



# Revista AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica

Volúmen 1, número 4, año 2008 ISSN 0718-378X  
PP

## DESCRIÇÃO DO COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE MINHOCAS COMO INDICADOR DA QUALIDADE DA VERMICOMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

Description of the behavior of earthworms population as an indicator of the  
quality of vermicomposting of solid organic waste

Hiram Jackson Ferreira Sartori

### ABSTRACT

Vermicomposting technique was applied in an experimental manner to select raw materials and control parameters that allow its improvement and adoption as a solid waste treatment technique. The research was conducted by the application of the process on identical beds filled with different substrates. The substrates used were obtained from different mixture ratios of the organic fraction of urban solid wastes, organic compounds of urban solid wastes, sawdust, straw and cattle manure. The materials were analyzed for their grain size and nutritional and microbiological characteristics, before and after being subject to the vermicomposting process. The vermicomposting process of the mixtures used behaved partly as an earthworm cultivation process, partly as a composting process. In relation to vermicomposting, the most variable parameters among the beds were the quantity of green cocoons and the percentage of adult individuals, which represented two extremes of the evolution cycle of these organisms and, due to this reason, the high coefficients of variation associated with their values reflect the fact that the earthworm population in each bed was, during their harvest, in a very specific moment of their reproduction cycle, entirely or partly adapted to the substrate in which they were applied. It is worth mentioning that the highest coefficient of variation was the one associated with the quantity of green cocoons, whose presence indicated the start of a new reproduction cycle. The ratio number of youngsters:number of adults that reflects the structure of the population, varies according to the season and the earthworm species, factors that remained constant in all beds during the whole experiment and, therefore, the variation noticed should reflect the environmental differences existing among the beds. After determinations of pH, weighting and distribution of earthworms per age group it was found that the higher the pH, the higher the ratio number of youngsters:number of adults, which shows that vermicomposting may be managed by the interpretation of the variation of control parameters values normally used in both mentioned processes.

### KEY WORDS:

Vermicomposting, solid waste treatment, organic waste, wastes.

## V-Sartori-Brasil

### DESCRIÇÃO DO COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE MINHOCAS COMO INDICADOR DA QUALIDADE DA VERMICOMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

#### Hiram Jackson Ferreira Sartori

Doutor em Resíduos Sólidos(USP,1998), Coordenador do Curso de Especialização em Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos(PUC Minas). Professor do Curso de Especialização em Administração Pública do ISPU-Moçambique. Atuação profissional em gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

Av: Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico - Belo Horizonte – Minas Gerais - CEP 30535-901

Brasil - Tel.: (31) 99742064 - Fax: (31)32811316 - e-mail: [hiram.jackson@terra.com.br](mailto:hiram.jackson@terra.com.br)

#### RESUMO

A técnica de vermicompostagem foi aplicada, de forma experimental, para escolha de matérias-primas e parâmetros de controle que possibilitem o seu aprimoramento e a sua apropriação como técnica de tratamento de resíduos sólidos. A investigação foi conduzida a partir da aplicação do processo em canteiros idênticos, preenchidos com diferentes substratos. Os substratos utilizados foram obtidos pela mistura, em diferentes proporções, entre fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, composto orgânico de resíduos sólidos urbanos, serragem, palhada e esterco de gado bovino. Os materiais foram analisados, quanto às suas características granulométricas, nutricionais e microbiológicas, antes e depois de serem submetidos ao processo de vermicompostagem. O processo de vermicompostagem das misturas empregadas comportou-se em parte como o processo de minhocultura, e em parte como o processo de compostagem. Em relação à vermicompostagem, os parâmetros mais variáveis entre os canteiros foram a quantidade de casulos verdes e o percentual de indivíduos adultos, que representam dois extremos do ciclo evolutivo destes organismos, e por este motivo, os elevados coeficientes de variação associados aos seus valores refletem o fato de que a população de minhocas de cada canteiro encontrava-se, durante a sua colheita, em um instante bem específico do ciclo reprodutivo, melhor ou pior adaptada ao substrato ao qual foi aplicada. Note-se que o maior coeficiente de variação foi aquele associado à quantidade de casulos verdes, cuja presença indica o início de um novo ciclo reprodutivo. A relação “contagem de jovens: contagem de adultos”, que traduz a estrutura da população, varia em função da estação do ano e da espécie de minhoca, fatores que foram mantidos constantes em todos os canteiros e durante todo o experimento, pelo que a variação observada deve refletir as diferenças

ambientais existentes entre os canteiros. A partir das determinações de pH, pesagem e distribuição de minhocas por faixas etárias, constatou-se que quanto maior o pH, maior a relação contagem de jovens : contagem de adultos, demonstrando poder ser a vermicompostagem, administrada pela interpretação da variação dos valores dos parâmetros de controle, normalmente empregados nos dois processos citados.

## **PALAVRAS-CHAVE**

**Vermicompostagem, tratamento de resíduos sólidos, resíduo orgânico, resíduos.**

## **INTRODUÇÃO**

A partir da literatura consultada, alguns procedimentos foram conduzidos para conhecer o comportamento da vermiconversão de materiais orgânicos previamente selecionados. Os materiais selecionados foram misturados e compostados em pilhas de reviramento manual para, a partir daí, serem utilizados como matéria-prima das operações de vermiconversão. A realização da compostagem como um pré-tratamento da vermiconversão deveu-se única e exclusivamente à necessidade de se abaixar a temperatura da matéria orgânica putrescível, até que esta atingisse níveis compatíveis com aqueles exigidos pelas minhocas, não constituindo-se em si objeto de estudo. Para padronizar os procedimentos, também as misturas que por sua constituição talvez não atingissem a fase termofílica, ultrapassando a faixa de temperaturas compatível com o crescimento das minhocas, como aquelas ricas em serragem ou composto orgânico, foram submetidas ao empilhamento e ao reviramento manual.

Minhocultura ou vermicultura se refere ao cultivo ou reprodução de minhocas em larga escala, e ao encorajamento (através da seleção do suprimento) de sua produção de coprólito - o produto natural final de sua dieta. A minhocultura é a atividade econômica, em qualquer escala, caracterizada pela criação confinada, ou seja, intensiva, de minhocas, tendo como fim a produção de húmus ou mesmo dos próprios vermes, a partir de um substrato (GRASSMANN et al., s.d.\*, GRASSMANN et al., s.d.\*\*).

A vermicompostagem geralmente implica em uma ênfase no processamento de materiais orgânicos, e não na reprodução de minhocas. A vermicompostagem lida principalmente com o consumo de resíduos, enquanto a vermicultura diz respeito às minhocas e à produção de coprólito. Estes são dois tipos muito diferentes de operação (RIGGLE, 1996b).

Alguns pesquisadores, como H. Carl Klauck de Newmarket, Ontário, Canadá, sustentam que o processo de tratamento de resíduos no qual as minhocas tomam parte não é uma compostagem. Klauck, por exemplo, considera que o processo é uma conversão anelídica, já que utiliza minhocas segmentadas, membros do filo Annelida (INTERNATIONAL..., 1995).

As minhocas vermelhas (*Eisenia foetida*), que tradicionalmente foram criadas em esterco de vaca para maximizar a produção de isca e alimentação animal, provaram ser eficazes no tratamento de uma variedade de restos orgânicos. Entretanto, quando as minhocas são usadas para tratamento de resíduos, o objetivo principal é atingir rapidamente a estabilização e a conversão do resíduo em coprólito utilizável. Como resultado, as práticas e critérios de projetos desenvolvidos para a criação não são necessariamente ótimas para os propósitos de tratamento de resíduos (RIGGLE, 1996c).

A linha de divisa entre os campos de aplicação dos dois termos pode ser um pouco confusa, uma vez que a minhocultura e a vermicompostagem dependem de minhocas que digerem o material orgânico e produzem coprólito. Além disso, enquanto lingüisticamente conveniente, o termo vermicompostagem implica na adição de um componente termofílico aeróbio ao processo, que pode ou não ser usado. Em alguns casos, um pré-tratamento do material orgânico bruto precede a verdadeira alimentação das minhocas (RIGGLE, 1996b). Assim considerada, a operação de vermicompostagem é um processo de dois estágios. Primeiro, o resíduo é compostado para facilitar a redução dos patógenos, e em seguida é submetido à ação das minhocas.

Da consideração de que o emprego das minhocas difere da compostagem, ou pelo menos exige fases distintas de processamento, já que as minhocas apresentam limitações quando expostas ao calor gerado pelos resíduos orgânicos frescos e a outras condições associadas ao processo convencional, surgiu o termo bissanitização, que representa um processo de dois passos, durante o qual o resíduo é termofilicamente compostado, antes de ser dado como alimento às minhocas (BOUCHÉ, 1994).

RICCI (1996) considera que a vermicompostagem é um processo de transformação biológica de matéria orgânica, acelerado pelo emprego das minhocas, se comparado com a transformação que ocorre sem adição a sua adição. KIEHL (1985) associa esta designação a uma tecnologia na qual se utilizam as minhocas para digerir a matéria orgânica, provocando sua degradação.

Pode-se dizer que, em função do objetivo a que se destina a instalação que está utilizando minhocas, o processo desenvolvido e o papel destes organismos mudarão significativamente. Assim é possível encontrar, para uma determinada instalação, alguma das situações abaixo:

- a. produção e utilização e/ou comercialização de minhocas e/ou esterco de minhocas, a partir de substratos convencionais, alternativos ou combinados: minhocultura ou vermicultura;
- b. pós-tratamento de instalações convencionais de compostagem a partir de substratos convencionais, alternativos ou combinados: vermicompostagem ou bissanitização; e
- c. tratamento de resíduos sólidos puros e/ou combinados, sanitariamente contaminados ou não com ou sem pré-tratamento por compostagem convencional: vermiconversão, vermiestabilização, conversão anelídica ou vermiciclagem.

A partir das situações e designações propostas, é possível perceber que a conversão de resíduos orgânicos por minhocas, que produz esterco a partir de materiais orgânicos comestíveis e assimiláveis por estes organismos, pode ou não ser realizada em conjunto com a compostagem, e, dependendo do grau de interação das duas operações, será possível ou não distinguir as duas fases.

## OS MATERIAIS UTILIZADOS PARA TRATAMENTO

Dentre os diversos resíduos sólidos orgânicos que podem ser processados pelo sistema de vermicompostagem, foram escolhidos cinco resíduos, quatro dos quais são normalmente encontrados em centros urbanos, e o quinto resíduo foi utilizado por ser o substrato tradicional das técnicas de minhocultura:

- composto orgânico de resíduos sólidos, produto final das usinas de compostagem, doado pela Superintendência de Limpeza Urbana;
- serragem e pó de serra provenientes de marcenarias, serrarias e obras de construção civil, obtidos na marcenaria do Campus Coração Eucarístico da PUC Minas, e comprados de uma serraria particular em Belo Horizonte;
- palhada e folhagem constituídas do resíduo de poda e capina de praças, parques, jardins e canteiros, resultantes de atividades de manutenção, obtidas no setor de obras do Campus provenientes da conservação de suas áreas verdes;
- fração orgânica crua de resíduos sólidos, produzida preferencialmente por coleta seletiva segregativa, doada pela Superintendência de Limpeza Urbana e por uma empresa de supermercados;
- esterco verde e curtido de gado bovino, tradicionalmente utilizado como substrato para a criação de minhocas, comprado de fornecedores locais.

Quando necessário, a matéria-prima bruta foi processada para a remoção de partículas contaminantes ou grosseiras. No caso da palhada, este processamento foi realizado em peneira rotativa, que além de permitir a remoção de grãos de terra, provenientes das áreas de origem, facilitava a localização de resíduos estranhos como pedaços de papel e embalagens, principalmente copos descartáveis e latinhas de refrigerantes.

Depois de limpa e seca, cada pilha de matéria-prima foi amostrada pelo método do quarteamento, para que fossem analiticamente determinadas as suas principais características químicas e físicas.

Antes que as misturas dos materiais selecionados pudessem ser submetidas à compostagem, algumas proporções foram testadas analiticamente, em uma planilha de cálculo construída para estimar a sua melhor composição percentual. A planilha de cálculo foi elaborada no Microsoft Excel 97, e as misturas foram testadas a partir das características de cada material em separado. Estas características que determinam a proporção de cada material na mistura, a fim de que se obtenha uma pilha de composto de determinado volume, em condições desejadas de umidade e relação C:N, permitiram determinar as relações gravimétricas e volumétricas segundo as quais os materiais, em seu estado natural, sem remoção de inertes e sem secagem adicional, deviam ser misturados.

## COMPOSTAGEM

A etapa de compostagem das matérias-primas e de suas misturas teve por finalidade garantir que, quando da compostagem, não haveria elevação de temperatura prejudicial às minhocas, foi realizada sobre lonas plásticas, a fim de se garantir a não contaminação dos materiais. Durante a compostagem, somente as pilhas que possuíam fração orgânica de resíduos sólidos desenvolveram algum odor incômodo. Este odor era perceptível apenas quando do reviramento da base destas pilhas. Todas as pilhas apresentaram alteração de seu aspecto visual, o que foi mais acentuado nas pilhas que continham fração orgânica de resíduos sólidos, do que naquelas constituídas de material seco, como serragem e composto orgânico.

## A CRIAÇÃO DAS MINHOCAS

Os indivíduos a serem utilizados no experimento foram obtidos a partir de um único lote de minhocas adultas da espécie *Eisenia foetida*, retirado integralmente de um mesmo canteiro, já mantido para a alimentação de rãs e para as aulas práticas, do Curso de Ciências Biológicas da PUC Minas. Esse lote inicial foi distribuído em canteiros, preenchidos com esterco de gado bovino, semelhantes aos canteiros que seriam utilizados no experimento principal, buscando-se assim uma melhor ambientação dos organismos. Os canteiros utilizados para a minhocultura e para a vermiconversão foram construídos em alvenaria de 40cm de altura, executada em blocos pré-moldados de concreto, de dimensões 40cm x 20cm x 10cm. Quando da execução da alvenaria dos canteiros, uma estrutura simples de madeira foi providenciada para suportar a proteção contra insolação e águas de chuva. O terreno sobre o qual se construíram os canteiros foi pavimentado com argamassa de cimento e areia, para permitir a coleta de todo o material contido nos canteiros, sem contaminação por material do solo adjacente. Os canteiros possuíam dimensões internas de 1,25m x 0,80m, com área superficial de 1,0m<sup>2</sup>, tendo sido preenchidos até os 30cm de altura com substrato. Cada canteiro foi lavado, encharcado e enxaguado com muita água corrente.

Para a drenagem das águas de irrigação cada canteiro recebeu dois tubos de PVC. Os tubos, com 40mm de diâmetro, foram perfurados com furadeira elétrica depois de chumbados no piso do canteiro, dispostos transversalmente à maior dimensão do canteiro, a 40cm das paredes laterais. Antes do preenchimento dos canteiros com esterco, os drenos foram recobertos com areia lavada, que atuou como filtro, retendo o alimento e impedindo a fuga das minhocas pelos orifícios de drenagem.

Antes de receberem o substrato para a criação das minhocas, os canteiros foram recobertos com peças quadradas de lona plástica amarela, para que se mantivessem sempre sombreados, com a temperatura adequada à sobrevivência das minhocas. Para garantir que a umidade não seria um fator limitante durante essa fase de desenvolvimento das minhocas, o esterco inicialmente seco que foi colocado nos canteiros, foi vigorosamente umedecido, tendo-se podido observar nesta

oportunidade, o bom funcionamento dos drenos de PVC e areia. Depois de umedecidos, os canteiros tiveram sua temperatura avaliada diariamente, para garantir que esta não mais se elevava, antes da distribuição das minhocas. Nesse monitoramento foi utilizado um termômetro digital, com uma única sonda fixa, tipo espeto.

A umidade dos canteiros foi mantida nos mesmos teores encontrados nos matrízários, garantindo-se ainda que ao longo da profundidade dos canteiros se estabelecesse um gradiente com valores de umidade proporcionais à profundidade. Tanto a umidade quanto o pH foram avaliados diariamente no campo.

Para a inoculação dos canteiros as minhocas eram catadas diretamente do matrízário, dentro de baldes plásticos, em volume suficiente para exceder a um quilo. Depois de catadas eram limpas, para remoção do substrato coletado juntamente com elas, e um quilo de minhocas era pesado desta porção limpa.

Todos os canteiros foram inoculados com um quilo de minhocas adultas, que foram colocadas em pequenos montes sobre os canteiros e não foram enterradas e nem auxiliadas de nenhuma maneira durante a sua penetração no substrato.

As regas eram sempre realizadas durante as primeiras horas da manhã, pela utilização de regadores plásticos de jardim, com capacidade igual a 10 litros. A água utilizada era potável, proveniente da rede de distribuição do campus, tendo sido sempre retirada de uma mesma torneira, situada dentro da área destinada aos procedimentos. As regas eram realizadas todas as vezes em todos os canteiros, sempre que sua camada superior apresentava sinais de agregação das partículas, devida à sua secagem. Para a retenção da umidade e aumento da proteção das minhocas contra a insolação, foram arranjadas sobre os canteiros camadas de folhas cortadas e secas de grama, obtidas da capina do campo de futebol situado ao lado da área dos canteiros. Quando da irrigação dos canteiros, essas folhas eram afastadas para que não fossem umedecidas, entrando em decomposição. Essa decomposição, caso ocorresse, aliada a outros fatores como o isolamento térmico provido pelos blocos de concreto vazado e a incidência direta dos raios solares, poderia elevar sua temperatura, comprometendo a sobrevivência das minhocas. Após a colocação da grama pode-se observar um aumento da produção de coprólitos. O surgimento dos coprólitos na superfície dos canteiros ocorreu sempre a partir das paredes, em direção ao centro dos canteiros. Quando sondadas, as regiões mais internas apresentavam menor quantidade de minhocas que as regiões localizadas ao longo das paredes.

## A VERMICONVERSÃO

Tendo-se passados 45 dias a partir da inoculação dos canteiros de esterco, iniciou-se a preparação do experimento de vermiconversão de resíduos sólidos orgânicos. Para tal experimento, um bloco de 16 canteiros novos e limpos, nunca antes usados, semelhantes aos utilizados para a criação das minhocas, foi preparado, construindo-se no fundo de cada canteiro um plano inclinado de argamassa de cimento e areia lavada, com declividade de 3,125%, na

direção da menor medida do canteiro, no sentido da sua parede externa. Essa camada de argamassa possuía 2,5cm de altura no seu lado mais espesso e concordava com o fundo original do canteiro, junto à sua parede externa. Depois de executada e seca essa camada, cada canteiro foi lavado, encharcado e enxaguado com água corrente, a fim de que neles não restassem partículas de cimento. Quando essa camada inclinada foi construída, uma parte de cada dreno foi recoberta, passando a existir no fundo do canteiro regiões nitidamente mais bem drenadas que outras, o que mais tarde teve sua importância avaliada. Para proteção contra a insolação, os canteiros foram cobertos com plástico( Figura 1).

**Figura 1: A fase de vermicompostagem.**



Após a preparação dos canteiros, que coincidiu com o término da fase compostagem, os 16 canteiros experimentais foram preenchidos com as misturas preparadas para tal fim, apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Composição percentual gravimétrica das misturas utilizadas como substratos.**

Canteiro	EV	EO	EC	Pa	FO	Se	CO	CP
1	100,00							
2		100,00						
3			100,00					
4			98,80	6,20				
5					87,62	12,38		
6					92,73	7,27		
7						77,00	23,00	
8					100,00			
9					86,99			13,01
10							100,00	
11		69,72				30,28		
12		79,57				20,43		
13		90,69				9,31		
14						66,27	3,73	
15						53,80	46,20	



16						43,32	56,68	
EV = esterco vermicompostado			FO = fracción orgánica de resíduos sólidos					
EO = esterco original			Se = serragem					
EC = esterco composto			CO = composto orgânico					
Pa = palhada			CP = composto peneirado					

Depois de totalmente preenchidos os canteiros, os materiais em seu interior foram deixados em repouso por uma semana, a fim de se confirmar a ausência de minhocas e outros organismos. Nesta mesma oportunidade foram retiradas duas amostras de cada granulometria de cada, que depois de secas foram utilizadas uma para controle de características biológicas e químicas e outra para determinações físicas (granulometria, densidade aparente e capacidade de retenção de água - CRA). Uma outra amostra de cada substrato fino (passado na peneira de 1,5cm de abertura) foi submetida a um ensaio de germinação de agrião, conduzido no interior de marmitas de alumínio - "marmitex".

Pouco antes da captura das minhocas para a inoculação destes canteiros, teve início a sua irrigação e, preparado o material de cada canteiro, passou-se à captura das minhocas, para a inoculação de cada substrato. Consideradas as recomendações encontradas na bibliografia, iscas de esterco ("travesseiros") foram preparadas e colocadas sobre os canteiros.

Para inoculação de cada canteiro foi capturado um volume de minhocas adultas suficiente para pesar pouco mais de meio quilo. Levado, depois de limpo, este volume à balança, um total de 500g de minhocas foi pesado e inoculado em cada canteiro, após a verificação das suas condições ambientais (pH, temperatura e umidade), acreditando-se que esse reduzido peso de minhocas garantisse uma boa relação entre comida e organismos, fazendo com que a disponibilidade de comida não fosse um fator limitante ao seu desenvolvimento.

Depois da inoculação das minhocas nos substratos a serem vermiconvertidos, os canteiros foram cobertos com sacos de aniagem vazios, que juntamente com a tela de nylon ("sombrite") já fixada quando da colocação da cobertura plástica, providenciou sombreamento, a fim de que as condições térmicas no interior dos canteiros se mantivessem adequadas.

Ao fim de 45 dias, contados a partir da inoculação, as minhocas contidas no material de cada canteiro foram pesadas, seus indivíduos adultos, seus indivíduos jovens e seus ovos foram contados, e a umidade e o pH foram determinados.

## RESULTADOS

A contagem de casulos verdes oscilou entre uma contagem mínima de nenhum( no canteiro 12) e uma contagem máxima de 249( no canteiro 9) casulos verdes.

Outro dado obtido do experimento foram os valores da relação "contagem de jovens : contagem de adultos", que variou de 1,16:1 a 15,38:1. Esta relação que traduz a estrutura da população, é normalmente maior que a unidade, e varia em função da estação do ano e da espécie de

minhoca. Quanto a esta relação observou-se que para misturas de fração orgânica e serragem, a diminuição no percentual de serragem aumentou o valor da relação e, para duas misturas que receberam uma, fração orgânica e serragem, e outra, fração orgânica e composto orgânico peneirado, mantida nas duas a mesma proporção de fração orgânica, a que recebeu composto orgânico peneirado apresentou uma relação “contagem de jovens : contagem de adultos” 4,5 vezes maior.

O canteiro 1 apresentou uma elevadíssima relação para a estrutura da população. Quando da montagem do experimento desejava-se que esse canteiro constituísse um controle longitudinal dos outros canteiros, uma vez que foi preenchido com o mesmo substrato que naquele instante era encontrado em todos os canteiros de minhocultura. Quando sua população foi analisada, percebeu-se que aos 45 dias ele apresentava um percentual muito baixo de adultos, para uma quantidade grande de jovens e de casulos maduros, quando na realidade esperava-se encontrar nesse canteiro, ao fim do mesmo período, quantidade de adultos igual ou superior às dos demais, pois tratava-se do mesmo material no qual eles já estavam vivendo.

A partir das determinações de umidade e pH, em nível de oitavos de canteiros, e dos dados de contagem, pesagem e distribuição de minhocas por faixas etárias, avaliou-se a interferência da umidade e do pH, separadamente, nos valores dos parâmetros biológicos mencionados. O teste realizado para tal avaliação apresentou como resultado uma correlação significativa entre o pH e o percentual de biomassa dos indivíduos de cada faixa etária, tendo quase sido significativo também para o percentual do número dos indivíduos de cada faixa, conforme apresentado na Tabela 2.

LOFTY & EDWARDS (1976) afirmam que as minhocas são muito sensíveis ao pH de soluções aquosas, e de uma maneira geral indicam a faixa de 7,0 a 8,0 como a preferida por indivíduos da espécie *Eisenia foetida*. REYNOLDS (1977) indica que a densidade de minhocas em um solo diminui na medida que a sua acidez aumenta. Esta afirmação é verdadeira para a população percentual de indivíduos jovens avaliada no teste mencionado, mas torna-se falsa, quando considerada para a população dos indivíduos adultos.

**Tabela 2: Avaliação da relação entre os dados relativos às minhocas, o pH e a umidade.**

Variável (%)	Umidade		pH	
	r	p	r	p
Quantidade de adultas	-0,19	0,499	-0,45	0,092
Quantidade de jovens	0,19	0,499	0,45	0,092
Massa de adultas	-0,28	0,308	-0,60	0,017
Massa de jovens	0,28	0,308	0,60	0,017
Quantidade de casulos verdes	-0,47	0,087	-0,07	0,815
Quantidade de casulos maduros	0,47	0,087	0,07	0,815

Nota: r = coeficiente de correlação de Spearman; p = probabilidade de significância

## CONCLUSÕES

Observou-se durante os experimentos que o parâmetro mais variável entre os canteiros foi a quantidade de casulos verdes e o percentual de indivíduos adultos. Estes dois parâmetros representam dois extremos do ciclo evolutivo destes organismos, e por este motivo os elevados coeficientes de variação associados aos seus valores, refletiram o fato de que cada uma das populações de minhoca ou a população de minhocas de cada canteiro encontrava-se em um instante bem específico do ciclo reprodutivo, melhor ou pior adaptada ao substrato ao qual foi aplicada. Dentre todos, o maior coeficiente de variação associou-se à quantidade de casulos verdes, cuja presença indica ou aponta para o início de um novo ciclo reprodutivo.

A variação observada para a relação “contagem de jovens : contagem de adultos”, quando se comparam os canteiros, deve refletir, uma vez que a espécie de minhocas e a estação do ano foram mantidas as mesmas para todos os canteiros e durante todo o experimento, as diferenças ambientais existentes entre os canteiros, principalmente com relação à composição da matéria-prima presente no substrato. A variação observada para a relação “contagem de jovens : contagem de adultos”, quando se comparam os canteiros, deve refletir, uma vez que a espécie de minhocas e a estação do ano foram mantidas as mesmas para todos os canteiros e durante todo o experimento, as diferenças ambientais existentes entre os canteiros, principalmente com relação à composição da matéria-prima presente no substrato.

A situação aferida para o canteiro 1, sugere que em um primeiro momento o ciclo das minhocas tenha prosseguido melhor que nos demais canteiros, justificando-se assim o percentual de jovens e casulos, mas parece que, logo após a inoculação, as condições se deterioraram, causando redução da população de adultos. O motivo da deterioração pode ter sido exatamente o revolvimento do material, no transporte de um para outro canteiro, causando contaminação do alimento presente com os coprólitos ainda presentes na superfície do canteiro.

Em relação à interferência do pH, quanto maior o seu valor, maior a quantidade de indivíduos jovens em relação aos indivíduos adultos ou, de outra forma, quanto menor o pH, maior a quantidade de indivíduos adultos em relação aos indivíduos jovens.

Uma explicação da correlação entre o pH e a distribuição das minhocas por faixa etária, pode estar na realidade baseada em uma terceira variável, e neste caso a correlação até aqui enunciada seria uma correlação espúria (SOARES et al., 1991). Tal suposição apoia-se no fato de que, segundo van GANSEN<sup>1</sup> apud LOFTY & EDWARDS (1976), as minhocas excretam o excesso de carbonato de cálcio retirado do solo em sua alimentação. ROBERTSON<sup>2</sup> apud LOFTY & EDWARDS (1976) sugere que a glândula calcífera encontrada na espécie *Eisenia foetida* tenha por função alterar o pH do fluido intestinal. Estas duas considerações permitem concluir que, em qualquer caso, os coprólitos serão um material de pH elevado, e que quanto maior a sua quantidade na amostra, menos ácida a sua reação em solução aquosa. Uma maior quantidade de coprólitos pode ser consequência de diversos fatores, como por exemplo uma

---

<sup>1</sup> GANSEN, P. S. van(1962). Structures et fonctions du tube digestif du lombricien *Eisenia foetida* Savigny. Pub. Imp. Med. Sci. Bruxelles 120 pp.

<sup>2</sup> ROBERTSON, J.D.(1936). The function of the calciferous glands of earthworms. *PflSchu-tzdienst*, Berl. 7, 61-72.

maior população, uma melhor adaptação dos organismos às condições ambientais ou um tempo de vermicompostagem maior. No presente estudo a população inicial foi a mesma para todos os canteiros e o momento da coleta das amostras também, pelo que pode-se afirmar que o sucesso diferenciado das minhocas em cada canteiro deve estar associado a diferentes condições ambientais. Assim, admite-se que a correlação na realidade esteja significando que, enquanto o pH do meio não atinge um determinado nível mínimo, as minhocas não se reproduzem ou seus casulos não eclodem, a fim de que os indivíduos mais jovens não sejam submetidos a valores muito baixos de pH que, provavelmente, lhes seriam mais prejudiciais que aos indivíduos adultos, principalmente considerando-se a sobrevivência da espécie. Por outro lado, quando essas condições foram atingidas em cada canteiro, os indivíduos adultos já tinham sido expostos a condições ambientais indesejáveis, coincidindo assim a redução de sua população com o aumento da população dos indivíduos jovens.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARNE A. Z.; STRIGANOVA B. R.(2005) *Evaluation of Production Parameters of Earthworms Eiseniella tetraedra Sav. in a Laboratory Cultur.* Biology Bulletin, v.32, n.3, p.264–267.
2. BOUCHÉ, M. (1994). Eco-industry in France. Worm Digest, n.7, p.16, Winter.
3. DOMINGUEZ, J.; EDWARDS, C. A.; SUBLER S. (1997). *A comparison of vermicomposting and composting.* Biocycle, v.38, n.4, p.57-59, April
4. EDWARDS, C.A.; LOFTY, J.R. (1972). *Biology of earthworms.* Halsted Press, New York, NY.
5. EDWARDS, C.A.; LOFTY, J.R. (1976). *Biology of earthworms.* Crawfordsville, R. R. Donnelley Co.
6. GRASSMANN, S.; PERONI N.; HANAZAKI, A . s.d.\* Curso de minhocultura, 3.ed., Associação Brasileira de Criadores de Rãs. Apostila.
7. GRASSMANN, S.; PERONI N.; HANAZAKI, A . s.d.\*\* Húmus de minhoca, 3.ed., Associação Brasileira de Criadores de Rãs. Apostila.
8. INTERNATIONAL WORM NEWS (1995). Annelidic conversion in Canada. Worm Digest, n.9, p.10, Summer.
9. KIEHL, E.J. (1985). Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Editora Agronômica “Ceres” Ltda. 492p. il.
10. REYNOLDS, J.W. (1977). *The earthworms (lumbricidae and sparganophilidae) of Ontario.* Toronto, The Royal Ontario Museum.
11. RICCI, M.S.F. (1996). Manual de vermicompostagem. Porto Velho, EMBRAPA-CPAF-Rondônia.
12. RIGGLE, D. (1996b). Scaling up for commercial vermiculture. Biocycle, v.37, n.2, p.39-44, February.
13. RIGGLE, D. (1996c). Design criteria for worm composting. Biocycle, v.37, n.2, p.42, February.
14. SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, Rufo; ORDAZ CHAPARRO, Víctor M.; VALDES, Gerardo Sergio Benedicto; PALMA LÓPEZ, David J.; BOLÓN, Judith Sánchez(2007).*Chemical Characteristics Of Several Vermicomposts In México.* Compost Science & Utilization, Winter,v.15,n.1, p47-52.
15. SOARES, J.F., FARIAS, A.A., CESAR, C.C.(1991) *Introdução à estatística.* Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan Ltda.