

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - *CAMPUS* ARAQUARI

**BEATRIZ CRISTINA DE OLIVEIRA VIEIRA, LUCAS HELLMANN,
NICKOLAS MARMITT MURAKAMI, THALES JUAREZ JOBINS PATEL
MARTINS.**

**VERMIRREMEDIÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM
FUNGICIDA**

**ARAQUARI/SC
2017**

**BEATRIZ CRISTINA DE OLIVEIRA VIEIRA, LUCAS HELLMANN,
NICKOLAS MARMITT MURAKAMI, THALES JUAREZ PATEL
MARTINS**

**VERMIRREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM
FUNGICIDAS**

Trabalho de Defesa do Projeto de Iniciação Científica Integrada (PIC-QUIMI) apresentado ao Instituto Federal Catarinense - *Campus* Araquari como parte complementar à matriz curricular do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio.
Orientador: Cleder Alexandre Somensi

**ARAQUARI/SC
2017**

RESUMO

Devido ao grande potencial agrônômico brasileiro, sua crescente demanda por produtos agrícolas também resultam em aplicações químicas para prevenir e remediar possíveis problemas. Entre estas aplicações estão os fungicidas que podem poluir o solo, tornando-os inadequados para um futuro plantio e modificando suas propriedades físico-químicas essenciais para a vida vegetal, além de frequentemente desrespeitarem as legislações ambientais vigentes. Uma possível solução para remediar os efeitos destes agroquímicos no solo é a vermirremediação processos em que a ação das minhocas pode retirar metais pesados e/ou degradar/estabilizar substâncias tóxicas ao solo, melhorando sua qualidade e produzindo também húmus. Assim, este trabalho buscou a remediação de solos contaminados com fungicida utilizando-se minhocas da espécie *Eisenia fetida* implantados em amostras com solo de bananicultura incrementando-os com 30%, 15% e 0% de esterco bovino e aplicando 0,4 mL/L de fungicida, para após seu tratamento serem realizadas análises de relação C/N e condutividade no início e final do processo. Tais testes resultaram em significativa elevação da condutividade do solo e da umidade, indicando a mineralização do mesmo e a produção de húmus respectivamente, assim como uma diminuição na relação C/N, que indica a alimentação não interrompida dos vermes pelo incremento do fungicida.

Palavra-chave: Vermirremediação, *Eisenia fetida*, fungicida.

SUMMARY

Due to the great Brazilian agronomic potential, its crescent demand for organic goods result in chemical applications to prevent and remedy some problems. Among these kinds of applications fungicides can be found, which can contaminate the soil, turning it inadequate for future planting and modifying its physical chemistry aspects essential to plants, and even further on, frequently disrespects ambiental laws. A possible way of attenuating these effects would be vermi-remediation, a process which worms can absorb heavy metals and/or degrade/stabilize toxic substances, improving soil's quality and excreting humus. This research looked out for soil remediation with samples contaminated with fungicide and using works of the *Eisenia fetida* species in buckets with 30, 15 and 0% of cow dung and applying 0,4 mL/L of fungicide, for future analyses of conductivity and C/N ratio in the beginning and at the end of the process. The results showed significant increase of conductivity and moisture, indicating mineralization of the soil and decrease of its C/N ratio, which indicate worm's activities, without further difference due to the fungicide.

Keywords: Vermi-remediation; *Eisenia fetida*; fungicide.

SUMÁRIO

1	TEMA.....	05
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	05
2	OBJETIVO GERAL.....	05
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	05
3	INTRODUÇÃO.....	06
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	08
	4.1 CULTIVO DA BANANA, USO DE AGROQUÍMICOS E POTENCIAIS PROBLEMAS NA PRODUÇÃO/AMBIENTAIS	08
	4.2 VERMICOMPOSTAGEM E VERMIRREMEDIÇÃO	09
	4.2.1 Condutividade	10
	4.2.2 Relação Carbono/Nitrogênio	11
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	12
	5.1 SOLO E AGROQUÍMICO	12
	5.2 TRATAMENTOS	12
	5.3 ANÁLISES	14
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
	6.1 CONDUTIVIDADE.....	15
	6.2 RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO.....	17
7	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS.....	22

1 TEMA

Remediação Ambiental.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Remediação de solos contaminados com agroquímicos via vermirremediação utilizando a *Eisenia fetida*.

2 OBJETIVO GERAL

Remediar e condicionar solos contaminados com fungicidas a partir da utilização de minhocas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar canteiros para vermirremediação a partir de amostras de solo da bananicultura do IFC - *Campus* Araquari, contaminados com fungicida;
- Verificar a eficiência da mistura de dejetos bovinos nos canteiros para otimização da vermicompostagem e vermirremediação;
- Utilizar minhocas da espécie *Eisenia fetida*, acompanhando os tratamentos por parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, condutividade);
- Analisamos a estabilidade dos produtos finais pela relação C/N;

3 INTRODUÇÃO

A atividade agrícola é uma das mais importantes na economia brasileira, sendo o estado de SC expoente em diversas culturas como arroz, trigo, maçã e banana (IBGE, 2016). Contudo uma grande demanda de produtos é proporcional à quantidade de agroquímicos utilizados, tendo grande relevância a contaminação com fungicidas (agroquímicos) no solo, possibilitando o crescimento de fungos resistentes a partir de pequenos residuais, fomentando o desenvolvimento de técnicas simples e que possam melhorar a qualidade dos solos e das plantas vindouras (FOKKEMA, 1981).

Dentro do leque de métodos para o tratamento de matrizes contaminadas encontra-se a vermirremediação, onde minhocas se alimentam de componentes diversos e fertilizam o solo contaminado a partir de sua ação, incluindo a sua excreta. Algumas minhocas possuem a propriedade de imobilizar metais pesados em seus organismos, enquanto condicionam o solo a ser mais propício para o crescimento vegetal (INGHAM e COLEMAN, 1984). Outro motivo para remediar o solo é impedir a seleção natural de espécies, que ocorrem quando há concentração residual do agroquímico e com o passar do tempo os fungos criam mecanismos de resistência, obrigando ao agricultor a jogar uma quantidade ainda maior do composto ou então trocar o agroquímico para um que tenha maior poder de combate às pragas, que muitas vezes são ainda mais prejudiciais ao meio ambiente.

As condições necessárias para desenvolvimento de plantas podem ser analisadas através da sua carga mineral e presença de substâncias estimulantes ao crescimento vegetal, por exemplo, sabe-se que ação das minhocas provoca melhorias em todo o tipo de solo (INGHAM e COLEMAN, 1984), necessitando-se verificar a sua resistência a solos contaminados com compostos potencialmente tóxicos, sendo as minhocas excelentes indicadores de qualidade. Ademais, a inclusão de outros resíduos agrícolas, os dejetos bovino, pode viabilizar a ação dos vermes, além de estabilizar estes resíduos. A viabilidade da ação dos vermes pode ser acompanhada por fatores diversos, tais como a umidade, a condutividade e relação C/N, fatores de fácil análise laboratorial. Assim, as minhocas podem ser um ótimo negócio para incentivar o bom crescimento vegetal enquanto remediaram o solo já contaminado com agroquímicos e permite a reutilização do mesmo, além de reciclar dejetos de bovinos. Cabe destacar que a agricultura catarinense é baseada na pequena propriedade, a qual geralmente diversifica suas atividades, dispondo muitas vezes de resíduos agrícolas e pecuários diversos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a remediação do solo através de ação de minhocas da espécie *Eisenia fetida*, buscando impedir o crescimento de organismos resistentes e oferecendo como resultado um solo possivelmente saudável e rico em compostos que auxiliam um melhor crescimento de plantações posteriores.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 CULTIVO DA BANANA, USO DE AGROQUÍMICOS E POTENCIAIS PROBLEMAS NA PRODUÇÃO/AMBIENTAIS

Mais de 124 países dedicam-se ao cultivo de banana, a fruta mais apreciada mundialmente - correspondendo à 17,4 % da produção frutífera mundial (FAO, 2014) - e segunda mais consumida, com uma produção nacional de 6,96 milhões de toneladas ocupando 474 054 ha em todo o país, tornando-o o terceiro maior produtor do mundo (IBGE, 2016). Como resultado da demanda, o uso de agroquímicos e fungicidas para beneficiar a produção é constante, principalmente a de princípios fungicidas (SANTOS e PYHN, 2003; VEIGA *et al*, 2006).

Fungicidas, tal como herbicidas e inseticidas, são pesticidas utilizados na proteção de plantas, e neste caso específico, no controle de doenças fúngicas através da inibição ou morte do fungo causador da doença (PAGE e THOMSON, 2003). Cada fungicida possui um nível de toxicidade corresponde ao seu perigo para com os seres humanos (Tabela 1) e deve ser manuseado de maneira que seja melhor aproveitado pela planta.

Classificação Toxicológica dos Agroquímicos

GRUPOS	DL50 (mg/Kg)	DOSE CAPAZ DE MATAR UMA PESSOA ADULTA	CLASSIFICAÇÃO MS PRODUTO COMERCIAL	
Extremamente Tóxico	<5	1 pitada/algumas gotas	Classe I	Faixa Vermelha
Altamente Tóxico	5-50	Algumas gotas/1 colher de chá	Classe II	Faixa Amarela
Medianamente Tóxico	50-500	1 colher de chá/2 colheres de sopa	Classe III	Faixa Azul
Pouco Tóxico	500-5000	2 colheres de sopa – um copo	Classe IV	Faixa Verde
Muito Pouco Tóxico	>5000	Um copo – um litro		

Tabela 1. - Fonte: Bayer.

Sua aplicação é dependente da espécie da planta e do local do fungicida, porém seu destino final acaba sendo o solo e os sistemas hídricos abaixo dele (SCORZA Jr. *et al.*, 2010). O manejo inadequado ou excesso de qualquer agroquímico - fungicida - pode representar um alto nível de impactos negativos tanto à qualidade do solo quanto à água que poderá ser posteriormente consumida, sendo possível causadora de diversos prejuízos à saúde e alterações nos ecossistemas (VEIGA, 2006; FOSTER, 2006). A contaminação do solo deve-se a agentes ou metais pesados que são nocivos ao organismo que pretende-se combater, e no caso dos fungicidas, este possui um

fator patógeno responsável por sua ação anti-fungos na planta, contudo seu contato com o solo pode causar a multiplicação do mesmo o que por consequência diminuem o ciclo orgânico de nutrientes, já que se alimentam deles, assim como a planta e microorganismo do solo (FOKKEMA, 1981). Este problema não é só causado por fungicidas, mas também por qualquer agroquímico que afeta direta ou indiretamente o equilíbrio químico do solo (FERRARI, 1985).

4.2 VERMICOMPOSTAGEM E VERMIRREMEDIÇÃO

A compostagem é definida como a reciclagem de resíduos sólidos cujo produto final é o adubo que pode ser utilizado para agregar ao alimento das plantas. Esta técnica é realizada com o auxílio de bactérias decompositoras, contudo tais bactérias podem ser associadas a outros seres mais complexos que realizam o mesmo trabalho com menos matéria orgânica e com melhor produto nutricional vegetal: minhocas. A vermicompostagem é um processo de decomposição utilizando minhocas para a formação de húmus - adubo orgânico inodoro rico em nutrientes (ferro, cobre, zinco e cobre) e macronutrientes (potássio, nitrogênio e fósforo) (BIDONE, 1999) - resultante da bio-oxidação e estabilização realizada na flora intestinal de minhocas (EDWARDS & FLETCHER, 1988). A ingestão de matéria orgânica por estes anelídeos humifica o substrato de maneira muitas vezes mais eficaz do que qualquer método de compostagem tradicional, ademais possui um custo mais acessível, melhor desenvolvimento, manutenção e alta eficácia. Sua humificação através de seu trato intestinal devolve ao solo macronutrientes essenciais enriquecendo-o e tornando-o mais nutritivo para o plantio e conseqüentemente, mais fértil (ATIYEH *et al*, 2001).

Dentre as escolhas de minhocas para a realização da vermicompostagem, a *Eisenia fetida*, popularmente conhecida como minhoca vermelha californiana, é a mais utilizada para a função no Brasil e em toda América devido a sua viabilidade de fácil criação, rápida reprodução e alta produção de húmus (MARCONDES, 1994), além de resistência. Para a sobrevivência das minhocas, seu habitat ideal é um local sombreado, com solo úmido, poroso, fofo, nitrogenado, levemente alcalino e que contenha reservas de nutrientes resultantes da decomposição de vegetais ou de outros resíduos, além de preferirem temperaturas entre 12 °C e 25 °C (BIDONE, 1999), mas resistindo a ambientes mais severos. O processo de vermicompostagem pode ser utilizada para diversos tipos de resíduos sólidos contanto que estejam dentro dos limites de aceitabilidade dos anelídeos, como temperatura, pH, umidade, toxicidade entre outros fatores que prejudicam seu desenvolvimento (MARCONDES, 1994).

A remediação de solos contaminados também pode ocorrer através de minhocas - a vermirremediação, que é um dos campos da vermitecnologia. Este processo de remediação é um método alternativo, de menor custo, prático e eficiente quanto a recuperação e reabilitação de solos contaminados devido a habilidade que as minhocas têm de acumular nos seus tecidos diversas substâncias ou transformarem em compostos menos agressivos (LIMA et al., 2014). Este traço de absorção é capaz de trazer novas ideias sobre descontaminação do solo e futura substituição de soluções atualmente usadas para descontaminação do solo, que são menos eficientes que o húmus natural. Ademais, o húmus tem a habilidade de quelar diversos metais, devido principalmente a carboxilas presentes no mesmo.

4.2.1 Condutividade

Um dos fatores estudados para determinar a qualidade do solo e demais propriedades do mesmo é a condutividade, a capacidade que o solo testado tem de conduzir carga elétrica. Os fatores que podem influenciar a condutividade do solo são, como seus principais, sua 1) salinidade; 2) porcentagem de saturação; e sua 3) capacidade de troca de cátions e matéria orgânica. Quanto a sua salinidade, esta pode ser observada pelas características do crescimento dos vegetais plantados nele, pois refere-se à presença de solutos inorgânicos na fase líquida do solo e reduzem visivelmente o crescimento da planta devida a sua propriedade de limitação da captação da água, reduzindo seu potencial osmótico.

A porcentagem ou grau de saturação do solo indica os locais vazios, ou seja, a diferença entre o volume líquido e o volume sólido da solo. Por fim, sua capacidade de troca de cátion e matéria orgânica pode ser compreendida como a relação entre matéria inorgânica e matéria orgânica do solo, resultante da composição original do mesmo, minerais, matéria em decomposição e demais substâncias dissolvidas na fração líquida do solo.(fonte ??)

A condutividade do solo pode ser medida por contato, através de uma corrente elétrica em eletrodos isolados, ou uma corrente induzida por um campo magnético, sem contato com o solo. Para ambos métodos existem equipamentos testados que demonstram resultados semelhantes (FRITZ *et al.*, 1998; SUDDUTH *et al.*, 1998; BUCHLEITER & FARAHANI, 2002).

4.2.2 Relação Carbono/Nitrogênio

Um dos principais indicadores de decomposição da matéria orgânica do solo é a relação carbono/nitrogênio. Ela determina a competição entre os nutrientes essenciais para a atividade dos microorganismos do solo (LUCHESE et al. 2002) e informa o estado de humificação. Matéria orgânica possui uma grande quantidade de carbono em comparação à quantidade de nitrogênio, porém para um húmus de qualidade a relação média de C:N varia entre 12:1 a 8:1 (KIEHL, 1979). A relação média da matéria orgânica do solo encontra-se entre 10:1 e 12:1, dependendo da porcentagem de matéria decomposta nesse componente, contudo em média, os solos de zonas áridas possuem relação mais baixa do que os solos úmidos, mesmo com temperaturas semelhantes (LUCHESE et al., 2002).

O nitrogênio presente no solo encontra-se predominantemente em suas formas orgânicas, em diversos compostos ou radicais decompostos de plantas e microorganismos.

Os componentes genéricos do húmus são proteínas, aminoácidos livres e compostos nitrogenados identificados e não identificados. Dentre seus compostos identificados estão o amônio e principais nitratos estáveis, resultante da ação de seres decompositores. No caso de solos alagados, o amônio está mais concentrado, pois a escassez de oxigênio interrompe a mineralização do nitrogênio na forma amoniacal (MEURER, 2006).

A relação C/N considerada ideal para a compostagem é tipicamente 30:1, calculando que dois terços do carbono seria liberado como dióxido de carbono e seu outro terço interage com o nitrogênio para a constituição de microorganismos. Ademais, relações de C/N inferiores à 25 (em materiais não humificados) indica nitrogênio em excesso e resultará em maus odores devido ao excesso de elementos nitrogenados, porém uma alta relação limitará o crescimento de microorganismos pela escassez de nitrogênio, logo a temperatura também não se elevaria e a decomposição tornaria-se lenta. Para acelerar a decomposição o acréscimo de materiais nitrogenados seria necessário. (LAMPKIN, 1992).

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

5.1 SOLO E AGROQUÍMICO

Para o desenvolvimento da vermicompostagem foi utilizado o solo da bananicultura da região (solo do próprio IFC - *Campus Araquari*), e nas misturas solo e esterco bovino, o esterco foi retirado da bovinocultura também do próprio IFC- *Campus Araquari*.

À este solo foi adicionado um fungicida usado na própria cultura, levando-se em consideração informações disponibilizadas pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária, Abastecimento), que indicaram os critérios utilizados para a escolha: quantidade utilizada e toxicidade.

Como resultado da procura feita utilizando as informações do MAPA, o agroquímico adicionado aos tratamentos foi o Folicur 200 EC[®]: um dos fungicidas mais utilizados na bananicultura e em outras plantações. Este é fabricado pela empresa Bayer S.A e é classificado como medianamente tóxico (Classe III), pela classificação toxicológica, porém é considerado muito perigoso ao meio ambiente (Classe II) pela classificação ambiental. O Folicur 200 EC[®] possui o tebuconazol como princípio ativo e sua nomenclatura pela IUPAC é (RS)-1-p-chlorophenyl-4,4-dimethyl-3- (1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)pentan-3-ol.(MAPA, 2017)

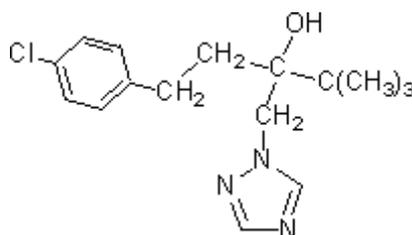


Figura 1: molécula do Folicur 200 EC[®]; **Fonte:** Desconhecido

5.2 TRATAMENTOS

Os tratamentos foram realizados em sistema de tratamento fechado, onde foram usados dezoito recipientes de 12 L cada um deles, sendo que o sólido que foi tratado ocupou 10 L.

Em cada recipiente foram adicionadas inicialmente 25 minhocas, sendo que para adicioná-las aos sistemas elas eram inicialmente lavadas, secadas com papel toalha macio e pesadas, obtendo assim os valores de biomassa que foram mensurados antes dos vermes serem colocados nos tratamentos e na retirada dos mesmos após o término dos tratamentos, nos dois momentos a pesagem sendo realizada com uma mesma balança semi-analítica. Porém na primeira tentativa os

organismos dos recipientes com agroquímico não sobreviveram, obrigando a realização de uma segunda tentativa, que nela a quantidade de minhocas diminuiu para 15 minhocas por recipiente, mas os vermes(diferente da primeira vez) eram apenas adultos.

Os dezoito baldes serão divididos em três tipos de ambiente preparado, seis baldes para cada tipo diferente de ambiente, que são, seis tratamentos constituídos de apenas solo(símbolo de identificação - C"N", sendo "N" o número relacionado ao tratamento) , seis com uma mistura de 85% em volume de solo e 15% em volume de esterco bovino(símbolo de identificação - 15"N", sendo "N" o número relacionado ao tratamento) e o último tipo de ambiente realizados também em seis baldes com uma mistura de 70% em volume de solo e 30% em volume de esterco bovino(símbolo de identificação - 30"N", sendo "N" o número relacionado ao tratamento).

Além da divisão dos ambiente houve a adição do agroquímico Folicur 200 EC®, que foi colocado em nove e outros nove não foi adicionado o fungicida(três recipientes do C, três dp 15 e três do 30 com agroquímico e os outros 9 sem a presença do mesmo). A concentração do fungicida inicialmente adicionada nos tratamentos era de 4mL/L, porém essa concentração foi letal aos organismos que estavam sendo testados, assim na segunda tentativa de realização do tratamento essa concentração foi diluída 10 vezes chegando na concentração utilizada de 0,4 mL/L para cada sistema fechado.

Considerando os testes controle, sem a presença do agroquímico. O fluxograma (Figura 2) abaixo apresenta os tratamentos realizados:

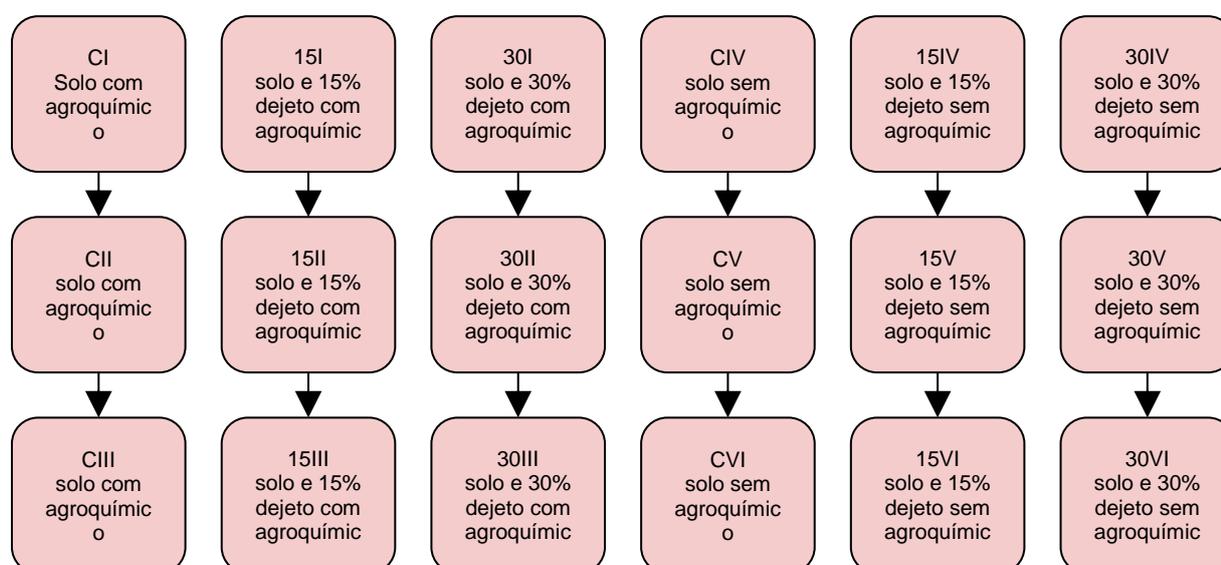


Figura 2. Tratamentos e repetições realizados

5.3 ANÁLISES

Para cada tratamento foram realizados testes no início e ao final, ou seja, a condutividade do solo foi mensurada (Condutivímetro Portátil Marca Spectrum), assim como a umidade, buscando mantê-la aproximada a 70%. A umidade foi determinada em laboratório, secando-se 3g de amostra na estufa por 12/24 horas a temperatura de 65°C.

Para a verificação da relação C/N, o método Kjeldahl foi utilizado para determinação do Nitrogênio Total (NKT) e o teor de resíduos mineral para determinação de carbono.

A análise de resíduo mineral consiste em pesar os cadinhos vazios e depois adicionar nos cadinhos 3g de amostra de solo, e então colocá-los na mufla a 600°C durante 3 horas, esperar esfriar e pesar os cadinhos com resíduo restante, e a diferença entre antes da mufla e depois é a concentração aproximada em massa de carbono(PADILHA, 2009).

A destilação de nitrogênio não se trata em apenas separação dos compostos nitrogenados, mas consiste também na digestão de 0,2g de amostra e 2g de uma mistura de catalizadores (10:1 de Na₂SO₄ e CuSO₄, respectivamente) em 5ml de H₂SO₄ a 400°C formando o sulfato de amônio processo anterior a destilação e na destilação o sulfato de amônio formado reage com o NaOH(1kg/L) que entra em contato com a amônia volatilizada resultante do aquecimento do sulfato de amônio o transformando em NH₄OH e Na₂SO₄ que em contato com 10ml de H₂BO₃ presente no erlenmeyer localizado onde o produto da destilação sai, sendo que para 10ml de solução de H₂BO₃ (coloração vermelha) resulta em 40ml de NH₄H₂BO₃ (Borato ácido de amônio) que possui a coloração verde. Por fim é feita uma titulação da solução de borato ácido de amônio com HCl, determinando-se o percentual de N total(FRIES & DALMOLIN, 1997).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em primeiro aspecto, a observação das minhocas transpassou a grande probabilidade de que a mistura de solo com esterco contribui para a permanência das minhocas nos baldes, o que também representa a estabilidade do habitat para os vermes. As minhocas estavam visivelmente mais espessas, resultante de sua alimentação, e aparentemente saudáveis. Muito diferente da condição dos vermes no primeiro experimento, o que informa que a quantidade de fungicida aplicado nos baldes não foi suficiente para danificar visivelmente o aspecto das minhocas e nem para estorvar com sua alimentação.

Como foi citado na metodologia, ao longo de todo o experimento foram medidas a condutividade e a umidade, enquanto a relação carbono-nitrogênio foi verificada de amostras dos baldes tanto no começo do experimento como no final dele, tendo como objetivo sua comparação.

6.1 CONDUTIVIDADE

Através do aparelho utilizado para medição da condutividade do solo, os seguintes resultados (Tabela 2) quando comparados demonstram que houve um grande aumento em todos os baldes, independentes da presença do fungicida, mesmo notando certa diferença entre os baldes com porcentagem de esterco e o controle (gráficos 3, 4 e 5).

Balde	Início	Final		Balde	Início	Final
30 I	C	2,17		15 IV *	3,207	9,1
30 II	1,87	2,457		15 V *	6,68	7,93
30 III	0,17	6,477		15 VI *	0,72	5,8
30 IV *	3,1	5,63		C I *	0,773	2,62
30 V *	6,646	0,997		C II *	1	6,83
30 VI *	1,387	4,993		C III *	0,96	2,84
15 I	1,09	6,2		C IV	0,907	5,61
15 II	0,557	4,993		C V	3,19	2,68
15 III *	2,72	8,1		C VI	0,897	6,15

Tabela 2: Média da condutividade do solo pré e pós tratamento. *: baldes com fungicida

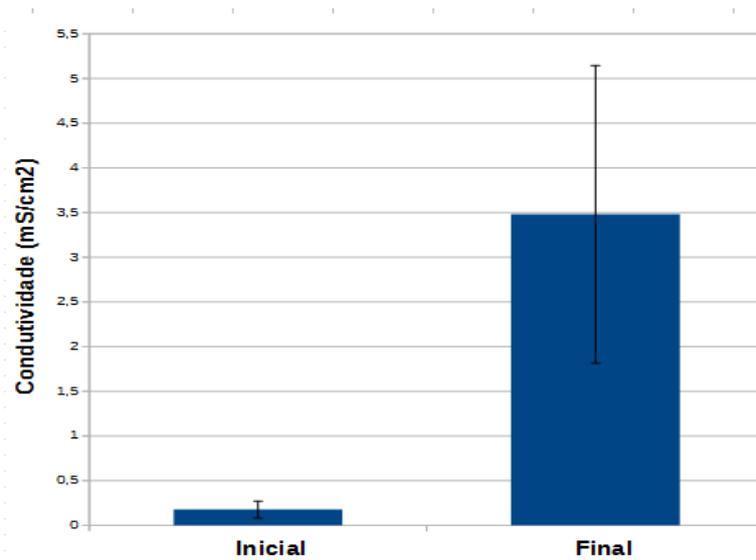


Gráfico 3: Condutividade média no tratamento T1 (30% de esterco bovino)

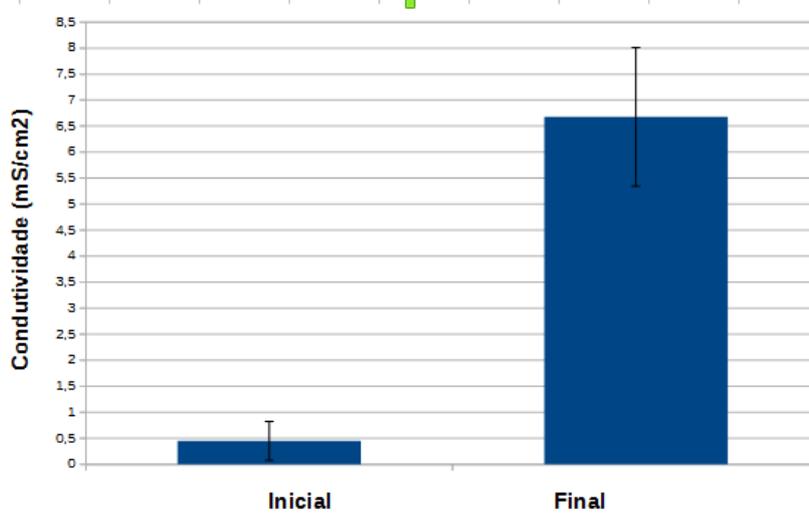


Gráfico 4: Condutividade média no tratamento T2 (15% de esterco bovino).

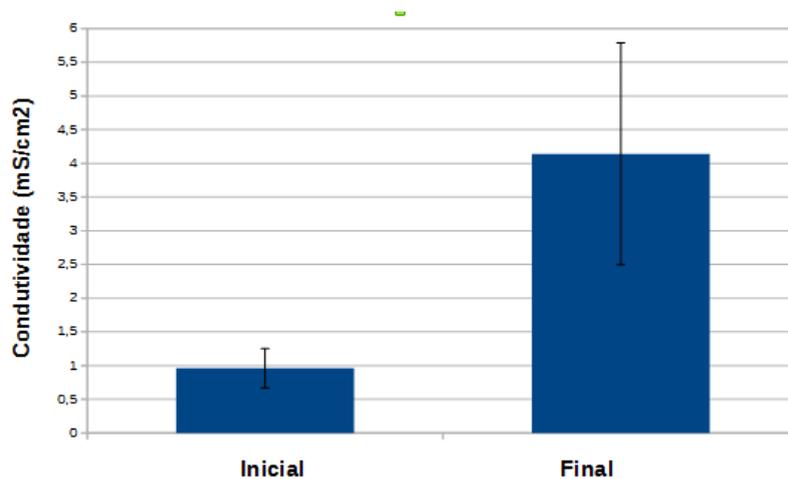


Gráfico 5: Condutividade média no tratamento T3 (0% de esterco bovino).

Segundo Patil (1993), as minhocas mineralizam azoto, fósforo e outros elementos de natureza orgânica, tais como o esterco bovino rico em hidrocarbonetos e compostos nitrogenados, sendo a taxa de mineralização do nitrogênio maior com sua liberação sendo lenta e gradual, o que reduz suas perdas por lixiviação (Harris et al., 1990). Pela interpretação dos altos níveis de condutividade das amostras, o resultado de que a ação dos vermes tenha mineralizado os compostos do solo são evidentes, indicando que as minhocas foram capazes de processarem seu alimento mesmo na presença de agroquímico. A possibilidade de compostos do fungicida terem sido mineralizados é discutível, porém devido ao mesmo não ter sido quantificado, seus derivados são inválidos.

6.2 RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO

A partir dos cálculos de carbono e sua associação com a porcentagem de nitrogênio encontraram-se os seguintes resultados relacionando a massa de carbono, de nitrogênio e a porcentagem da relação C/N inicial e final experimental (tabela 3), cujos valores, se separados pela concentração de esterco em cada balde (gráfico 6, 7 e 8) visualiza-se uma grande variação entre seu estado pré-atividade das minhocas e pós-atividade.

Amostra	Carbono 1	Nitrog 1	C/N 1	Carbono 2	Nitrog 2	C/N 2
C I	0,0943	0,003 (333,33)	31,43/1	0,00921	0,002 (500)	4,605/1
C II	0,0746	0,00303 (330,033)	24,62/1	0,01121	0,00606 (165,016)	1,858/1
C III	0,1005	0,00303	33,17/1	0,0136	0,0045 (222,222)	3,022/1
C IV	0,0535	0,00353 (283,286)	15,15/1	0,01221	*	*
C V	0,1892	0,00353	53,6/1	0,0368	*	*
C VI	0,0716	0,00404	17,72/1	0,0101	0,0035	2,88

		(247,525)			(285,714)	
15 I	0,07667	0,00455 (219,78)	16,85/1	1,4661	0,00404 (247,525)	362,9
15 II	0,1423	0,00505 (198,12)	28,1782/1	0,0231	0,00404	5,718
15 III*	0,065	0,0038 (263,157)	17, 105/1	0,013325	0,0252 (39,682)	0,53
15 IV*	0,044	0,00555 (180,180)	7,928/1	0,0148	0,00505 (198,12)	2,93
15 V*	0,106	0,00404 (247,524)	26,24/1	0,01644	0,0035 (285,714)	4,7
15 VI	0,1111	0,0045 (222,222)	24,7/1	0,02036	0,0035	5,817
30 I	0,0767	0,00454 (220,264)	16,8942/1	0,0224	/	/
30 II	0,09557	0,00505 (198,12)	18,925/1	0,01811	0,00303 (330,033)	5,977
30 III	0,0874	0,0055 (181,818)	15,891/1	0,02206	/	/
30 IV*	0,0839	0,00454 (220,264)	18,48/1	0,0201	0,0045	4,4667
30 V*	0,1046	0,00757 (132,1)	13,817/1	1,5	0,002524	594,3
30 VI*	0,1494	0,0055 ((181,818)	27,164	0,022	0,00404	5,4455

Tabela 3: Carbono e nitrogênio (em g) nos testes pré e pós ação vermiforme. *- baldes com fungicida

Como citado anteriormente, minhocas mineralizam compostos nitrogenados - como os presentes em esterco bovino - e degradam nitrogênio em seu excremento e húmus lenta e gradualmente (PATIL, 1993), afirmação que confirma a pouca variação da concentração de N nos baldes. Portanto, os valores que evidenciarão com maior visibilidade a ação das minhocas no solo é a grande diminuição na concentração de C no solo. O metabolismo dos vermes assimila-se a qualquer sistema digestório animal quanto ao aspecto de saída, catabolisando seu alimento rico em hidrocarbonetos em CO₂ e água ao fim do processo digestivo. Ignorando, apenas nesta linha de raciocínio, a adição dos demais elementos excretados pela minhoca, a alimentação da mesma eliminaria dióxido de carbono, retirando-o do solo e conseqüentemente diminuindo sua concentração no próprio solo, enquanto o nitrogênio seria digerido e devolvido ao convívio.

Nota-se diferença na concentração de C nos baldes com porcentagem de esterco, indicando maior fonte de alimentação para os vermes, porém nenhuma grande variação nos baldes com fungicida.

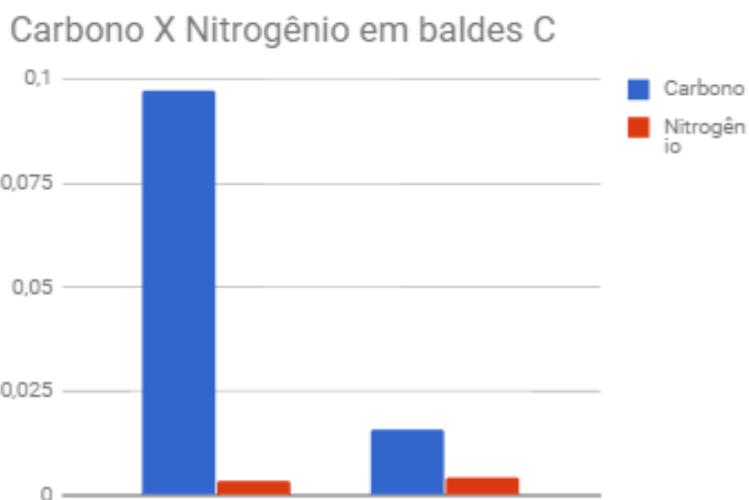


Gráfico 6: Valores de C e N (g) nas amostras controle



Gráfico 7: Valores de C e N (g) nas amostras com 15% esterco

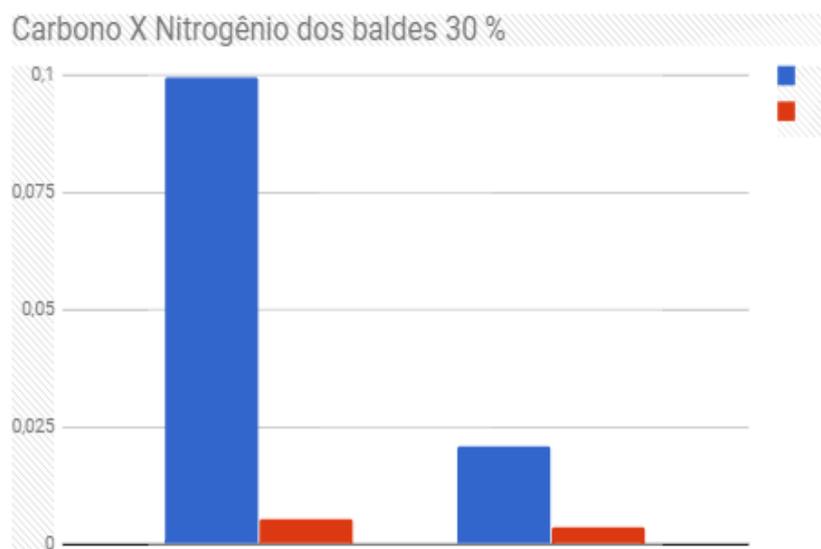


Gráfico 8: Valores de C e N (g) nas amostras com 30% esterco

7 CONCLUSÃO

Este trabalho testou a vermirremediação de solo/dejetos contaminados com fungicida e concluiu que a atividade das minhocas aumentou significativamente a condutividade do solo, mostrando potencial efetividade na remediação, na concentração do agroquímico aqui testada.

Porém, na concentração inicialmente testada, a ação dos vermes foi inviabilizada devido à elevada ecotoxicidade das amostras (nas concentrações indicadas na bula do agroquímico). Entretanto, o que acontece normalmente em cultivares é que grande parte do agroquímico não chega ao solo, sendo absorvido pela planta, volatilizado ou dissipado pelo próprio solo. Mas novas concentrações devem ser testadas, inclusive buscando-se a quantificação da substância ao final do tratamento.

Apesar das minhocas não terem sido pesadas até o momento, após ação nos substratos, é visualmente perceptível que as mesmas encontram-se confortáveis em todos os recipientes, o que deverá ser conformado com a aferição das massas das mesmas.

Assim, apesar dos resultados ainda preliminares, a vermirremediação apresenta-se com um método eficiente para recuperação e condicionamento de solos, elevando a sua capacidade mineral (verificada pela condutividade).

REFERÊNCIAS

ATIYEH, R. M.; EDWARDS, C. A.; SUBLER, S.; METZGER, J. D. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. **Bioresource Technology**. v. 78. p. 11-20. 2001.

BAYER. **Bayer CropScience Comment on the CLH Dossier on Spiroxamine of April 24, 2015**. Bayer Cropscience. Germany. 2015.

BIDONE, Francisco Ricardo Andra. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos (EESC/SP): EESC/SP, 1999, 120p.

BUCHLEITER, G.W.; FARAHANI, H. *Comparison of electrical conductivity measurements from two different sensing technologies*. St. Joseph: ASAE, 2002. 9 p. (Paper 021056).

EDWARDS, C. A.; FLETCHER, K. E. Interactions between earthworms and microorganisms in organic matter break-down. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 24, p. 235-240, 1988.

FAO. **Principais Frutas Produzidas no Mundo**. SEAB/DERAL. 2014.

FERRARI, Antenor. **Agrotóxicos: a praga da dominação**. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1985.

FOKKEMA, N.J.; NOOIJ, M.P. de. **The effect of fungicides on the microbial balance in the phyllosphere**. E.I.I.O Hullelin, Oxford, v.11, n.3, p.303-310, 1981.

FOSTER, S.; Hirata R.; Gomes, D.; D'Elia, M.; Paris, M. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: SERVIMAR, 2006.

FRIES, M.R. & DALMOLIN, R.S.D., eds. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.76-111.

FRITZ, R.M.; MAIO, D.D.; SCHUMACHER, T.E; CLAY, D.E.; CARLSON, C.G; ELLSBURY, M.M.; DALSTED, K.J. **Field comparison of two soil electrical conductivity measurement systems**. 1998.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. 2016. Brasil.

INGHAM, E.R; D.C. COLEMAN. **Effects of streptomycin, cycloheximide, fungizone, captan, carbofuran, cygon and PCNB on soil microbe populations and nutrient cycling**. *Microbial Ecology*, 1984. 10: p. 345-358.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia - Relações Solo-Planta**. CERES. São Paulo, 1979.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba.; E. J. Kiehl, 1998.

LAMPKIN, N. Organic Farming, Farming. Press, Uk, 1992.

LIMA, Manuela, RODRIGUES, A., GARCIA, P. **Biologia um ano de ciência**. Ficha Técnica. Universidade dos Açores. 2014.

LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da Química do Solo Teoria e Prática**. 2ª ed. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 2002.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 05/11/17.

MARCONDES, A. C.; LAMMOGLIA, D. A. **Biologia: ciência da vida**. São Paulo: Atual, 1994.
MCGRATH, M.T. 2004. **What are Fungicides**. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0825-01 Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MEURER, E.J., ed. Fundamentos de química do solo. 3.ed. Porto Alegre, Evangraf, 2006. 285p.

PADILHA, V.M. et al. **Avaliação do tempo de secagem e da atividade de óxido-redutases de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) sob tratamento químico**. *Ciência Rural*, v.39, n.7, p.2178-2184, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n7/a277cr1240.pdf>>. Acesso em: 15 abril. 2010.

PAGE, B. G. and THOMSON, W. T. 2003. **The 2003 Newly Revised Insecticide, Herbicide, Fungicide Quick Guide**. KOvak Books. Bakersfield, CA.

RAIJ, B. V. **Avaliação da Fertilização do Solo**. 2ª ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983.

SANTOS, M. L.; PYHN, E.G; Idade biológica, comportamento humano e renovação celular. São Paulo: SENAC, 2003.

SCORZA JUNIOR, R. P.; NÉVOLA, F. A. ; AYELO, V. S.; **Avaliação da contaminação hídrica por agrotóxico**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2010.

SUDDUTH, K.A.; KITCHEN, N.R.; DRUMMOND, S.T. **Soil conductivity sensing on claypan soils: comparison of electromagnetic induction and direct methods**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998, Minneapolis. *Proceedings...* Minneapolis: Ed. P.C. Robert, 1998. p.979-90.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. **Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequenacomunidade rural do Sudeste do Brasil**. Caderno de Saúde Pública.vol.22 n°.11 Rio de Janeiro, p. 2391-2399, Nov/2006.