

# AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DA MACROFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR DA DEGRADAÇÃO DE SOLOS SUBMETIDOS A MANEJO FLORESTAL DE VEGETAÇÃO NATIVA NA CHAPADA DO ARARIPE

Adriana Oliveira Araújo<sup>1</sup>; Luiz Alberto Ribeiro Mendonça<sup>2</sup>; Raimunda Moreira da Franca<sup>3</sup>; José Valmir Feitosa<sup>2</sup>; Sanne Anderson de Moura Araújo<sup>2</sup>; Antonio Alisson Fernandes Simplício<sup>2</sup>; Marta Regina Kerntopf Mendonça<sup>4</sup>; José Vidal de Figueiredo<sup>1</sup> e Juliana Filgueiras de Oliveira<sup>3</sup>

## Resumo

A macrofauna edáfica exerce funções importantes nos atributos físicos dos solos, responsáveis pela estabilidade, fertilidade e percolação de água. Neste trabalho a densidade da macrofauna edáfica foi utilizada como indicador da degradação de solos submetidos a manejo florestal na Chapada do Araripe. Observou-se que a densidade de indivíduos foi maior nas áreas preservadas, menor nas áreas exploradas no manejo e apresentou uma boa correlação linear com os atributos físicos dos solos (umidade, matéria orgânica e capacidade de infiltração). As ordens taxonômicas Coleoptera (coleópteros) e Isoptera (cupins) só foram encontradas nas áreas antropizadas e a ordem Oligochaeta (minhocas), na área preservada. A ordem Hymenoptera (formigas) foi encontrada em todas as áreas, sendo mais abundante nas áreas antropizadas.

## Abstract

The soil macrofauna exercises important functions in the physical attributes of soils, important for stability, fertility and percolation of water. In this work the density of the soil macrofauna was used as indicator of modifications of soils under forest management in the Araripe plateau. It was observed that individuals density was higher in areas of preserved vegetation, lower in the compartments used in the forest management and show linearly well correlated with the physical attributes of soils (moisture, organic matter and infiltration capacity). The taxonomic orders Coleoptera (coleopterons) e Isoptera (termites) was only found in anthropized areas and the order

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Campus do Pici, Bloco 804, CEP 60450-760, Fortaleza - CE; Fone: (85) 3366 9754; e-mail: [adrianasaneamento@yahoo.com.br](mailto:adrianasaneamento@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará, Campus do Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha s/n, Bairro Universitário, CEP 63000-000, Juazeiro o Norte – CE; Fone: (88) 3572 1329; e-mail: [larm@ufc.br](mailto:larm@ufc.br).

<sup>3</sup> Faculdade de Tecnologia Centec – Cariri, Av. Amália Xavier de Oliveira s/n, Bairro Triangulo, CEP 63040-000, Juazeiro do Norte – CE; Fone: (88) 3566 4051; e-mail: [rmfcariri@hotmail.com](mailto:rmfcariri@hotmail.com).

<sup>4</sup> Universidade Regional do Cariri, Departamento de Química Biológica, Rua Cel. Antônio Luiz, 1161, Bairro Pimenta, Crato – CE; Fone: (88) 3102 1212; e-mail: [martaluiz@yahoo.com.br](mailto:martaluiz@yahoo.com.br).

Oligochaeta (earthworms) in the preserved areas. The order Hymenoptera (ants) was found in all areas, but more abundant in the anthropized areas.

Palavras-chave: macrofauna edáfica, manejo florestal, capacidade de infiltração.

## 1 – INTRODUÇÃO

Segundo Wardle e Lavelle [1], os animais da fauna edáfica são classificados, com relação ao tamanho e a mobilidade, como: microfauna, constituída de animais ligeiramente mais móveis que a microflora, de diâmetro menor que 0,2 mm; mesofauna, constituída por espécies que se movimentam nos poros, nas fissuras e na interface entre a serrapilheira e o solo, de diâmetro entre 0,2 e 0,4 mm (ex.: ácaros, colêmbolos, etc.); e macrofauna, constituída de animais de grande mobilidade que exercem importante papel no transporte de materiais, de diâmetros maiores que 4 mm (ex.: anelídeos, térmitas e formigas, incluindo os moluscos, crustáceos e aracnídeos).

Os animais constituintes da meso e macrofauna edáfica influenciam no ciclo da matéria orgânica dos solos e na liberação de nutrientes assimiláveis pelas plantas [2, 3]. A diversidade de plantas favorece a presença da macrofauna no solo, os quais contribuem com a construção de galerias e com a produção de bioporos. As galerias produzidas, principalmente pela macrofauna, aumentam a condutividade hidráulica e a aeração, facilitando a penetração das raízes, contribuindo com a estabilidade estrutural do solo, evitando o transporte de sedimentos [4, 5, 6].

As práticas agrícolas e de manejo florestal afetam a população edáfica por intervenção nas características físicas, químicas ou biológicas do ecossistema, podendo produzir aumento, redução ou limitação populacional. Neste contexto, a atividade e abundância das comunidades edáficas podem ser usadas como indicadores da qualidade e funcionamento do solo [1, 7, 8].

A degradação do solo produzida por perturbações antrópicas deixa-o exposto às intempéries e produzem compactação, erosão e o aumento da perda de nutrientes por lixiviação, interferindo na população edáfica [8].

Barros e colaboradores [9], estudaram a macrofauna e a transformação da estrutura do solo de uma área de floresta desmatada para produção de pasto. Após o desmatamento eles observaram uma redução na diversidade da macrofauna, nos teores de matéria orgânica e umidade e na capacidade de infiltração do solo.

Na relação da macrofauna edáfica com a infiltração, os animais de destaque são as minhocas (ordem taxonômica Oligochaeta), as formigas (ordem Hymenoptera), os cupins (ordem Isoptera) e os coleópteros (ordem Coleoptera).

As minhocas são conhecidas pela produção de galerias que aeram e aumentam a infiltração de água no solo e pelo transporte e mistura de quantidade considerável de solo e matéria orgânica não decomposta, influenciando na estabilidade, produtividade e fertilidade do solo [10, 11, 12, 13, 14].

As formigas e os cupins constroem ninhos no solo, transportando grande quantidade de subsolo para a superfície, fragmentam e misturam material orgânico com o solo, contribuindo com a ciclagem de nutrientes e com a aeração e a drenagem dos solos [5,15, 16, 17].

Já os coleópteros possuem extensas variações na forma, tamanho, função e distribuição. Grande número deles está entre os organismos que decompõem material orgânico, reciclando nutrientes, ou que controlam populações de decompositores por meio da predação [18].

No presente trabalho, foi feita uma avaliação da densidade da macrofauna edáfica (indivíduos/m<sup>2</sup>), utilizada como indicador da degradação do solo, num plano de manejo florestal de vegetação nativa na Chapada do Araripe. A densidade foi correlacionada com atributos físicos dos solos importantes para a recarga (teor de matéria orgânica, umidade e capacidade de infiltração).

## **2 – METODOLOGIA**

### **2.1 – Área de trabalho**

Esta pesquisa foi realizada na unidade de manejo florestal da Fazenda Pau D'arco, localizada na Chapada do Araripe, extremo sul do Estado do Ceará, com coordenadas geográficas 7°21' e 7°18' de latitude sul e 39°36' e 39°30' de longitude oeste.

O clima é do tipo Aw', característico de "Clima Tropical Chuvoso" (classificação de Köppen), com precipitação média anual de 1.033 mm, distribuída numa estação chuvosa que vai de janeiro a maio [19], temperatura média máxima de 34°C e mínima de 18°C e umidade relativa do ar média máxima de 80% e mínima de 49% [20].

Neste setor da Chapada encontra-se a floresta úmida semiperenifólia, o cerradão, o cerrado e as áreas antropizadas [21, 22, 23].

Os solos são do tipo Latossolos vermelho-amarelo de textura média a argilosa, provenientes dos arenitos da Formação Exu [24].

A unidade de manejo florestal da Fazenda Pau D'arco foi implantada em 2002 e possui aproximadamente 15 km<sup>2</sup> de área dividida em 11 talhões e duas áreas de reserva legal. Antes da implantação, a partir de 1974, a área foi degradada para vários usos agrícolas e também para produção clandestina de carvão vegetal. Nas vizinhanças desta área encontra-se a área de vegetação preservada da Floresta Nacional do Araripe (FLONA), com aproximadamente 383 km<sup>2</sup>.

Na área de manejo são retirados em média 120 m<sup>2</sup>/ha de madeira para queima em fornos de uma indústria de cerâmica localizada na cidade do Crato.

## 2.2 – Coleta de dados

Os indivíduos da macrofauna edáfica foram coletados manualmente em amostras de solo de 25 x 25 x 30 cm, divididas em camadas de 10 cm.

As coletas foram realizadas no período seco do ano de 2008 (meses de outubro, novembro e dezembro), nos mesmos pontos das áreas correspondentes aos três grupos de matéria orgânica quantitativamente semelhante, identificados no artigo “Avaliação da Capacidade de Infiltração de Solos Submetidos a Manejo Florestal de Vegetação Nativa na Chapada do Araripe”, apresentado a este congresso.

No Grupo 1, de maior conteúdo de matéria orgânica, representativo da área de vegetação preservada na FLONA, foram coletadas quatro amostras; no Grupo 2, de conteúdo intermediário de matéria orgânica, representativo de talhões não explorados e com exploração em andamento na unidade de manejo florestal, foram coletadas nove amostras; e no Grupo 3, de menor conteúdo de matéria orgânica, representativo de talhões explorados, foram coletadas 6 amostras.

Após as coletas, as amostras de solos foram acondicionadas em sacos plásticos individuais e etiquetadas.

No laboratório, a catação foi manual, a olho nu, com auxílio de peneiras, pinças e pincéis. Os indivíduos foram acondicionados em recipiente contendo álcool a 70% para posterior classificação.

Os indivíduos foram contados e identificados ao nível de ordem taxonômica (metodologia recomendada pelo Programa TSBF - Tropical Soil Biology and Fertility, IUBS/UNESCO [25]).

## 2.3 – Determinação da densidade média de indivíduos

A densidade média de indivíduos por metro quadrado em cada grupo foi obtida a partir da equação (metodologia adaptada de Harada e Bandeira [26]):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n.A} \quad (1)$$

Onde  $D$  é a densidade média de indivíduos por metro quadrado;  $n$  é o número de amostras por grupo;  $N$  é o número de indivíduos por amostra;  $A$  é a área da seção transversal do amostrador de solos (0,0625 m<sup>2</sup>).

## 2.4 – Análise da distribuição vertical da fauna

Utilizou-se o teste de correlação linear para entender a relação existente entre a densidade da macrofauna edáfica e os atributos físicos do solo importantes para a recarga (teor de matéria orgânica, umidade e capacidade de infiltração).

A capacidade de infiltração final e aos teores de matéria orgânica e umidade, por perfil de solo, foram os determinados no artigo “Avaliação da Capacidade de Infiltração de Solos Submetidos a Manejo Florestal de Vegetação Nativa na Chapada do Araripe”.

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de indivíduos da macrofauna edáfica por grupo de solos de matéria orgânica quantitativamente semelhante (Grupos 1, 2 e 3) nos 30 cm de profundidade está na Figura 1.

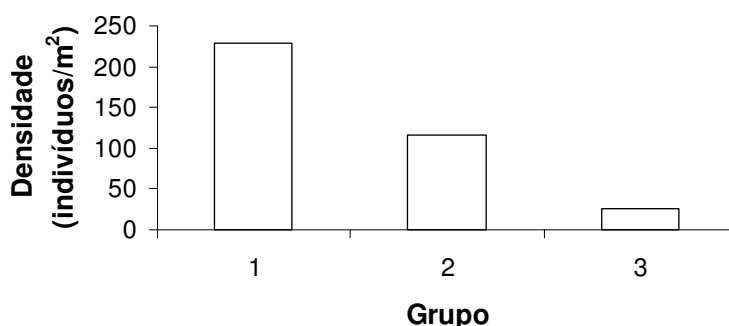


Figura 1. Densidade da macrofauna edáfica por grupo de solos nos 30 cm de profundidade.

De acordo com a Figura 1, a densidade de indivíduos nos 30 cm de profundidade é maior no Grupo 1 (228 indivíduos/m<sup>2</sup>), representativo de área de floresta preservada, intermediária no Grupo 2 (116 indivíduos/m<sup>2</sup>), representativo de áreas de talhões não explorados e com exploração em andamento no manejo florestal, e menor no Grupo 3 (27 indivíduos/m<sup>2</sup>), representativo de áreas de talhões explorados.

Após a exploração, os solos do Grupo 3 ficam desprotegidos e expostos aos excessos de temperatura e aos ciclos extremos de umedecimento e secagem. Estes fenômenos interferem no teor de matéria orgânica e na estrutura física dos solos, causando uma redução significativa na densidade de indivíduos. Esta sensibilidade dos indivíduos ao uso e manejo da vegetação e do solo também foi observada por Barros e colaboradores [27] e Silva e colaboradores [28].

A densidade de indivíduos, por profundidade e por grupo de solos está na Figura 2.

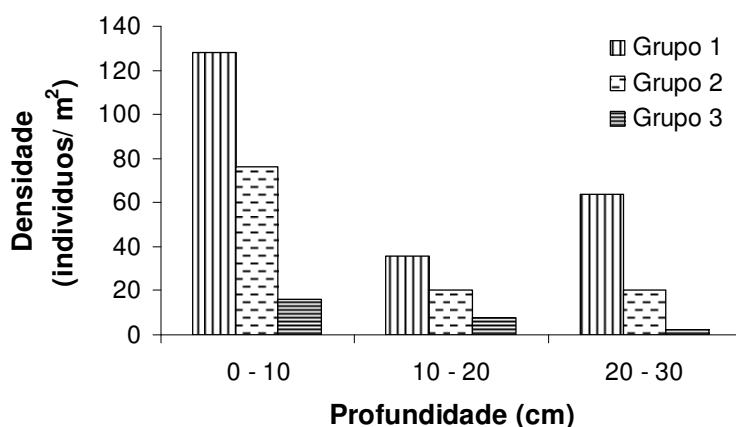


Figura 2. Densidade da macrofauna edáfica por profundidade e por grupo de solos de matéria orgânica quantitativamente semelhante.

De acordo com a Figura 2, verifica-se em todos os grupos que a densidade de indivíduos na profundidade de 0 – 10 cm é maior que nas demais profundidades (10 – 20 e 20 – 30 cm) e que em todas as profundidades ela é maior no Grupo 1. Entre as profundidades de 10 – 20 e 20 – 30 cm há um aumento na densidade de indivíduos do Grupo 1, uma estabilização na do Grupo 2 e um decréscimo na do Grupo 3. Os baixos valores e a redução em profundidade da densidade de indivíduos no Grupo 3 é um indicativo de degradação do solo. Nas áreas antropizadas a redução na capacidade de infiltração e nos teores de matéria orgânica e umidade, associada a maior compactação dos solos, diminui a população e dificulta a mobilidade dos organismos no perfil do solo.

As Figuras 3, 4 e 5 mostram que os modelos de correlação linear entre a densidade de indivíduos e os valores médios de matéria orgânica, umidade e capacidade de infiltração dos solos agrupados foram explicados com respectivamente 100, 92 e 87 % de ajuste a este modelo. Estes resultados mostram que a redução da densidade de indivíduos está fortemente associada à diminuição da matéria orgânica, umidade e capacidade de infiltração dos solos.

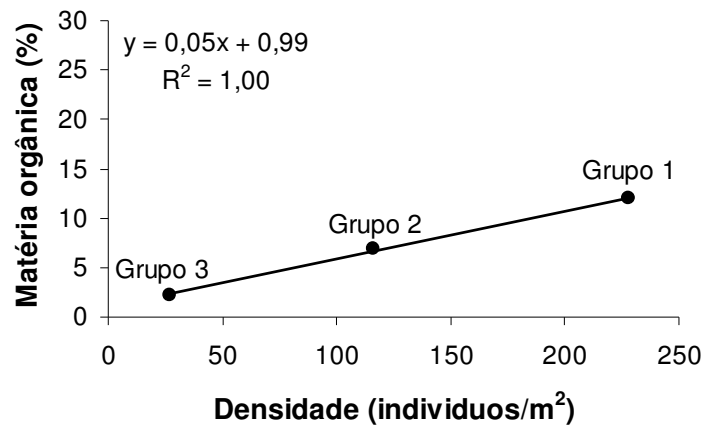


Figura 3. Regressão linear entre as médias de matéria orgânica e a densidade de indivíduos dos grupos.

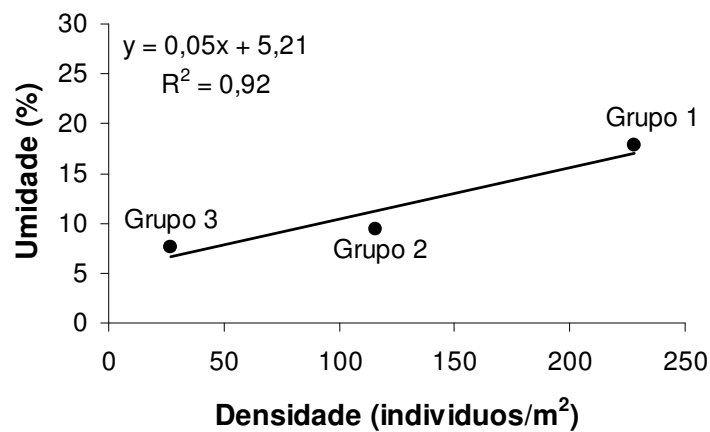


Figura 4. Regressão linear entre as médias de umidade e a densidade de indivíduos dos grupos.

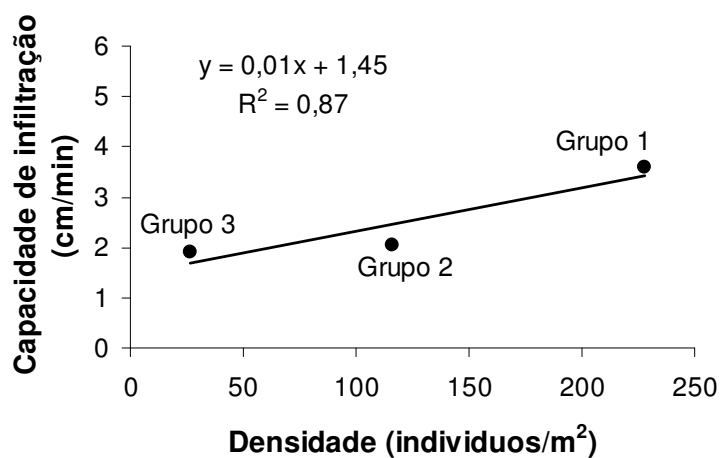


Figura 5. Regressão linear entre as médias de capacidade de infiltração final e a densidade de indivíduos dos grupos.

A densidade de indivíduos das ordens taxonômicas mais importantes na movimentação do solo, por grupo, está na Figura 6.

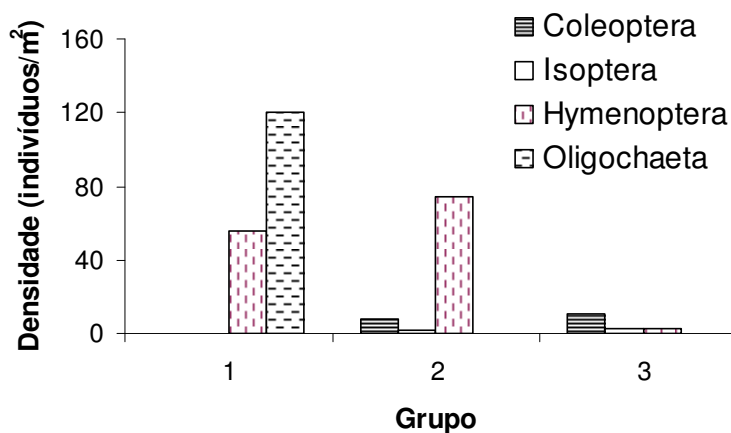


Figura 6. Densidade de indivíduos das ordens taxonômicas mais importantes na movimentação do solo, por grupo de solos.

A Figura 6 mostra que no Grupo 1, das quatro ordens taxonômicas, só foram encontradas as ordens Hymenoptera (formigas) (56 indivíduos/m<sup>2</sup>) e Oligochaeta (minhocas) (120 indivíduos/m<sup>2</sup>). No Grupo 2 foram encontradas as ordens Coleoptera (coleópteros) (8 indivíduos/m<sup>2</sup>), Isoptera (cupins) (2 indivíduos/m<sup>2</sup>) e Hymenoptera (74 indivíduos/m<sup>2</sup>). No Grupo 3 foram encontradas as ordens Coleoptera (11 indivíduos/m<sup>2</sup>), Isoptera (3 indivíduos/m<sup>2</sup>) e Hymenoptera (3 indivíduos/m<sup>2</sup>).

Verifica-se que a ordem Oligochaeta é predominante na área preservada com solos de alto teor de matéria orgânica e elevado conteúdo de umidade e não foi observada nas áreas antropizadas. Segundo Makeschin [29], em áreas antropizadas que apresentam solos compactados, há aumento de microporos, acompanhado da formação de zonas anaeróbicas, diminuição no teor de matéria orgânica e no conteúdo de umidade, reduzindo a população de indivíduos da ordem Oligochaeta.

A ordem Hymenoptera predomina nas áreas de talhões não explorados e com exploração em andamento na unidade de manejo florestal, sendo também encontrada em valores consideráveis na área de vegetação e solos preservados. A Coleóptera e Isoptera só foram encontradas nas áreas antropizadas.

#### 4 – CONCLUSÕES

A densidade de indivíduos nos 30 cm de profundidade foi maior no Grupo 1, representativo de área de floresta preservada, intermediária no Grupo 2, representativo de áreas de talhões não



explorados e com exploração em andamento no manejo florestal, e menor no Grupo 3, representativo de áreas de talhões explorados.

Houve uma boa correlação linear entre a densidade de organismos e os atributos físicos dos solos (umidade, matéria orgânica e capacidade de infiltração).

O solo de maior capacidade de infiltração e conteúdo de matéria orgânica e umidade, presente no Grupo 1, apresentou as maiores densidades de organismos da macrofauna edáfica, com predominância das ordens taxonômicas Oligochaeta (minhoca) e Hymenoptera (formiga), sendo a primeira em quantidades bem mais elevada.

O solo de menor capacidade de infiltração e conteúdo de matéria orgânica e umidade, presente no Grupo 3, por estarem mais desprotegidos e expostos aos excessos de temperatura e aos ciclos extremos de umedecimento e secagem, apresentaram redução significativa na densidade de indivíduos, com predominância da ordem Hymenoptera.

As ordens Coleoptera (coleópteros) e Isoptera (cupins) só foram encontradas nas áreas antropizadas (Grupos 2 e 3) e a ordem Oligochaeta, na área preservada (Grupo 1).

Neste contexto, verifica-se que as ações antrópicas na vegetação e no solo produzem danos ao funcionamento biodinâmico dos solos, reduzindo direta e indiretamente o teor de matéria orgânica, a densidade de indivíduos e a porosidade biológica, contribuindo com menor infiltração de água.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (Cogerh), ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama) – Crato, à Área de Proteção Ambiental (APA) – Chapada do Araripe, aos proprietários e gestores da Unidade de Manejo Florestal da Fazenda Pau D'arco, ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFC e à Faculdade de Tecnologia Centec – Cariri, pelo apoio logístico; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, principalmente, a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) e ao Governo do Estado do Ceará, pelo suporte financeiro.

## **5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. WARDLE, D.A.; LAVELLE, P. **Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition.** In: CADISCH, G.; GILLER, K.E. (Eds.). *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition.* CAB. International, 1997. p.107-124.

2. LAVELLE, P.. Functional domains in soils. **Ecological Research**, v.17, p. 441-450, 2002.
3. LAVELLE, P.; SENAPATI, B.; BARROS, E.. **Soil Macrofauna**. In: SCHROTH, G, SINCLAIR, F.L. (Eds.) *Trees, Crops and Soil Fertility: concepts and research methods*. Chapter 16, 2003. p. 303-323.
4. FISHER, R.F.; BINKLEY, D. **Ecology and management of forest soils**. 3. ed. London: John Wiley, 2000. 489p.
5. DECAENS, T.; LAVELLE, P. JIMENEZ JAEN, J.J; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G. Soil macrofauna in the oriental llanos of Collombia. **European journal of soil biology**, v. 30, n. 4, p.157-168, 1994.
6. WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. **Biology and fertility of soil**, v. 31, p.1-19, 2000.
7. TAPIA-CORAL, S.C. **Macro-invertebrados do solo e estoques de carbono e nutrientes em diferentes tipos de vegetação de terra firme na Amazônia peruana**. Tese de Doutorado. INPA/UFMA, 2004. 159p.
8. GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. **Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores**. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p.1-49.
9. BARROS, E.; CURMI, P.; HALLAIRE, V.; CHAUVEL, A.; LAVELLE, P. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of an oxisol in the process of forest to pasture conversion. **Geoderma**, v.100, p.193–213, 2001.
10. PASCHOAL, A.D.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. **Animais de interesse agrícola, veterinário e médico: apontamentos práticos de zoologia e parasitologia**. Piracicaba: DECALQ, 1992. 224p.
11. BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.
12. FEIJOO, A.M. **Impacto del uso de la tierra en áreas de laderas sobre comunidades de macrofauna del suelo** (Caldono, Cauca, Colombia). Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Colombia, 2001. 196 p.

13. LANGENBACH, T.; INÁCIO, M.V.S.; AQUINO, A.M.; BRUNNINGER, B. Influência da minhoca *Pontoscolex corethrurus* na distribuição do acaricida dicofol em um Argissolo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.37, n.11, p.1663-1668, 2002.
14. BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART E.; FERNANDES, E.C.M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Soil macrofauna community of Amazonian agroforestry systems. **Pedobiologia**, v.47, n.3, p.267-274, 2003.
15. POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E.; CUNHA, G.C. Práticas de ecologia florestal. **Documentos florestais**, n. 16, p.1-44, 1996.
16. ASSAD, M.L.L. **Fauna do solo**. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) *Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1997. p.363-444.
17. BERTI FILHO, E. **Cupins em florestas**. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (Ed.). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins*. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.127-140.
18. DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica**. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, 2002. 70p.
19. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto de avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe**. Recife: DNPM, 1996.
20. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas, 1961 – 1990**. Brasília: INMET, 1993.
21. JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Boletim Técnico, 28. Recife, MA/DNPEA – Sudene/DRN, v. 2, 1973.
22. LIMA, D.A. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989.
23. CAVALCANTI, A.C.; LOPES, O.F. **Condições edafoclimáticas da Chapada do Araripe e viabilidade de produção sustentável de culturas**. Brasília: Embrapa, SPI, 1994. 41p.
24. CARVALHO, O.L.; AQUINO, B. F.; FRISCHKORN, H.; AQUINO, M.D.; FONTENELE, R.E.S. **Tecnologia agrícola e de conservação ambiental para o topo da Chapada do Araripe**. Relatório Técnico Final. Fortaleza: BNB/FINEP – ACEP, 1999. 232p.
25. ANDERSON, J.M.; INGRAN, J.S. **Tropical biology and fertility: a handbook of methods**. 2ª ed. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureau, 1993. 221 p.

26. HARADA, A.Y.; BANDEIRA, A.G. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia central. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p.191-204, 1998.
27. BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTATINO, R.; LAVELLE, P. Effects of land –use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. **Biol Fertil Soil**, v. 35, p.338-347, 2002.
28. SILVA, F. R.; AQUINO, M. A.; MERCANTE, M. F.; GUIMARÃES F. M. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do Cerrado. **Pesq. agrotec. bras**, v. 41, n. 4, p.697-704, 2006.
29. MAKESCHIN, F. **Earthworms (Lumbricidae: Oligochaeta): important promoters of soil development and soil fertility**. In: BENCKISER, G. (Ed.). *Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production*. New York: Marcel Dekker, 1997. p.173-223.