



PRPG Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA PARA O MANEJO DO SOLO NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA

Manoella de Queiroz Rodrigues¹, Jacob Silva Souto², Maria Maésia Soares Gomes³, Rênio Leite de Andrade⁴, Isaías Ezequiel L. de Araujo⁵, Cheila Deisy Ferreira⁶

RESUMO

O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, município de Várzea, Estado da Paraíba - Brasil, com o objetivo de contribuir para o monitoramento ambiental de áreas em processo de degradação e/ou reabilitação, usando para isso as informações fornecidas pelo estudo da comunidade da fauna do solo. As coletas foram realizadas em dois períodos: seco (correspondente aos meses de setembro a dezembro de 2008) e o período chuvoso (correspondente as meses de março a junho de 2009). Os organismos da macrofauna foram capturados através da armadilha tipo Trampa de Tretzel modificado, e os organismos da mesofauna foram coletados com anel metálico. A extração dos organismos da mesofauna foi feita através do aparato de Berlese-Tullgren modificado. Na macrofauna do solo o grupo dominante foi o grupo Hymenoptera em todas as áreas estudadas e na mesofauna foi o grupo Acarina.

Palavras-chave: organismos do solo, caatinga, estágio sucessional

DIVERSITY OF EDAPHIC FAUNA AS AN BIOINDICATOR TO SOIL MANAGEMENT IN THE PARAIBA SEMI-ARID

ABSTRACT

The experiment was conducted at Cachoeira de São Porfírio Farm, in Várzea municipal district, state of Paraíba - Brazil, with the objective of contributing to the environment monitoring of areas in the process of degradation and / or rehabilitation, using for that the information provided by the study of community soil fauna. The collections were made in two periods: dry (corresponding to the months in september to december, 2008) and rainy season (in the months of march to june 2009). The macrofauna organisms of were captured by the type of modified Trapa of Tretzel traps, and the mesofauna organisms of were collected with metal ring. The extraction of mesofauna organisms was made by a modified Berlese-Tullgren apparatus. Soil macrofauna in the dominant group was the Hymenoptera group in all areas and in the mesofauna group was Acarina.

Keywords: soil organisms, caatinga, successional stage

¹ Aluna do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Depto. de Biologia, UFPG, Patos, PB, E-mail: manoella_rodrigues@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, E-mail: jacob_souto@yahoo.com

³ Química, Mestre em Sistemas Agrosilvipastoris, UFPG, Patos, PB, E-mail: apgzoo@hotmail.com

⁴ Engenheiro Florestal, Mestre em Sistemas Agrosilvipastoris, UFPG, Patos, PB, E-mail: renioleite@yahoo.com.br

⁵ Aluno do Curso de Engenharia Florestal, Depto. de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, E-mail: Isaiasfera@hotmail.com

⁶ Aluna do Curso de Engenharia Florestal, Depto. de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, Email: c.he.iladeyse@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Na região Nordeste a produção de biomassa depende da precipitação anual e de sua distribuição. Com a intensa devastação da Caatinga, essa produção sofreu uma redução drástica, favorecendo a exposição direta do solo, deixando-os com baixos níveis de fertilidade, tornando essas áreas degradadas (SOUTO *et al.*, 1999). A fauna do solo compreende milhões de animais invertebrados que vivem no solo ou que passam uma ou mais fases ativas no solo. Isolar, identificar e quantificar todos eles seria uma tarefa impossível. Além disso, não existe nenhum método que seja universalmente aceito e que extraia todos os grupos de animais de todos os solos (AQUINO, 2001).

Para Gassen (1992), a fauna de solo pode ser classificada de acordo com o habitat e hábitos alimentares em fauna de solo subterrânea e em fauna de superfície de solo. As espécies subterrâneas habitam o horizonte A e raramente vêm à superfície do solo. Apresentam um conjunto de hábitos e de características comuns, como: movimentação e visão restritas, sensibilidades química e mecânica muito desenvolvidas, fotofobia, corpo despigmentado, defesa através de toxinas, resistência ao gás carbônico, corpo coberto por estrutura cuticular hidrofóbica formando um plastro que permite a respiração e a osmose durante períodos de chuvas. Os organismos do solo estão intimamente associados aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, que são de fundamental importância para a manutenção da produtividade do ecossistema. Para Correa (2002) é ao mesmo tempo agente transformador e reflexo das características químicas, físicas e biológicas do solo. Segundo Wink *et al.* (2005), O equilíbrio ambiental dos solos pode ser medido pela observação de características populacionais de grupos de organismos específicos, considerados bioindicadores do grau de interação ou fragmentação de um local. O estudo da fauna edáfica é importante para a compreensão ecológica do funcionamento edáfico, já que o desequilíbrio destas comunidades pode resultar em desastres como a explosão de pragas ou a destruição da estrutura física do solo e conseqüente perda da fertilidade e da capacidade produtiva (BROWN, 2001). Pela sua intensa participação nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a fauna edáfica é considerada como importante indicadora da qualidade biológica do solo, podendo ser útil na avaliação de agroecossistemas degradados (WINK *et al.*, 2005).

Como a fauna do solo e da serrapilheira apresentam alta diversidade e rápida capacidade de reprodução, são excelentes bioindicadores, e suas propriedades ou funções indicam e determinam a qualidade ou o nível de degradação do solo. Esses fatores podem ser avaliados pela presença de organismos específicos ou análise da comunidade e processos biológicos como, a modificação da estrutura do solo e níveis de decomposição. Assim, os organismos presentes no solo são um fator determinante, pois os níveis de decomposição da serrapilheira aceleram os níveis de ciclagem de nutrientes indicando qualidade do solo (KNOEPP *et al.*, 2000).

A diversidade vegetal oferece diferentes recursos alimentares o que influencia na quantidade e qualidade da serrapilheira ingerida pela fauna do solo controlando assim o índice de abundância dos organismos em um local (WARREN & ZOU, 2002). Portanto, as intervenções na cobertura vegetal promovem alterações na densidade e na diversidade da fauna do solo (AZEVEDO *et al.*, 2000) gerando o desaparecimento de determinados grupos em função da relação interdependente da fauna edáfica e da diversidade de recursos, indicando a ocorrência de problemas ambientais (BROWN, 2001).

Lavelle *et al.* (1994) propôs uma divisão dos organismos edáficos baseando-se na mobilidade dos organismos, os organismos da microfauna que corresponde a organismos menores que 2mm são organismos ligeiramente mais móveis que a microflora, os representantes da mesofauna com tamanho corporal entre 0,2 e 4 mm movimentam-se em fendas, poros e na interface serrapilheira/solo, já os indivíduos da macrofauna organismos maiores de 4 mm constroem ninhos, cavidades e galerias e transportam material de solo.

Apesar dos trabalhos no Brasil envolvendo a fauna edáfica terem aumentado nos últimos anos, ainda não se tem uma metodologia de fácil execução e eficiente para avaliar macro e mesofauna. Isto se deve, principalmente, aos diferentes tamanhos, hábitos e modo de locomoção dos animais, dificultando o estudo destes organismos que vivem no solo, especialmente quando mais de um grupo de indivíduos em ambientes diferenciados é analisado.

O presente estudo teve como objetivo contribuir para o monitoramento ambiental de áreas em processo de degradação e/ou reabilitação, usando para isso as informações fornecidas pelo estudo da comunidade da fauna do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área e parcelas experimentais

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, localizada no município de Várzea (PB), Latitude 07° 02' 20" S e Longitude 37° 26' 43" W, a uma altitude média de 240 metros.

As amostragens foram coletadas mensalmente nos períodos de setembro a dezembro de 2008, e março a junho de 2009, em períodos seco e chuvoso, respectivamente. Para o levantamento da biota do solo, foram utilizadas parcelas de 1000m² (20m x 50m), em cada ambiente de estudo (4 estágios sucessionais). A distribuição das parcelas foi aleatória, conforme o estágio sucessional. Para marcação e orientação das parcelas foi utilizada bússola com nivelamento e para localização destas parcelas na área de estudo coordenadas geográficas foram obtidas com GPS.

Os ambientes sucessionais estudados foram: sem caatinga com forte ação antrópica e predomínio do capim panasco (*Opuntia ficus-indica*): A1; estágio inicial (\pm 12 anos): A2; secundário (\pm 25 anos): A3 e clímax ($>$ 50 anos): A4.

Coleta da macrofauna e mesofauna do solo

Os organismos da macrofauna do solo foram capturados a partir do método da Trampa de Tretzel modificado (figura 1), que consiste de um suporte para vaso (prato número 21) fixado ao solo por meio de uma haste de madeira no formato de "L" invertido e, metade de uma garrafa de plástico tipo pet (capacidade de dois litros).

Cada armadilha foi instalada no campo por um período de quatro dias, contendo em seu interior 200 mL de solução de detergente dissolvido a 15%, mais 3-5 gotas de formol a 2%. As garrafas foram enterradas no solo de modo que as bordas fiquem ao nível da superfície do solo. Foram realizadas cinco coletas por tratamento.



Figura 1. Armadilhas tipo Trampa de Tretzel

Para a mesofauna do solo foram coletadas dez amostras por tratamento (solo + serrapilheira), sendo que cinco amostras em uma profundidade de 0 - 5,3 cm e cinco amostras em uma profundidade de 5,3 - 10,6cm. As coletas foram feitas com o emprego de anéis metálicos (diâmetro = 5,0cm e altura = 5,3 cm) (Figura 2a) introduzidos no solo com sucessivos golpes de martelo em uma tábua resistente sobreposta ao anel, até que o mesmo fosse totalmente preenchido (Figura 2b). Para retirar o anel do solo (Figura 2c), utilizou-se ajuda de material metálico (faca) que foi introduzida lateralmente; o excedente de terra foi retirado e as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor visando à minimização de perdas de umidade e material. Antes da retirada das amostras com o anel, a área foi umedecida, de modo a evitar que a amostra desprendesse, prejudicando a extração dos organismos. Em seguida, as amostras coletadas foram transportadas até as dependências do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Campina Grande.



Figura 2. Coleta dos organismos da mesofauna do solo

Extração da mesofauna e macrofauna do solo

A extração das populações constituintes da mesofauna foi feita através de equipamento do tipo Berlese-Tullgren modificado (Figura 3). Este equipamento é composto por tábuas retangulares, contendo cada estrutura, sete lâmpadas de 25 W, dividida em dois compartimentos. No compartimento superior foram postos os anéis com as amostras e as lâmpadas, enquanto no compartimento inferior foram colocados os funis e os frascos de vidro com a solução de álcool etílico a 70% para o recolhimento dos organismos. As amostras foram mantidas no extrator por 96 horas expostas à luz, com a temperatura na parte superior do anel atingindo $\pm 42^{\circ}\text{C}$.



Figura 3. Equipamento Berlese-Tullgren modificado

Avaliação do comportamento ecológico dos organismos

Na avaliação do comportamento ecológico dos organismos foi mensurado o número total de indivíduos (abundância) e foram feitas comparações das comunidades nos períodos estudados utilizando o índice de diversidade de Shannon e o índice de Equitabilidade de Pielou (U).

O índice de diversidade de Shannon (H) é definido por:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i$$

onde $p_i = n_i/N$; n_i = densidade de cada grupo; $N = \sum$ da densidade de todos os grupos. Esse índice assume valores que pode 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.

O Índice de Uniformidade de Pielou (U) é um índice de Equitabilidade, sendo definido por:

$$U = H/\log S$$

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

Umidade do solo

Para determinar a umidade, o solo foi coletado na profundidade 0-15cm. Após, foi secado em estufa a 105°C onde permaneceu por um período de 24h, verificando-se a porcentagem de água existente na amostra.

O conteúdo de água no solo será determinado através da fórmula:

$$U = (P_u - P_s) / P_s \times 100.$$

onde P_u = Peso do solo úmido; P_s = Peso do solo seco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Macrofauna

Densidade populacional dos organismos da macrofauna e avaliação do comportamento ecológico

Em todas as áreas estudadas podem ser observada a dominância da ordem Hymenoptera que apresentou a maior densidade de organismos (Tabela 1). Segundo Wink (2005) as formigas são o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas, estando presentes nos mais diferentes habitats. A predominância do grupo Hymenoptera na caatinga também pode ser observados nos trabalhos de Rodrigues et.al.(2007) e Souto et. al. (2008).

Observou-se ainda que, no período seco, a área 4 (Caatinga Clímax) apresentou o maior número de indivíduos seguidos da área 1, área 3 e área 2. Na área 4 os grupos Diptera, Lepdoptera e Pseudoescorpionida apresentaram os menores números de indivíduos; na área 3, os menores índices foram observados nos grupo Diptera e Escorpionida; na área 2, a menor densidade estão nos grupos Diptera e Orthoptera, e, na área 1 as ordens Hemiptera e Orthoptera obtiveram as menores densidade de indivíduos.

No período chuvoso na área 4 observa-se a Larva de Lepidóptera, Chilopoda, Larva de Coleoptera e de Díptera que apresentam os menores números de indivíduos; na área 2 a Larva de Díptera e a ordem Aranea foram as de menor representatividade; já na área 1 o grupo Orthoptera obteve a menor densidade (Tabela 1). A área 4 apresentou a maior diversidade de organismos nas duas épocas estudadas e em todas as áreas de estudo.

Tabela 1. Número total e índices de indivíduos de diferentes grupos de organismos nas áreas de estudos

Grupo faunístico	D.I.*	H**	U***	D.I.	H	U	D.I.	H	U	D.I.	H	U
Período seco												
	Área 1			Área 2			Área 3			Área 4		
Hymenoptera	494	0,20	0,16	146	0,20	0,16	393	0,26	0,20	691	0,09	0,07
Coleoptera	278	0,45	0,35	66	0,55	0,43	303	0,37	0,29	133	0,80	0,68
Diptera	3	2,42	1,89	1	2,37	1,85	1	2,85	2,22	1	2,92	2,49
Hemiptera	1	2,90	2,26	7	1,52	1,19	0	-	-	0	-	-
Orthoptera	1	2,90	2,26	1	2,37	1,85	3	2,37	1,85	2	2,62	2,23
Lepdoptera	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	2,92	2,49
Escorpionida	0	-	-	0	-	-	1	2,85	2,22	0	-	-
Pseudoescorpionida	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	2,92	2,49
Aranea	9	1,94	1,51	13	1,26	0,98	7	2,00	1,56	12	1,85	1,57
Total	786			234			708			841		
Período chuvoso												
Hymenoptera	889	0,06	0,05	230	0,16	0,14	641	0,07	0,05	1033	0,06	0,06
Coleoptera	102	1,00	0,78	32	1,02	0,86	98	0,88	0,62	40	1,47	1,47
Diptera	10	2,01	1,57	7	1,68	1,43	5	2,18	1,52	9	2,12	2,12
Hemiptera	9	2,06	1,60	15	1,35	1,14	0	-	-	45	1,42	1,42

Orthoptero	4	2,41	1,88	45	0,87	0,74	3	2,40	1,68	24	1,69	1,69
Larva de Lepdoptera	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	3,08	3,08
Larva de Diptera	0	-	-	1	2,52	2,14	0	-	-	3	2,60	2,60
Chilopoda	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	3,08	3,08
Larva de Coleoptera	0	-	-	0	-	-	0	-	-	2	2,77	2,77
Aranea	12	1,93	1,51	3	2,05	1,74	4	2,27	1,59	31	1,58	1,58
Total	1026			333			751			1189		

*D.I.= Densidade de indivíduo; **H = índice de Shannon; ***U = índice de Pielou

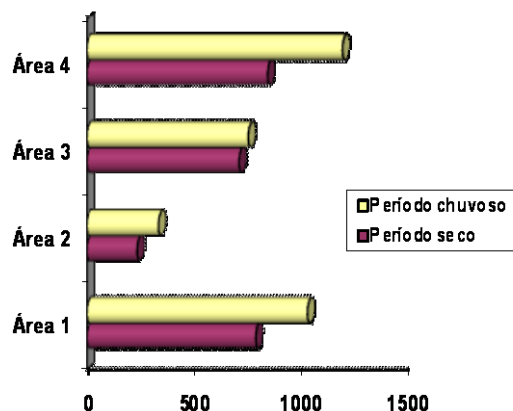


Figura 4. Densidade de indivíduos da macrofauna nos dois períodos estudadas

Na coleta dos organismos da macrofauna do solo foram identificados 5.871 indivíduos, desses, 2.572 indivíduos foram identificados no período seco e 3.299 indivíduos no período chuvoso (figura 4).

Mesofauna

Densidade populacional dos organismos da mesofauna e avaliação do comportamento ecológico

Na mesofauna o grupo Acarina dominou toda a mesofauna do solo em todas as áreas estudadas nas duas profundidades. Na área 1 na profundidade de 0-5,3cm a menor densidade foi da ordem Díptera na profundidade de 5,3-10,6cm foi da ordem Psocoptera, na área 3 nas duas profundidades a menor densidade foi do grupo Collembola (Tabela 2).

Tabela 2. Número total e índice de indivíduos de diferentes grupos de organismos da nas áreas de estudos, no período seco

Grupo faunístico	D.I.	H	U	D.I.*	H	U	D.I.*	H	U	D.I.*	H	U
Período seco												
0 – 5,3cm												
	Área 1			Área 2			Área 3			Área 4		
Acarina	7	0,06	0,02	5	0,00	0,00	6	0,00	0,00	12	0,03	0,01
Díptera	1	0,90	0,27	0	-	-	0	-	-	0	-	-
Collembola	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	1,11	0,34
Total	8			5			6			13		
5,3 - 10,6cm												
Acarina	7	0,06	0,02	4	0,00	0,00	14	0,00	0,00	9	0,09	0,03
Díptera	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
Collembola	0	-	-	0	-	-	0	-	-	2	0,74	0,22
Psocoptera	1	0,90	0,27	0	-	-	0	-	-	0	-	-

Total	8	4	14	11
-------	---	---	----	----

No período chuvoso na área 1 a menor densidade foi para o grupo Protura nas duas profundidades estudadas, nas áreas 3 e 4 o grupo Diplura apresentou a menor densidade, na área 2 foi o grupo Protura na profundidade de 0 - 5,3cm, já na profundidade de 5,3 - 10,6cm nas áreas 2 e 4, o grupo Diplura foi o menos representativo, na área 2 acompanhado de Symphyla e na área 4 acompanhado de Protura, já na área 3 a menor dominância foi da ordem Protura (Tabela 3).

Na mesofauna do solo foram identificados 433 indivíduos no total sendo que 69 organismos foram registrados no período seco e 364 no período chuvoso, no período seco na profundidade de 0 -5,3cm foram registrados 32 organismos e na de 5,3 – 10,6cm 37 organismos no total. No período chuvoso a profundidade de 0 -5,3cm registrou 213 organismos e na profundidade de 5 – 10cm foram registrados 151 organismos.

Tabela 3. Número total e índice de indivíduos de diferentes grupos de organismos da nas áreas de estudos, no período Chuvoso

Grupo faunístico	D.I.*	H	U	D.I.*	H	U	D.I.*	H	U	D.I.*	H	U
Período chuvoso												
0 - 5,3cm												
	Área 1			Área 2			Área 3			Área 4		
Acarina	40	0,15	0,11	19	0,23	0,16	38	0,15	0,11	37	0,28	0,19
Collembola	5	1,06	0,74	4	0,90	0,63	4	1,13	0,79	12	0,77	0,54
Symphyla	9	0,80	0,56	6	0,73	0,51	7	0,89	0,62	8	0,94	0,66
Diplura	2	1,45	1,02	2	1,20	0,84	2	1,43	1,00	5	1,15	0,80
Protura	1	1,76	1,23	1	1,51	1,05	3	1,26	0,88	8	0,94	0,66
Total	57	0,00	0,00	32			54			70		
5,3 - 10,6cm												
Acarina	48	0,07	0,04	13	0,14	0,08	29	0,09	0,06	26	0,20	0,14
Collembola	2	1,45	0,87	3	0,78	0,47	2	1,26	0,75	6	0,83	0,58
Symphyla	5	1,05	0,63	1	1,26	0,75	4	0,95	0,57	5	0,91	0,64
Diplura	0			1	1,26	0,75	0			2	1,31	0,92
Protura	1	1,75	1,05	0			1	1,56	0,93	2	1,31	0,92
Total	56			18			36			41		

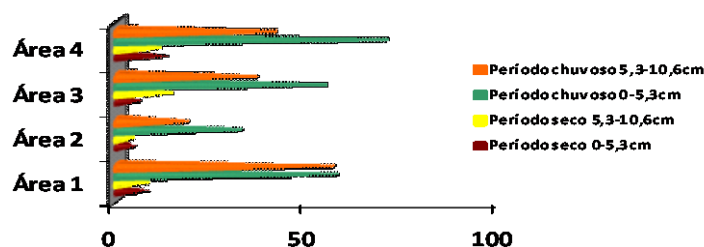


Figura 4. Densidade de indivíduos da mesofauna nas duas profundidades e nos dois períodos estudados

Nas quatro áreas estudadas o período seco apresentou à menor quantidade de indivíduos na profundidade de 5,3 – 10,6cm. No período chuvoso a profundidade de 0 - 5,3cm apresentou a maior densidade de indivíduos da mesofauna do solo (Figura 4).

Umidade do solo

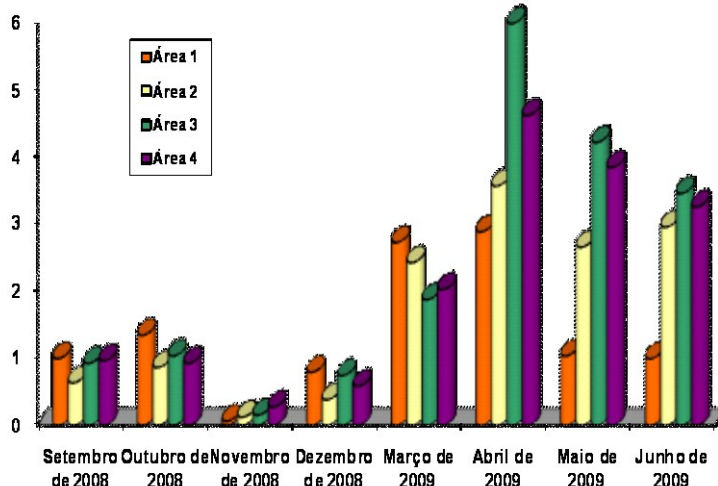


Figura 5. Umidade do solo (%) em todas as áreas estudadas

Os meses de março, abril, maio e junho apresentaram a maior porcentagem de umidade no solo (Figura 5) e os maiores índices de indivíduos da fauna do solo. Para Souto (2006) A diminuição na população edáfica no período seco é decorrente a diminuição na oferta de alimento, o que limita a existência de alguns grupos, restando apenas os mais adaptados às condições de escassez hídrica e de alimento, bem como das temperaturas elevadas no solo.

CONCLUSÕES

- O grupo Hymenoptera dominou a macrofauna do solo enquanto que o grupo Acarina na mesofauna;
- A maior densidade e diversidade da fauna edáfica foi ao período chuvoso;
- A umidade do solo interferiu na densidade de indivíduos;

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A.M. **Manual para macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, maio 2001. 21p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 130).

AQUINO, A.M.; CORREIA, M. E. F. Invertebrados Edáficos e o seu papel nos processos do solo. In: R. L. (Ed.). Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 18-29.

AZEVEDO, V.F. de.; LIMA, D.A. de.; CORREIA, M.E.F.; AQUINO, A.M. de; SANTOS, H.P. dos. Fauna do solo em diferentes sistemas de plantio e manejo no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Santa Maria/RS. In: Fertbio, 2000, Santa Maria. **Resumos... Santa Maria**, 2000. CD-ROM.

BRUYN, L. A.L. de. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p.425-441, 1999

BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Anais...Londrina**: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2001. p.56.

BARETTA, D. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, p. 97-106, 2003.

CORREA, M.E.F. **Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna do solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2002, 23p. (Documentos, 157).

GASSEN, D.N. Classificação de pragas de solo de acordo com habitat e com os hábitos alimentares. In: Reunião sobre pragas subterrâneas dos países do Conesul, 2, 1992, Sete Lagoas. **Anais... Sete Lagoas**: EMBRAPA-CNPMS, 1992.

KNOEPP, J.D.; COLEMAN, D.C.; CROSSEY Jr., D.A; CLARK, J.S. Biological indices of Soil quality: an ecosystem case study of their use. **Forest Ecology and Management**, v.138, p.357-368, 2000.

LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. In: INTERDISCIPLINARY OF SOIL SCIENCE, 15.,1994,Mexico.**Anais 1994**.p189-219.

RODRIGUES, M.Q.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.; BEZERRA, D.M.; SALES, F.C.V. Diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semi-árido da Paraíba. **Revista Pesquisa**. Campina Grande, v.1, n.1, p.137-142, 2007

SOUTO, J.S.; GOMES, M.M.S.; RODRIGUES, M.Q.; LIMEIRA, C.H.; SOUTO, P.C. Distribuição da macrofauna do solo em áreas com jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e malva branca (*Sida cordifolia*). In: fertbio 2008, Londrina. **Anais... Londrina**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2008.

SOUTO, P.C. **ACUMULAÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E DISTRIBUIÇÃO DE ORGANISMOS EDÁFICOS EM ÁREA DE CAATINGA NA PARAÍBA, BRASIL**. Tese (doutorado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. 2006.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; MAIA, E.L.; ARRIEL, E.F. SANTOS, R.V.; ARAÚJO, G.T. Avaliação da decomposição de resíduos vegetais pela medição da respiração edáfica em área de caatinga, em Patos, Paraíba. In. ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 3., 1999. Santa Maria. **Anais...Santa Maria**, 1999. p. 329-331.

WARREN, M. W.; ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, v.170, p.161-171, 2002.

WINK, C.; GUEDES, J. V.C.; FAGUNDES, C. K.; et al. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n 1, p. 60-71, 2005.