

Sistema Eletrônico para Extração de Minhocas Através de Corrente Elétrica

Resumo

Sistema eletrônico para extração de minhocas do solo com o propósito de estudo de bioindicadores de qualidade do solo, é apresentado neste trabalho. O sistema é controlado por um microprocessador, PIC18F4222 de fabricação da Microchip Inc., que controla uma fonte de alta tensão, seleciona a tensão desejada, e aplica essa tensão de uma forma padronizada entre três eletrodos, de um conjunto de oito eletrodos, aplicando a tensão em um conjunto de três em três eletrodos, até completar os 8 eletrodos. Esta maneira de aplicar as tensões nos três eletrodos faz com que uma corrente elétrica circule dentro da região de localização dos eletrodos, provocando um desconforto as minhocas ali presentes, fazendo com se desloquem à superfície, onde são coletadas.

Introdução

Os anelídeos oligoquetos são invertebrados essencialmente edáficos e podem ser encontrados em quase qualquer ambiente, concentrando-se onde há maior umidade e matéria orgânica. Podem ser usados como bioindicadores da qualidade do solo e têm comprovados efeitos positivos sobre a estrutura física do solo, a disponibilidade de nutrientes para as raízes, o crescimento das plantas e a produtividade agrícola. Porém, as inerentes dificuldades taxonômicas e técnicas de trabalho com anelídeos oligoquetos tem gerado pouco interesse de cientistas comparado com outros invertebrados e, como consequência, existem poucos trabalhos sobre a biologia, ecologia e distribuição das espécies brasileiras e/ou exóticas e o conhecimento das suas relações ecológicas e importância nos ecossistemas brasileiros é muito reduzido. Portanto, o potencial dos anelídeos oligoquetos como recurso natural continua sendo pouco aproveitado no Brasil.

Vários métodos têm sido utilizados para coletar anelídeos oligoquetos no mundo, e alguns métodos de base comportamental, como o uso de substâncias químicas irritantes ou choques elétricos, que fazem os indivíduos vir à superfície do solo. Estes métodos podem ajudar a diminuir o tempo necessário para avaliar as suas populações, resultando como bioindicadores. Contudo, existem poucos trabalhos, especialmente em regiões tropicais de utilização destes métodos para a avaliação e amostragem das populações destes animais.

Revisão de Literatura

Um fator essencial para estudos quantitativos ecológicos é o uso de métodos apropriados para a avaliação a ser realizada. Vários métodos têm sido utilizados para coletar anelídeos oligoquetos no campo. Estes podem ser divididos em três principais tipos: a) físicos; b) comportamentais ou etológicos; c) indiretos (BAKER e LEE, 1993). Para qualquer um dos métodos é importante que o número e tamanho das amostras

seja o suficientemente grande para permitir uma avaliação precisa das populações presentes no local. A distância entre as amostras também deve ser grande o suficiente para evitar autocorrelação entre as amostras (ROSSI et al., 1998). A distribuição das amostras também é importante, e deve-se tomar em conta as características físicas e biológicas do ambiente a ser amostrado (tamanho de parcela, inclinação, diferente vegetação ou tipo de solo), para

Foto: Arquivo



Autores

Ladislau Marcelino Rabello
Engenheiro Elétrico, Dr.
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970,
São Carlos, SP
rabello@cnpdia.embrapa.br

George Gardner Brown
Ecologista, Dr.
Embrapa Soja, C.P. 231,
CEP 86001-970
Londrina, PR
browng@cnpso.embrapa.br

obter melhores resultados. O tempo, materiais e mão-de-obra disponíveis também são fatores importantes para levar em conta na hora de decidir qual método utilizar. Uma das grandes limitações da disponibilidade de diferentes métodos é a dificuldade de realizar comparações entre resultados obtidos com diferentes métodos de amostragem.

Os principais métodos serão apenas discutidos brevemente aqui. Para maiores informações sobre os métodos de coleta e outros detalhes logísticos, favor dirigir-se a outros trabalhos (AXELSON et al., 1971; BAKER, 1985; Baker e Lee, 1993; BOUCHÉ e GARDNER, 1984; DICKEY e KLADIVKO, 1989; GUNN, 1992; ISO, 2006; LEE, 1985; NELSON e SATCHELL, 1962; RAW, 1959; RUSHTON e LUFF, 1984; SATCHELL, 1969; TERHIVUO, 1982; THIELEMANN, 1986; WLATHER e SNIDER, 1984; ZICSI, 1962).

a) Os métodos físicos envolvem a remoção diretamente do solo pelo interessado. Pode ser através da triagem manual do solo e/ou com lavagem e peneiramento do solo. A remoção manual tem sido o método mais utilizado pelos pesquisadores trabalhando com anelídeos oligoquetos, especialmente nas regiões tropicais, apesar da importante limitação de tempo que impõe, devido à dificuldade de triar manualmente grandes quantidades de solo. A remoção manual também se dificulta quando o solo está muito seco ou compacto, com grandes quantidades de raízes, e quando os anelídeos oligoquetos são pequenos e/ou de cor críptica e/ou estão localizadas em camadas muito profundas, dificultando a sua extração (Baker e Lee, 1993). A combinação de remoção manual com lavagem e peneiramento provavelmente seja o método mais eficiente para a extração de anelídeos oligoquetos do solo, já que ele elimina algumas das deficiências do método manual, além de coletar também os casulos. Porém, poucos pesquisadores acabam usando esse método devido ao tempo e esforço adicional necessário. Contudo, algumas melhorias e futuros desenvolvimentos tecnológicos nessa área poderiam grandemente diminuir o tempo e esforço necessário para esse método, ajudando a aumentar a sua aceitação e utilização.

b) Os métodos etológicos ou comportamentais incluem o uso de armadilhas "pit-fall" (que capturam as espécies ativas na superfície do solo), choques elétricos ou vermífugos (substâncias irritantes, por ex. formol, mostarda, vinagre, permanganato de potássio e outros) que fazem com que os anelídeos oligoquetos subam à superfície do solo. Estes métodos tem a vantagem de diminuir significativamente o tempo e o esforço físico necessário para remover os anelídeos oligoquetos do solo, porém também apresentam limitações. O formol é cancerígeno, e a eficiência da extração depende da temperatura e umidade do solo, da atividade dos anelídeos oligoquetos e sua reação às substâncias usadas, o tipo de solo (especialmente a porosidade e infiltração do líquido), e a concentração utilizada. Ademais, os casulos não são coletados, e apenas os anelídeos oligoquetos ativos e capazes de subir à tona são coletados.

Comumente, nas regiões tropicais, onde predominam as espécies endógenas (habitam dentro do solo e sobem pouco à superfície), os métodos comportamentais tem sido menos usados devido à sua baixa eficiência. Por essa razão, Lavelle e outros por ex., Mukherjee e Singh (1986) têm desaconselhado o seu uso, porém Römbke et al. (1999) observaram que não foi possível realizar uma estimativa adequada das espécies presentes numa área da floresta Amazônica ao N de Manaus, usando apenas o método manual. Foi necessário usar formol sobre uma grande área (4 m²) para coletar os minhocucos presentes no local. Por isso, alguns autores combinam o método manual com métodos etológicos, para capturar tanto as grandes de estilo de vida anêmico (BOUCHÉ, 1977), quanto as endógenas geófagas.

c) Os métodos indiretos envolvem a contagem das estruturas físicas criadas pelos anelídeos oligoquetos na superfície do solo (excrementos, buracos, "middens"). A presença e quantidade dessas estruturas geralmente refletem a abundância e a atividade dos anelídeos oligoquetos, mas não é recomendável usar este método para avaliar as suas populações. Muitos anelídeos oligoquetos produzem poucas ou nenhuma estrutura física na superfície, e alguns indivíduos podem produzir muitas estruturas. Contudo, essas medidas são muito úteis para avaliar o potencial efeito da comunidade de anelídeos oligoquetos sobre as propriedades e processos edáficos.

Apesar da abundante literatura sobre o assunto, poucos trabalhos (ver lista acima), especialmente em regiões tropicais, compararam diferentes métodos para a coleta de anelídeos oligoquetos em diversas situações ambientais, com variações no tipo de solo, vegetação e espécies de anelídeos oligoquetos presentes. A maioria dos trabalhos se limitou a comparar apenas métodos diferentes no mesmo local. Sabe-se que não existe método perfeito e todos os métodos tem as suas limitações (LAVELLE e KOHLMANN, 1984). Porém, é importante saber o melhor método conforme a situação local, para poder aplicá-lo ao trabalho a ser realizado. Idealmente, o método deve facilitar o trabalho a ser realizado, sem porém, comprometer os resultados a serem obtidos.

O presente trabalho propõe desenvolver um método de amostragem utilizando a passagem de uma determinada corrente elétrica em uma região do solo em diversas situações ambientais, para a extração e avaliação da população de anelídeos oligoquetos.

Descrição do Sistema

A extração dos animais consiste em conectar a fonte de alta tensão em 8 eletrodos, que serão dispostos no solo em forma de círculo, aplicando uma diferença de potencial a cada 3 pares de eletrodos selecionados, não simultaneamente, mas com um intervalo de tempo para cada par de eletrodo, dentro do conjunto dos três pares. A seqüência de uso dos eletrodos pode ser observada na figura 01 e na tabela 01, conforme dados extraídos do trabalho publicado por Thielemann (1986).

Tabela 01: Seqüência de uso dos eletrodos.

Seqüencia	Eletrodo energizado	Eletrodo aterrado
A	1-2-3	7-6-5
B	2-3-4	8-7-6
C	3-4-5	1-8-7
D	4-5-6	2-1-8

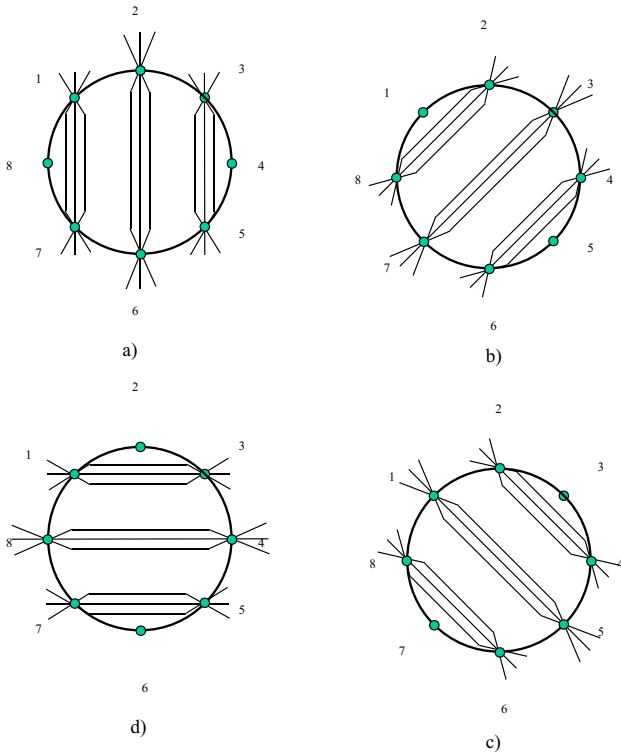


Figura 1: Seqüência se uso dos eletrodos

O eletrodo consiste de uma haste, de 60 cm de comprimento e diâmetro de 1 cm, de aço inox com uma ponta em uma extremidade para facilitar inserção no solo e outros substratos, e um cabo com material isolante para manuseio na outra extremidade.

A conexão do sistema de alta tensão aos eletrodos é feita via cabo com terminais garras jacarés, fixadas logo abaixo do cabo no metal da haste.

A fixação correta dos eletrodos no solo é feita por meio de um molde de forma anelar, com furos de guia para os eletrodos, conforme mostrado na figura 02.

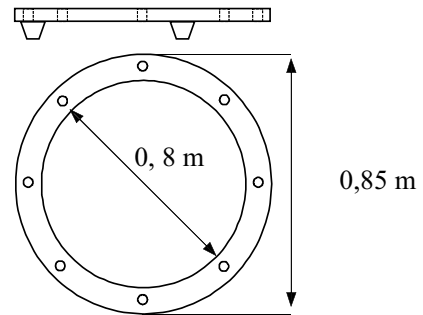


Figura 2: Sistema anelar para molde de fixação dos eletrodos no solo.

O sistema, representado através do diagrama de blocos na figura 3, é composto de 11 blocos, sendo detalhados a seguir:

No bloco principal (bloco "sistema microprocessador") contém o microprocessador PIC 18F4222, é responsável pelo controle da fonte de alta tensão, geração de pulso de PWM, controle de teclado e seleção da tensão desejada, tendo como freqüência de operação 4 MHz.

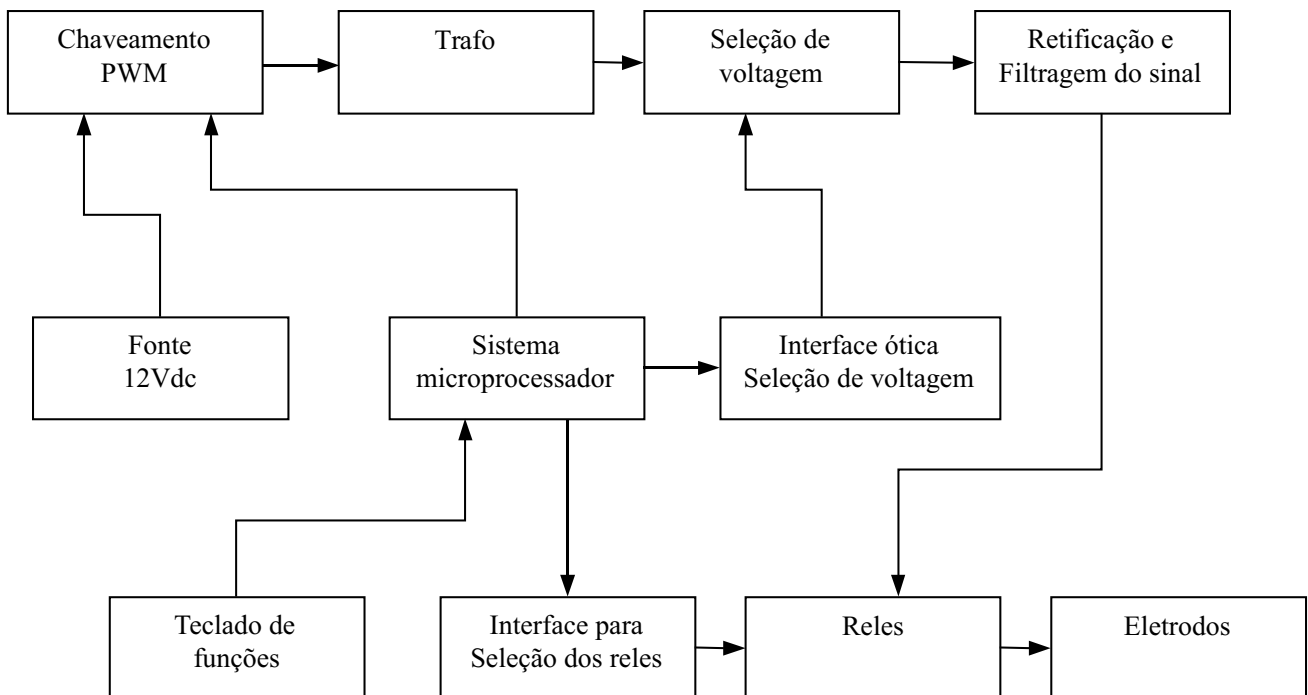


Figura 3: Diagrama de bloco do sistema de extração de minhocas usando corrente elétrica.

O bloco “teclado de funções”, é a interface ser humano-máquina, e contém as chaves seletoras de tensão de trabalho, a chave de segurança para desligar o sistema imediatamente, caso haja algum erro, e a chave de inicialização do sistema. Possui também leds sinalizadores para cada chave.

O bloco “chaveamento PWM” chavea o sinal pulsado, emitido pelo microprocessador, através de um transistor FET de potência, IRFZ48N, no primário do transformador de potência.

Compreende também dois pares de transistores PNP (BC327) e NPN (BC337), na forma push-pull para chavear o gate do FET.

Na seqüência temos o bloco “trafo” que consiste de um transformador de núcleo de ferrite projetado para trabalhar na freqüência de 10kHz, sendo o primário 12VAc/10Amp, e 7 secundários com as respectivas tensões: 250, 300, 350, 400, 500, 600 Vac, e um enrolamento de referência de 12 Vac, para monitoramento de segurança e potência de 120VA.

O bloco “seleção de Voltagem”, é composto de 6 triacs TIC206H, ligados em cada um dos terminais de tensão de 250 a 600 Vac, sendo acionados pelo sistema microprocessador PIC18F4222, de acordo com a seleção desejada e interfaceada através do bloco “interface óptica para seleção de voltagem”, que tem a finalidade de isolar terminais do PIC18F4222 da parte de alta tensão, e é composto de 4 circuitos integrados TIL192.

O bloco “retificação do sinal e filtro” tem a finalidade de retificar o sinal pulsado da faixa de tensão escolhida para um sinal contínuo, e é composto de 4 diodos 1N4148, montados em ponte para retificação em onda completa, e um capacitor de 100 F, para filtro do sinal. Também é composto de um sistema de segurança contra curto circuito formado por um triac TIC206H e resistor de 0,5 ohms/5W.

O bloco “interface para seleção dos relés”, tem a mesma finalidade de isolar as portas de saída do microprocessador PIC18F4222, para drenar uma corrente compatível e acionar o relé selecionado.

Conclusões

O presente desenvolvimento de um equipamento para facilitar a extração de minhocas do solo, constitui-se em um novo equipamento de fácil manejo e controle por parte do usuário sem a necessidade de uso de substâncias agressivas a fauna do solo, de métodos tradicionais de extração como o uso de enxadas e pás e sem a perturbação física do solo ou do substrato de onde são extraídas as minhocas.

Referências Bibliográficas

AXELSON, B.; GARDEFORS, D.; LOHM, U.; PERSON, T.; TENOW, O.. Realiability of estimating standing crop of earthworms by hand sorting. *Pedobiologia*, Jena, v. 11, p. 338-340, 1971.

BAKER, G. H.. Formalin expulsion of earthworms

(Lumbricidae) from irish peat soils. *Soil Biol. Biochem.*, Elmsford, v. 17, p. 113-114, 1985.

BAKER, G. H.; LEE, K. E. Earthworms. In: CARTER, M. E. (Ed.). *Soil sampling and methods of analysis*. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. p. 359-371.

BOUCHE, M, B.; GARDNER, R. H.. Earthworm functions. VIII. Population estimation techniques. *Rev. Ecol. Biol. Soil*, [S. L.], v. 2, p. 37-63, 1984.

BOUCHE, M. B. Stratègies lombriciennnes. In: LHOM, U.; PERSON, T. (Eds.). *Soil organisms as components of ecosystems*. Stockholm: Blackwell Publishing, 1977. (Ecological Bulletins, 25). p. 122-132.

DICKEY, J. B.; KLADVIKO, E. J. Samples unit size and shapes for quantitative sampling of earthworm populations in crop lands. *Soil Biol. Biochem*, Elmsford, v. 21, p. 105-111, 1989.

GUNN, A. Teh use of mustard to estimate earthworm populations, *Pedobiologia*, Jena, v. 36, p. 65-67, 1992.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. No. 23611-1. Soil quality : Sampling of soil invertebrates. Part 1: Hand-sorting and formalin extration of earthworms. Geneva, 2006. no prelo.

LAVELLE, P.; BAROIS, I.; CRUZ, I.; FRAGOSO, C.; HERNANDEZ, A.; PINEDA, A.; RANGEL, P. Adaptive strategies of pontoscolex corethrurus (Glossoscolecidae, Oligochaeta) a peregrine geophagous earthworm of the humid tropics, *Biol. Fertil. Soils*, Berlin, v. 5, p. 188-194, 1987.

LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. (Eds.). Earthworm management in tropical agroecosystems. London: CAB International Publishe, 1999.

LAVELLE, P. Stratègies de réproduction chez les vers de terre. *Acta Oecologica. Oecol. Gener.*, Paris, v. 2, p. 117-133, 1981.

LAVELLE, P. Earthworm activities and the soil system. *Biol. Fertil. Soils*, Berlin, v. 6, p. 237-251, 1988.

LAVELLE, P.; KOHLMANN, B. Étudequantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale humide je Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiologia*, Jena, v. 27, p. 377-393, 1984.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. *Soil ecology*. The Hague: Kluwer Academic Publishing, 2001.

LEE, K. E.. *Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use* Sydney: [London]: Academic Press, 1985.

MUKHERJEE, J. N.; SINGH, J. A comparison of different quadrat sizes and extraction methods for estimating esrthworm population from tropical soils of Varanasi. In: Dash, M. C.; Senapati, P. K.; Mishra, P. C. (Eds.). *Verms and vermicomposting*. Sambalpur: University of the Sambalpur, 1986. p. 23-28.

NELSON, J. M.; SATCHELL, J. E.. The extraction of lumbricidae from soil with especial reference to the hand-sorting method. In: MURPHY, P. W. **Soil Zoology**.(Ed.). London: Butterworths, 1962. p. 294-299.

RAW, F. Estimating earthworm populations by using formalin. **Nature**, London, v. 184, p. 1661-1662, 1959.

RÖMBKE, J.; MELLER, M.; GARCIA, M. Earthworm densities en central Amazonian primary and secondary forests and a polyculture forestry plantation. **Pedobiologia**, Jena, v. 43, p. 518-522, 1999.

ROSSI, J. P.; MARIANI, L.; LAVELLE, P.. Dynamiques spatiales et temporelles de la réconstitution des peuplements de vers de terre dans des melieux en voie de régénération. Bondy: LEST-ORSTOM, 1998. Relatório Final ao Ministério do Meio Ambiente Francês.

RUSHTON, S. P.; LUFF, M. L. A new electrical method for sampling earthworms populations. **Pedobiologia**, Jena, v. 26, p. 15-19, 1984.

SATCHELL, J. E. Studies on methodological and taxonomical questions. In: Methods of sampling earthworm populations. **Pedobiologia**, Jena, v. 9, p. 20-25, 1969.

TERHIVUO, J. Relative efficiency of hand-sorting, formalin application and combination of both methods in extracting Lumbricidae from Finish soils. **Pedobiologia**, Jena, v. 23, p. 175-188, 1982.

THIELMANN, U. Elektrischer regenwurmfang mit der Oktett-Methode, **Pedobiologia**, Jena, v. 29, p. 297-303, 1986.

WLATHER, P. B.; SNIDER, R. M. Techinques for sampling earthworms and cocoons from leaf litter, humus and soil, **Pedobiologia**, Jena, v. 27, p. 293-297, 1984.

ZICSI, A. Determination of number and size of sampling unit for estimating Lumbricid populations of arable soils. In: MURPHY, P. W. (Ed.). **Soil zoology**. London: Butterworths, 1962. p. 68-71.

Circular Técnica, 31

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 3374 2477
Fax: 16 3372 5958
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição
1a. impressão 2005: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Carlos Manoel Pedro Vaz
Secretária Executiva: Valéria de Fátima Cardoso
Membros: Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo

Membro Suplente: Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

Expediente

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Revisão de texto: Dr. Victor Bertucci Neto
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Editoração eletrônica: Valentim Monzane