I. A. et al. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba. In: ENCONTRO NORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA – ENB, 2., Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2001. p. 255-231.

BARETTA, D. et al. Mesofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 25. Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 9. Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 7. Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 4. 2002, Rio de Janeiro. **Resumos.** Rio de Janeiro: BCS/SBM/UFRRJ, 2002. 1CD-ROM.

BARRIOS, E. et al. Indicators of soil quality: a south-south development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. **Geoderma,** USA. v. 135, p. 248-259, 2006.

BARROS, E. Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, p. 338-347, 2002.

BEGON, M.; HARPER, J.; TOWNSEND, C. **Ecology, individuals, populations and communities**. Oxford: Blackwell, 1990. 945 p.

BLEY JR., C. Erosão Solar: riscos para a agricultura nos trópicos. **Ciência Hoje**. v.25, n.148, p.24-29, abr. 1999.

CHAN, K. Y. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity: implications for functioning in soils. **Soil and Tillage Research**, v. 57, p. 179-191, 2001.

COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F. **Invertebrados of webmaster in ecosystems**. London, CABI Publishing, 2000. 336p.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. **Avaliação de um método alternativo à armadilha de tretzel para coleta da fauna edáfica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 28, 2001. **Anais...** Londrina, 2001. p. 66.

CORSON, W. H. **Manual global de ecologia**. 2° Ed. São Paulo, Ed. Augustus, 1996.

DAMÉ, P. R. V. et al. Efeitos da queima seguida de pastejo ou diferimento sobre o resíduo, temperatura do solo e mesofauna de uma pastagem natural. **Ciência Rural**, v. 26, p. 391-396, 1996.

DILUSTRO, J. J.; COLLINS, B.; DUNCAN, L.; CRAWFORD, C. Moisture and soil texture effects on soil CO2 efflux components in southeastern mixed pine forests. **Forest, Ecology and Management**, Amsterdan, v. 204, n. 1, p. 85-95, 2005.

EKBLAD, A., HOGBERG, P. Natural abundance of 13C in CO2 respired from forest soils reveals speed of link between photosynthesis and root respiration. **Oecologia**. v. 127, n.3, p.305–308. 2001.

FANG, C.; MONCRIEF, J. B. A model for soil CO2 production and transport 1: Model development. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdan, v. 95, n. 4, p. 225- 236, 1999.

FRASER, P. M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Eds.) **Soil biota**: management in sustainable farming system. East Melboure: CSIRO, 1994. p. 125-132.

FILHO, E.B. Cupins e florestas. In: FILHO, E.B. & FONTES, L.R. (Org.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.127-140.

GALLO, D. et al. **Manual de Entomologia Agrícola.** São Paulo: Ceres, 1988. 649p.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n.2, p. 193-207, 2002.

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, São Paulo: v. 30, n. 1, p. 82 – 88, 1978.

HU, F.; LI, H. X.; WU, S. M. Differentiation of soil fauna populations in conventional tillage and notillagered soil ecosystems. **Pedosphere**, v. 7, p. 339 – 348, 1997.

KLADIVKO, E. J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research, Amsterdan**, v. 61, p. 61-76, 2001.

LEE, K. E. **The functional significance on biodiversity in soils**. In: INTERDISCIPLINARY SYMPOSIUM SOILS AND BIODIVERSITY. XXV INTERNATIONAL CONGRESS SOIL SCIENCE. México, 1994. p. 168-181.

MARINARI, S. et al. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. **Ecological Indicators**, v. 6, p. 701-711, 2006.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Solos,** Centro de Estudos Ambientais da Universidade Estadual Paulista, edição especial, p. 236 – 267. 1999.

MELO, L. A. S., LIGO, M. A. V. Amostragem de solo e uso de "litterbags" na avaliação populacional de microartrópodos edáficos. **Scientia Agricola**, , v.56, p.523-528, 1999.

MOREIRA, F. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1993. 629p.

MOSCATELLI, M. C. et al. Soil microbial índices as bioindicators of enviromental changes is a poplar plantation. **Ecological Indicadors**, v, 5, p.171-179, 2005.

MUÑOZ, A.; LÓPEZ-PIÑEIRO, A.; RAMIREZ, M. Soil quality attributes of conservation management regimes in a semi-arid region og south western Spain. **Soil & Tillage Research,** Amsterdam: 2007.

PAOLETTI, M. G., BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance**. Critical Review in Plant Sciences**, v.15, p.21-62, 1996.

ROCHA, M. M.; MINHONI, M. T. A. Atividade microbiana em latossolo vermelho escuro sob cultivo de milho. In: I SINERGIIA: Simpósio em Energia na Agricultura, 1. **Anais**. Botucatu: UNESP – fca, 612P. 1999.

RODRIGUES, C. R. F. **Decomposição de estercos em condições de campo no semi-árido da Paraíba.** 40f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2004.

RODRIGUES, W. C. **DivEs: Diversidade de Espécies** – Soft. Seropédica: Entomoligistas do Brasil. 2007.

ROVEDDER, A.P.; ANTONIOLLI, Z.I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. Fauna edáfica em solo susceptível à arenização na região Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de ciências agroveterinárias**, Lages, v. 3, n. 2, p. 87-96, 2004.

SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; SWIFT, M.J. Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 41, p. 135-152, 1992.

SAUTTER, K. D. Meso (Acari e Collembola) e macrofauna (Oligochaeta) na recuperação de solos degradados. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradas, 1998. Cap. 2. p. 110-170.

SAVIN, M. C. et al. Biogeophysical factors influencing soil respiration and nitrogen content in na old field. **Soil Biology and Biochemistry**, New York. v. 33, n. 4/5, p. 429-438, 2001.

SCHERER, E. E.; CASTILHOS, E. G. Esterco de suínos como fonte de nitrogênio para milho e feijão da safrinha. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 7, p. 25-28, 1994.

SILVA, M. T. B. et al. Influência de sistemas de manejo do solo e de culturas sobre insetos subterrâneos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, p. 247-251, 1994.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas de solo. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 199-203, 2000.

SILVA, R. B. **Avaliação da qualidade do solo sob três agrossistemas do município de Areia - PB.** 2000. 69 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. p. 419.

SILVA, F. H. B. B. da et al. **Caracterização dos recursos naturais de uma área piloto do núcleo de desertificação do Seridó, Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba** - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2002.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba**. Tese de Doutorado CCA/UFPB. Brasil, 2006. 150f.

SOUTO, P. C. et al. Atividade microbiana em função da disposição de esterco no solo. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 7, n. 2, p. 104-115, 2002.

SOUZA, F. F. de.; BROWN, V. K. Effects of habitat fragmentation on Amazoniam termite communities. **Jounal of Tropical Ecology**, v.10, p.197-206, 1994.

SPARLING, G. P. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Eds.) **Biological indicators of soil Health**. Cambridge: CAB International, 1997. p. 97-120,

STATISTICA FOR WINDOWS RELEASE 4.5 STATSOFT – INC, **Módulo Cluster Análises, Joining** (Tree Clostering). 1 – PEARSON. 1993.

STEFFEN, R.B.; BENEDETTI, T.; HUBNER, A.P.; KUSS, A.V.; ANTONIOLLI, Z.I. Reprodução de colêmbolos nativos com diferentes substratos em condições de laboratório.**FERTIBIO** (CD -Rom), Lages, SC, 2004.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição áreas de floresta secundária no Município de Pinheira - RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 19, p. 703-707, 1987.

VOHLAND, K.; SCHROTH, G. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in central Amazonia as affected by plant species and management. **Applied Soil Ecology**, v. 13, p. 57-68, 1999.

WINTER, J. P.; VORONEY, R. P.; AINSWORTH, D. A. Soil microarthropods in long-term notillage and conventional tillage corn production. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 70, p. 641-653, 1990.