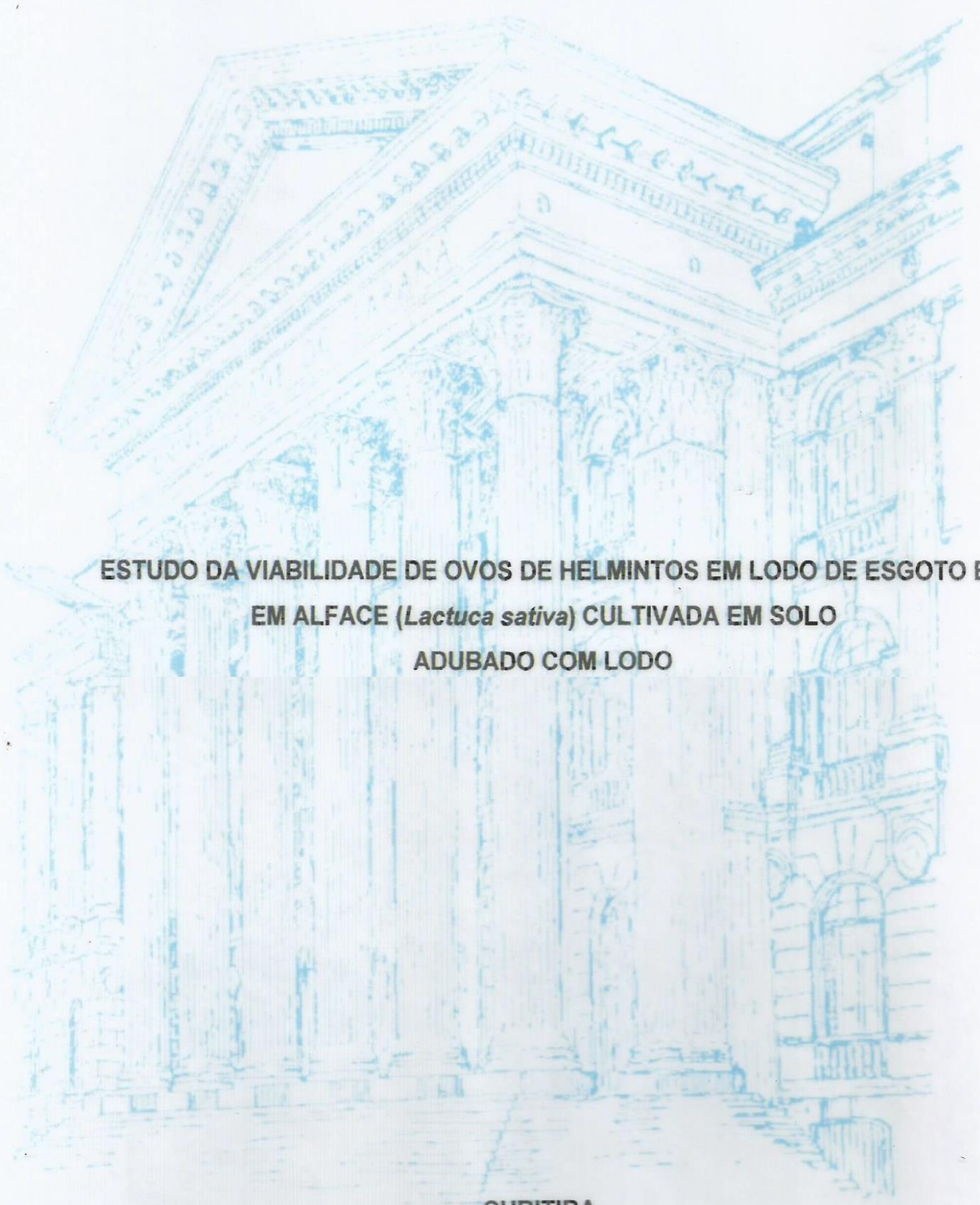


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TAÍS CANOVA



ESTUDO DA VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS EM LODO DE ESGOTO E  
EM ALFACE (*Lactuca sativa*) CULTIVADA EM SOLO  
ADUBADO COM LODO

CURITIBA

2011

**TAÍS CANOVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS EM LODO DE  
ESGOTO E EM ALFACE (*Lactuca sativa*) CULTIVADA EM SOLO  
ADUBADO COM LODO.**

**CURITIBA  
2011**

**TAÍS CANOVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS EM LODO DE  
ESGOTO E EM ALFACE (*Lactuca sativa*) CULTIVADA EM SOLO  
ADUBADO COM LODO.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia – Área de Concentração Parasitologia, do Setor de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: prof<sup>a</sup>. Dra. Edilene Alcântara de Castro

**CURITIBA  
2011**

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas

Canova, Taís

Estudo da viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto e em alface (*Lactuca sativa*) cultivada em solo adubado com lodo. / Taís Canova. – Curitiba, 2011.

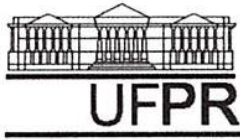
90 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Edilene Alcântara de Castro

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

1. Helminto 2. Lodo de esgoto 3. Alface I. Título II. Castro, Edilene Alcântara de III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

CDD (20. ed.) 595.1



Ministério da Educação e Desporto  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETORES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS e da SAÚDE**  
Departamentos de Patologia Básica e Patologia Médica  
Pós-graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

## TERMO DE APROVAÇÃO

**“ESTUDO DA VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS EM  
LODO DE ESGOTO E EM ALFACE (*LACTUCA  
SATIVA*) CULTIVADA EM SOLO ADUBADO EM LODO”**

por

**TAÍS CANOVA**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre no Curso de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e  
Patologia, pela Comissão formada pelos professores:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edilene Alcântara de Castro (presidente)

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosângela Clara Paulino

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Tereza Bittencourt Guimarães

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vanete Thomaz Soccol  
Membro Suplente

Curitiba, 11 de outubro de 2011.

A minha família,  
o presente mais perfeito que Deus me deu.

Aos meus amigos, que são a  
família que Deus me permitiu escolher.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua força, que fez com que eu amadurecesse neste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia da Universidade Federal do Paraná por ter possibilitado o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof a. Dra. Edilene Alcântara de Castro, pela orientação, estímulo e atenção.

Aos meus pais, Terezinha e José Canova, pelo apoio e suporte durante este período.

Às minhas irmãs Denise e Tatiane pelo exemplo a ser seguido.

Aos meus sobrinhos, Gabriel, Leonardo e Sophia pelo carinho e por fazer meus dias mais alegres.

À querida Profª Drª Ana Tereza Guimarães, professora, mãe, amiga, por todo incentivo, ajuda, pelas análises estatísticas e principalmente pela paciência todos esses anos.

À Profª. Drª Rosângela Clara Paulino, pela atenção, sempre disposta a ajudar.

À Profª Drª Vanete Thomaz-Soccol, pela contribuição nos conhecimentos e sugestões dadas para o aprimoramento deste trabalho.

À ProfªDrª Adriana Costa pelo apoio e atenção.

À SANEPAR que disponibilizou o lodo de esgoto utilizado.

À Tatiana pelo auxílio e atenção nas coletas do lodo de esgoto.

Ao Prof. Dr. Girah por permitir o uso e ceder espaço na casa de vegetação.

Aos colegas do curso de Pós Graduação em Microbiologia Parasitologia e Patologia pelos momentos de descontração.

A minha amiga-irmã Patrícia, pela parceria, dedicação e por fazer vários dos meus dias mais leves.

Aos amigos da Universidade Positivo, em especial a Elisângela, Luciana, Karla, Israel, Thiago e Carolina pelo apoio e incentivo.

Aos colegas e amigos do laboratório de Parasitologia Molecular.

À Lu Hening, Magda, Sandra, André China, André Catarina e Ricardo pelos cafés, conversas, dicas e risadas.

Às lulu´s sempre presentes na minha vida, amigas de todas as horas e pra toda vida.

“Ó Mestre,  
Fazei que eu procure mais  
Consolar, que ser consolado;  
compreender, que ser compreendido;”  
Oração de São Francisco



## RESUMO

Existe uma preocupação com a poluição ambiental provocada pelo descarte de resíduos urbanos, principalmente o lodo de esgoto (LE). Uma alternativa seria utilizá-lo na agricultura como fertilizante. A Resolução Nº375 do CONAMA define critérios para o uso agrícola de LE em relação a sua contaminação por patógenos. O objetivo deste trabalho foi determinar a viabilidade dos ovos de helmintos pesquisados em lodo de esgoto bruto (LB) e caleado (LC), solo com lodo e alfaceadubada com este solo. O lodo de esgoto foi obtido na Estação de Tratamento de Esgoto Belém (ETE-Belém) em quatro amostras (primavera, verão, outono e inverno). O alface foi cultivado em casa-de-vegetação em vasos com três tipos de solo: controle (solo+húmus de minhoca); solo+LB; solo+LC, com cinco repetições cada. O solo foi analisado em três profundidades: 5 cm; 10 cm e 15cm após colheita dos pés de alface. Para detecção e viabilidade dos ovos de helmintos foi utilizado o método de Yanko modificado por Thomaz-Soccol *et al.* (2000). A alface foi analisada também pelo método de Oliveira e Germano (1992). A análise estatística foi realizada pelo método não paramétrico de Mann-Whitney. Não foram encontrados ovos de helmintos nas amostras de alface cultivadas em nenhum dos solos, nos dois métodos. No lodo de esgoto coletado no verão foi detectado maior número de ovos de helmintos por grama de matéria seca (24,08 ovos/gMS no LB e 6,02 ovos/gMS no LC) e maior variabilidade de helmintos: *Ascaris lumbricoides* (18,86 no LB e 4,86 no LC); *Hymenolepis diminuta* (2,24 no LB e 0,02 no LC) *Toxocara canis* (1,64 no LB e 0,24 no LC); Trichuroidea (0,5 no LB e 0,36 no LC); *Trichuris vulpis* (0,45 no LB e 0,28 no LC) e *Trichuris trichiura* (0,4 no LB e 0,26 no LC). Porém, o maior percentual de ovos viáveis de helmintos foi no inverno (33,3% LB; 31,5% LC), seguido pela primavera (16,7% LB; 23,1% LC), outono (27,5% LB; 3,57% LC) e verão (14,46% LB; 2,99% LC). Não houve diferença estatística significativa entre a média de ovos de helmintos encontrados no solo+LC e controle, em nenhuma profundidade, tanto para ovos viáveis quanto para o total de ovos de helmintos, em nenhuma estação do ano. Já no solo+LB a média de ovos de helmintos foi de 0,260 ovos/gMS, sendo significativamente superior ( $p=0,008$ ) ao solo+LC (0,033ovos/gMS). No solo controle, não houve diferença estatística quando comparadas as profundidades, porém, no verão e outono observa-se um aumento do número de ovos conforme aumenta a profundidade. No outono, no solo+LB, a média total de ovos de helmintos na profundidade 15 cm (0,359) foi superior e significativo ao da profundidade de 5 cm (0,185). No solo+LC, na primavera, nas profundidades 10 cm e 15 cm, as médias de ovos viáveis (0,151 e 0,172) e totais (0,289 e 0,304) encontrados foram significativamente superiores àquelas encontradas na profundidade de 5 cm (0,005 viáveis; 0,099 totais). Nas demais estações não foi encontrado o mesmo padrão. Nas condições estabelecidas para este trabalho, quanto maior a profundidade do solo (15cm), maior foi a chance de encontrar os ovos de helmintos. Podemos concluir que, embora no verão tenha sido encontrado maior número de ovos de helmintos, foi no inverno que ocorreu o maior percentual de viabilidade. Com este trabalho, não podemos concluir que a alface adubada com lodo não representa risco, apesar de não terem sido encontrados ovos de helmintos nesta. São necessárias mais pesquisas em condições de campo para acrescentar dados que permitam, após ampla discussão dos pesquisadores, analisar o impacto para a contaminação ambiental e para a Saúde Pública.

Palavras chave: Lodo de esgoto, Helmintos, Alface.

## ABSTRACT

There is concern about environmental pollution caused by the disposal of urban waste, mainly sewage sludge (LE). An alternative would be to use it in agriculture as fertilizer. Resolution No. 375 of CONAMA defines criterias for the agricultural use of LE in relation to its contamination by pathogens. The objective of this work was to determine the viability of the helminth eggs investigated in crude sewage sludge (LB) and litter (LC), soil with sludge and lettuce fertilized with this soil. The sewage sludge was obtained from the Belém Sewage Treatment Plant (ETE-Belém) in four samples (spring, summer, autumn and winter). The lettuce was cultivated in greenhouses in pots with three types of soil: control (soil + worm humus); soil + LB; soil + LC, with five replicates each. The soil was analyzed in three depths: 5 cm; 10 cm and 15 cm after harvesting lettuce feet. For the detection and viability of helminth eggs was utilized the Yanko method modified by Thomaz-Soccol et al. (2000). The lettuce was also analyzed by the method of Oliveira and Germano (1992). Statistical analysis was performed using the non-parametric Mann-Whitney method. No helminth eggs were found in the lettuce samples grown in any of the soils, in both methods. In the sewage sludge collected in the summer, a greater number of helminth eggs per gram of dry matter (24.08 eggs/gMS in LB and 6.02 eggs/gMS in LC) and greater variability of helminths were detected: *Ascaris lumbricoides* (18, 86 in LB and 4.86 in LC), *Hymenolepis diminuta* (2.24 in LB and 0.02 in LC) *Toxocara canis* (1.64 in LB and 0.24 in LC), *Trichuroidea* (0.5 in LB and 0,36 in LC); *Trichuris vulpis* (0.45 in LB and 0.28 in LC) and *Trichuris trichiura* (0.4 in LB and 0.26 in LC). However, the highest percentage of viable helminth eggs was in winter (33,3% LB, 31,5% LC), followed by spring (16,7% LB, 23,1% LC), autumn (27,5% LB, 3,57% LC) and summer (14,46% LB, 2,99% LC). There was no statistically significant difference between the mean number of helminth eggs found in the soil + LC and control, at no depth, for both viable eggs and total helminth eggs, in any season of the year. In the soil + LB the mean number of helminth eggs was 0,260 eggs/gMS, being significantly higher ( $p = 0.008$ ) to the soil + LC (0,033 eggs/gMS). In the control soil, there was no statistical difference when comparing the depths, however, in the summer and autumn is observed an increase in the number of eggs as the depth increases. In autumn, in the soil + LB, the total average of helminth eggs at depth 15 cm (0,359) was superior and significant to the depth of 5 cm (0.185). In the soil + LC, in the spring, in depths 10 cm and 15 cm, the means of viable eggs (0,151 and 0,172) and total (0,289 and 0,304) found were significantly higher than those found in the depth of 5 cm (0.005 viable, 0.099 total). In the other stations the same pattern was not found. Under the conditions established for this work, the greater the soil depth (15cm), the greater the chance of finding helminth eggs. We can conclude that although in the summer we found more eggs of helminths, it was in winter that the highest percentage of viability occurred. With this work, we can not conclude that lettuce fertilized with sludge does not represent a risk, even though no helminth eggs were found in it. Further research is needed in field conditions to add data that allow, after extensive discussion of the researchers, to analyze the impact for environmental contamination and Public Health.

Key words: Sewage sludge, Helminths, Lettuce.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Processo de tratamento de esgoto - sistema aeróbio (SANEPAR, 2009).....	10
FIGURA 2: Ralf: Reator Anaeróbio de Manto de Lodo e Fluxo Ascendente (SANEPAR, 2010).....	11
FIGURA 3: Mapa com a localização da ete Belém.....	27
FIGURA 4: Foto referente a ETE Belém vista de cima (SANEPAR, 2010).....	28
FIGURA 5 – Experimento de cultivo de alface com solo adubado com Lodo de Esgoto, Lodo Caleado e Húmus de minhoca @Boutin.....	29
FIGURA 6: Experimento montado com uma planta por vaso.....	30
FIGURA 7: “Corer” utilizado para coleta das camadas do solo.....	30
QUADRO 1 – Grupos analisados oriundos da ETE Belém.	

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Classes de lodo de esgoto ou produto derivado - agentes patogênicos (CONAMA, 2006).....	22
TABELA 2: Figura referente as características dos sistemas de tratamento de esgoto e produção de lodo (PEGORINI <i>et al.</i> , 2003).....	28
TABELA 3: Médias de ovos de helmintos viáveis, inviáveis e totais e porcentagem de ovos viáveis encontrados nas estações (primavera, verão, outono e inverno).....	35
TABELA 4: Média de ovos de helmintos viáveis encontrados nos grupos (solo controle, solo + lodo bruto e solo + lodo caleado), por profundidade (5 cm, 10 cm e 15 cm), por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno).....	38
TABELA 5: Média de ovos viáveis de <i>Ascaris lumbricoides</i> encontrados nos grupos (solo controle, solo + lodo bruto e solo + lodo caleado), por profundidade (5 cm, 10 cm e 15 cm), por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno).....	39
TABELA 6: Média e desvio padrão do total de ovos de helmintos viáveis e inviáveis encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano, no grupo controle - solo.....	40
TABELA 7: Média e desvio padrão de ovos de helmintos (viáveis e totais) encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo+Lodo Bruto.....	41
TABELA 8: Média e desvio padrão de ovos de <i>T. canis</i> viáveis e inviáveis encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo+Lodo Bruto.....	41
TABELA 9: Média e desvio padrão de ovos de helmintos (viáveis e totais), encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo+Lodo Caleado.....	42
TABELA 10: Média e desvio padrão de ovos viáveis e inviáveis de <i>Toxocara canis</i> encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo + Lodo Caleado.....	42
TABELA 11: Pesos e média dos pesos (em g) das alfaces no dia da colheita em todas as estações do ano, nos grupos solo+lodo bruto, solo+lodo caleado e controle.....	44

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1: Médias de ovos de helmintos viáveis e inviáveis por grama de matéria seca encontrados no lodo bruto por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno).....	33
GRÁFICO 2: Médias de ovos de helmintos por grama de matéria seca encontrados no lodo caleado, por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno).....	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>07</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	07
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>08</b>
3.1 ESGOTO.....	08
<b>3.1.1 Composição do Esgoto.....</b>	<b>08</b>
<b>3.1.2 Tratamento do Esgoto.....</b>	<b>09</b>
3.2 LODO DE ESGOTO.....	12
<b>3.2.1 Lodo da ETE Belém.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.2 Disposição Final.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.3 Reciclagem Agrícola.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.3.1 Uso do lodo de esgoto em culturas de alface (<i>Lactuca sativa</i>).....</b>	<b>18</b>
3.3 RESOLUÇÃO 375/2006 DO CONAMA.....	20
3.4 VEGETAIS NA DISSEMINAÇÃO DE ENTEROPARASITOS.....	23
<b>3.4.1 Alface na Disseminação de Enteroparasitas.....</b>	<b>24</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 OBTENÇÃO DE ESGOTO, LODO DE ESGOTO E LODO CALEADO.....	27
4.2 COLETA DAS AMOSTRAS.....	28
4.3 CULTIVO DAS ALFACES.....	29
4.4 ANÁLISES PARASITOLÓGICAS.....	31
<b>4.4.1 Método de Yanko modificado por Thomaz-Soccol <i>et al.</i> (2000).....</b>	<b>31</b>
4.4.1.2 Execução da técnica.....	31
<b>4.4.2 Método de Oliveira e Germano (1992).....</b>	<b>32</b>
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
5.1 FREQUÊNCIA ABSOLUTA DOS OVOS DE HELMINTOS POR ESTAÇÃO DO ANO.....	33
5.2 FREQUÊNCIA DOS OVOS DE HELMINTOS NO LODO BRUTO E CALEADO POR ESTAÇÃO DO ANO.....	34
5.3 VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS NO SOLO, POR PROFUNDIDADE E ESTAÇÃO DO ANO.....	37
<b>5.3.1 <i>Ascaris lumbricoides</i>.....</b>	<b>38</b>

5.4 OVOS DE HELMINTOS ENCONTRADOS NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES POR GRUPO DE SOLO NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.....	40
<b>5.4.1 Grupo Controle – Solo.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4.2 Grupo Solo+Lodo Bruto.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4.3 Grupo Solo+Lodo Caleado.....</b>	<b>42</b>
5.5 ALFACE.....	43
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>71</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os altos índices de parasitoses intestinais representam um sério problema de saúde pública. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2001) cerca de dois bilhões de pessoas estão infectadas por helmintos e protozoários.

Na América Latina foi possível verificar que os índices de parasitoses na população podem variar de 20 a 50% (EHRENBERG, 2002), porém a prevalência varia de acordo com a região (OMS, 2006). Socarras & Meza (2010) verificaram que, em Santa Marta, Colômbia, a frequência de parasitos intestinais foi de 55,1%. No Peru, distrito de Ate Vitarte, província de Lima, a prevalência de enteroparasitos foi de 74,24% (ALARCÓN, IANNACONE & ESPINOZA, 2010). Bracciaforte *et al.* (2010) diagnosticaram enteroparasitos em crianças e adolescentes em Córdoba, Argentina e encontraram uma prevalência de 74%.

No Brasil, nas regiões sudeste e sul, pode-se verificar prevalências de enteroparasitos na população geral com uma ampla variação, de 23 a 55,4% (PEZZY & TAVARES, 2007). Alguns estudos, em municípios situados nas regiões nordeste e norte, relatam prevalências entre 36 e 52,2% (SILVA, 2008; CARVALHO-COSTA *et al.*, 2007; TSUYUOKA *et al.*, 1999). Segundo Brito *et al.* (2007), no Brasil, a cada ano, cerca de 65.000 óbitos acontecem devido a ancilostomose e 60.000 associados a ascaridiose, o que equivale a aproximadamente 14 mortes/hora, devido a estes parasitos. A maioria dos casos ocorre entre as populações de nível sócio-econômico mais baixo e vivem em locais de condições sanitárias precárias (MACEDO, 2005).

Frei *et al.* (2008) e Chieffi e Amato Neto (2003), afirmam que existem três variáveis: hospedeiro (idade, estado nutricional, fatores genéticos, culturais, comportamentais e profissionais); parasito (resistência ao sistema imune do hospedeiro e os mecanismos de escape vinculados às transformações bioquímicas e imunológicas verificadas ao longo do ciclo de cada parasito); e condições ambientais que, associadas aos fatores anteriores, favorecerão e definirão a ocorrência de infecção e doença.

A grande maioria dos casos de infecção por parasitos em humanos é devida a ingestão de alimentos e água contaminados por ovos de helmintos e cistos de protozoários. A contaminação de alimentos geralmente ocorre por



meio de manipuladores domésticos, comerciais e escolares (COLE, 2009). As doenças transmitidas por alimentos são, predominantemente, resultantes do ciclo de contaminação fecal/oral e seu controle deve receber atenção cada vez maior em nosso meio (SANTANA *et al.*, 2006).

As hortaliças são frequentemente adubadas e/ou irrigadas com água contaminada por dejetos fecais representando um risco a saúde da população, aquelas consumidas cruas possibilitam ocorrência de enfermidades intestinais, uma vez que helmintos, protozoários e outros patógenos podem estar presentes (SANTANA *et al.*, 2006).

Neghme e Silva (1971) afirmaram que a prevalência de uma dada parasitose reflete deficiências de saneamento básico, nível de vida, higiene pessoal e coletiva. No processo de saneamento básico, é necessária a ampliação dos serviços de tratamento de esgoto doméstico como atividade prioritária para minimizar a contaminação e os danos ambientais (ANDREOLI *et al.*, 2008).

Atualmente, há uma preocupação crescente com a poluição ambiental provocada pelo descarte de resíduos urbanos e agroindustriais, que se reflete obrigatoriamente na implantação de processos de tratamento do esgoto doméstico, evitando a contaminação de vegetais, do solo e da água com patógenos presentes no efluente de esgoto e no lodo. Conseqüentemente, essa preocupação gera motivação para o desenvolvimento de pesquisas em busca de soluções para a utilização econômica destes resíduos (GARCIA *et al.*, 2009).

Uma alternativa seria utilizá-los como material condicionador do solo e fertilizante como, por exemplo, o lodo de esgoto. A utilização agrícola e florestal do lodo de esgoto doméstico elimina uma fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas e, ou superficiais e mantém a qualidade da água para outros fins (GARCIA *et al.*, 2009).

O uso do lodo de esgoto para a reciclagem agrícola parece ser uma via preferencial de disposição deste produto tendo em vista ser o Brasil um país essencialmente agrícola, mas também necessitar aumentar a sua produção de alimentos, visto que o ganho de produtividade varia de 30 a 40% com sua utilização (SANEPAR, 2009).

No estado do Paraná 38,6% dos municípios têm serviço de coleta de esgoto e, aproximadamente 26,6% dos municípios atendidos, dispõem de tratamento do esgoto coletado (SNIS, 2006). O município de Curitiba possui cinco estações de tratamento, construídas estrategicamente em áreas específicas da cidade. As estações de tratamento são: Santa Quitéria, CIC Xisto, Padilha Sul, Belém e Atuba Sul (SANEPAR, 2008).

Muitas cidades brasileiras com modernas e eficientes estações de tratamento de esgoto não dão um destino adequado para o lodo produzido, representando risco de contaminação para o meio ambiente e de comprometimento da saúde pública.

Nos últimos anos, houve um aumento da rede de estações de tratamento do esgoto, gerando como consequência um crescimento na produção do lodo. Este lodo, de composição variável, contém de 40 a 80% de matéria orgânica e outros nutrientes de importância agrônômica. Atualmente, a produção de lodo no Brasil está estimada entre 150 mil e 220 mil toneladas por ano (SILVA, 2008); só no Estado do Paraná a produção mensal está em torno de 873,72 toneladas de matéria seca (SANEPAR, 2001), o que exigirá soluções adequadas para a grande quantidade de lodo gerado.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, a cobertura de rede de esgotos é ainda bastante deficiente. Ainda existem 34,5 milhões de brasileiros sem acesso a coleta de esgoto nas áreas urbanas, sendo que apenas 1/3 do esgoto coletado recebe algum tipo de tratamento (IPEA, 2008; IBGE, 2008). Na região Sul 6,3 milhões de pessoas não possuem acesso a rede de coleta de esgoto, com esse número, a região ocupa a terceira posição em cobertura de rede de esgoto, sendo o serviço ofertado em maior escala no Paraná (IPEA, 2008).

As principais alternativas de disposição final do lodo produzido pelas estações de tratamento compreendem: aterros sanitários, uso agrícola, *land farming* (aplicação e incorporação de contaminantes ou rejeitos na superfície de solo), incineração e disposição oceânica.

Nos Estados Unidos e em alguns países da Europa a disposição oceânica foi proibida. A Comunidade Econômica Europeia estabeleceu prazos limites para a disposição em aterros sanitários, ficando restrita aquela fração de

resíduos imprópria para qualquer tipo de reciclagem agrícola (ANDREOLI, 1999).

A reciclagem agrícola do lodo de esgoto como condicionador de solo no estado do Paraná é pesquisada de forma intensiva desde o início da década de 1990, quando a SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná desenvolveu um projeto de pesquisa interdisciplinar para a busca de parâmetros sanitários, agronômicos, ambientais, econômicos e técnicos que viabilizassem a reciclagem agrícola do lodo de esgoto. O grande desafio que a equipe formada na época enfrentou foi o de buscar soluções seguras do ponto de vista sanitário e ambiental para a disposição final do lodo de esgoto.

A composição e propriedades do lodo de esgoto dependem da origem e do processo de tratamento empregado, porém são tipicamente constituídos de matéria orgânica, minerais, água, microrganismos patogênicos e elementos tóxicos (SILVA, 2008). A quantidade de patógenos encontrados no lodo é variável de acordo com o tipo de esgoto e do processo de tratamento ao qual ele foi submetido (PAULINO *et al.*, 2001; THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 1998).

Entre os patógenos presentes no lodo de esgoto, os parasitos (helminthos e protozoários), devido a sua ampla distribuição geográfica, alta frequência na população, associada ao tempo de sobrevivência no meio e a sua baixa dose infectante, representam risco para a saúde humana e animal. A presença de parasitos em lodo de esgoto tem sido pesquisada em diferentes países do hemisfério norte, principalmente nos EUA (EPA, 1992) e em países da Europa (SCHWARTZBROD *et al.*, 1990). Nestes países o lodo é utilizado como adubo orgânico na agricultura.

A Agência Ambiental Americana (EPA, 2003) classifica o lodo de esgoto de acordo com a quantidade de patógenos presente e sua aplicação na agricultura em: excepcional qualidade (EQ), que pode ser distribuído e aplicado sem restrição; *tipo A* (processos de avançada redução de patógenos) - níveis detectáveis de patógenos podendo este lodo ser usado sem restrições, incluindo gramados e jardins; *tipo B* (processos de significativa redução de patógenos) - este lodo pode ser utilizado, porém, respeitando períodos de carências dependendo do tipo de plantação em que será aplicado.

No Brasil, a utilização do lodo na agricultura demonstrou seu potencial, pois o lodo brasileiro apresenta níveis seguros de metais pesados (GOMES *et*

*al.*, 2006) e é rico em matéria orgânica. Vários estados brasileiros utilizam o lodo obtido do tratamento primário do esgoto em áreas de cultivo como Brasília (LUDUVICE, 2000), São Paulo (MELO & MARQUES, 2000; TSUTYA, 2000) e Paraná (BOTEGA & NASCIMENTO, 1999).

Além disso, a adubação realizada com lodo de esgoto representa para muitas populações um meio barato de aumentar a produção agrícola nas áreas degradadas ou pobres em matéria orgânica, o que significaria aumento do rendimento e alimento mais barato para combater a fome destas populações. Porém, há necessidade de usar lodo de qualidade sanitária adequada para preservar a saúde da população.

Teme-se que, pequenos produtores tendo conhecimento que o uso de lodo na agricultura é benéfico, passem a utilizá-lo em áreas de cinturão verde ou a irrigar verduras com efluentes que poderão apresentar ovos de helmintos e cistos de protozoários e isto representaria risco para a população.

As hortaliças e frutas provenientes de estabelecimentos comerciais podem apresentar contaminação por organismos patogênicos. Isto é facilmente comprovado consultando alguns trabalhos da literatura nacional (SILVA *et al.*, 1995; MESQUITA *et al.*, 1999; TAKAYANAGUI *et al.*, 2000, 2001; COELHO *et al.*, 2001; MACHADO *et al.*, 2001; PAULA *et al.*, 2003) e internacional sobre o assunto (SPEERCA, 1990 *apud* DOYLE *et al.*, 1997).

Soares e Canto (2006) analisaram a presença de enteroparasitos em amostras de hortaliças provenientes de comércio em Florianópolis (SC), e, o agrião foi a hortaliça com maior contaminação (70,4%), seguido do alface (60%) e por último a rúcula (56%). Rocha *et al.* (2008) realizaram a análise em alface orgânica e hidropônica e evidenciaram que 88,8% das amostras estavam contaminadas com algum parasito.

Considerando que no Brasil temos em algumas regiões índices elevados de parasitismo (CASTRO *et al.*, 2000), condições sócio-econômicas bastante variadas, saneamento básico deficiente e hábitos higiênicos precários é possível e comum ocorrer a contaminação de alimentos, principalmente, de verduras e frutas em virtude do manuseio dos mesmos por pessoas parasitadas ou por adubação com lodo contendo parasitos ou com irrigação com água também contaminada por agentes patogênicos (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 1998).

Quando os ovos de helmintos e cistos de protozoários estão inviáveis não representam riscos para a saúde humana e animal. Todavia, poucos estudos foram feitos para avaliar a viabilidade e o tempo de sobrevivência destes patógenos em frutas e verduras.

Inúmeros trabalhos nacionais têm sido publicados, porém, a maioria não discute a viabilidade dos parasitos encontrados nos alimentos examinados, apenas assinalam a sua presença (SANTANA *et al.*, 2006). Para que a infecção de humanos por via alimentar ocorra não basta a presença do parasito no alimento (verdura ou fruta), mas principalmente sua viabilidade.

## 2. OBJETIVO GERAL

Detectar a presença e a viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto bruto e caleado, solo adubado com lodo e em alface (*Lactuca sativa*).

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o número e a viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto bruto (após tratamento aeróbio) e caleado (pós-tratamento com cal), da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Belém, da cidade de Curitiba-PR;
- Avaliar a influência da variação climática na presença e viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto bruto e caleado;
- Verificar a presença e viabilidade de ovos de helmintos em três camadas de solo adubado com lodo de esgoto bruto e caleado.
- Determinar a presença de ovos de helmintos em alface cultivada em solo adubado com lodo de esgoto bruto e caleado;

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 ESGOTO**

##### **3.1.1 Composição do Esgoto**

A concentração e a composição dos esgotos sanitários dependem das características sócio-econômicas da população, bem como do nível de industrialização da região (MOCELIN, 2007).

Os esgotos podem ser classificados em esgotos sanitários e esgotos industriais (JORDÃO & PESSOA, 2005). Os esgotos sanitários são constituídos de despejos domésticos, águas pluviais, água de infiltração e uma pequena parcela de esgoto industrial (JORDÃO & PESSOA, 2005).

Os despejos domésticos são compostos basicamente de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem. Pode existir uma parcela de despejos industriais diluídos nos esgotos sanitários desde que não afetem ou interfiram no sistema de coleta e, principalmente, no tratamento (TOMIELLO, 2008).

Os esgotos sanitários contêm aproximadamente 99,92% de água e 0,08% de matéria sólida. A composição química das diversas substâncias presentes nos despejos domésticos é extremamente variável, e pode ser classificada em orgânica e inorgânica (MOCELIN, 2007). A matéria orgânica nos esgotos é constituída principalmente por proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gorduras e óleos (10%) e ureia, surfactantes, fenóis, pesticidas, dentre outros (JORDÃO, 1995; MOCELIN, 2007). A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada, principalmente, pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas (MOCELIN, 2007).

Os esgotos industriais são muito diversificados e possuem características próprias em função do processo industrial empregado e geralmente necessitam de pré-tratamento para serem dispostos conjuntamente com os esgotos sanitários (TOMIELLO, 2008).

As características físicas do esgoto podem ser avaliadas pela determinação de matérias sólidas, de temperatura, do odor, da cor e da turbidez (MOCELIN, 2007). Considerando as características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância. A remoção da matéria sólida é responsável por uma série de operações do tratamento, ainda que represente apenas cerca de 0,08% dos esgotos (JORDÃO, 1995; MOCELIN, 2007).

### 3.1.2 Tratamento de Esgoto

Os sistemas de tratamento de esgotos sanitários foram criados com intuito de remover contaminantes físicos e impurezas químicas dos efluentes. A partir da descoberta da causa (organismos patogênicos) das doenças se iniciou a preocupação quanto à descontaminação do esgoto (ZERBINI, 2000).

O objetivo principal do tratamento de esgoto é a estabilização, ou seja, resíduos finais completamente mineralizados ou capazes de fazer parte dos ciclos biogeoquímicos (nitrogênio, fósforo, carbono) sem causar distorção em nenhum ciclo (HAMER, 2003).

A escolha do sistema de tratamento deve ser realizada baseando-se nas variáveis do esgoto (origem, condição sócio-econômica da população, nível de industrialização etc.) e na qualidade da água dos corpos receptores. Quando definido um processo de tratamento, deve-se considerar sua eficiência na remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e coliformes, a disponibilidade de área para instalação da estação de tratamento, os custos operacionais, especialmente energia elétrica, e a quantidade de lodo gerado (DA CAS, 2009).

Existem basicamente dois sistemas de tratamento de esgoto: individual (ou estático) e coletivo (ou dinâmico). O sistema estático ou individual caracteriza-se por realizar tratamento no próprio local em que o esgoto é produzido, geralmente utilizado em uma única residência, porém, pode atender poucas residências próximas entre si (VON SPERLING, 2005). Os esgotos gerados em uma unidade habitacional são afastados e dispostos, usualmente em tanque séptico seguido de dispositivo de infiltração no solo (CASTRO, 2003). É uma solução eficaz, porém deve-se estar atento a densidade populacional atendida por esse meio, bem como a capacidade de infiltração no solo. No entanto, essa solução pode acarretar em poluição de águas subterrâneas, por isso é necessário que o tanque séptico e o dispositivo de infiltração se encontrem em uma profundidade adequada (VON SPERLING, 2005).

Os sistemas coletivos de tratamento de esgoto são empregados e recomendados quando se tem elevada densidade populacional, como os centros urbanos. São compostos basicamente por rede de canais que recebe lançamento de esgoto e transporta por gravidade ou, às vezes, por meio de



estações elevatórias até uma estação de tratamento de esgoto (CHAVES *et al.*, 2010).

Em geral, durante o tratamento o esgoto passa por três etapas de tratamento até a completa eliminação de contaminantes. No tratamento primário realizam-se operações de remoção de parcela da matéria em suspensão ou em flutuação. No secundário, utilizam-se processos biológicos para eliminar a matéria orgânica e, no tratamento terciário, aplicam-se operações e processos para eliminar contaminantes que não foram afetados pelos tratamentos anteriores (COSCIONE, NOGUEIRA & PIRES, 2010).

São vários os sistemas de tratamento de esgoto no Brasil. No Paraná são utilizados dois sistemas para o tratamento do esgoto coletado: o aeróbio e o anaeróbio. No processo aeróbio, utiliza-se o sistema "Carroussel" (Figura 1). Esse sistema possui aeradores verticais, permitindo que os sólidos fiquem em suspensão e em contato direto com a matéria orgânica a ser degradada. Ao chegar à estação de tratamento, o esgoto passa por um gradeamento grosso, onde os sólidos maiores são retirados. Um segundo gradeamento, agora fino, é utilizado para reter materiais menores. A fase seguinte é a desarenação, ocorrida por sedimentação, no tanque desarenador. Em seguida, o esgoto vai para os tanques de aeração e, completando o tratamento biológico, dois decantadores secundários recebem o esgoto dos tanques de aeração e separam o efluente dos sólidos suspensos. O efluente tratado é descartado em um canal. O sistema "Carroussel", permite a obtenção de um efluente com alta qualidade, garantindo uma eficiência acima de 95% no resultado do tratamento (SANEPAR, 2010). Neste sistema, a quantidade de lodo produzido é muito maior do que a obtida com tratamento em reatores anaeróbios, que é de aproximadamente 15 g de lodo por habitante /dia (PEGORINI *et al.*, 2003; MOCELIN, 2007).



Figura 1: Processo de tratamento de esgoto - sistema aeróbio (SANEPAR, 2010). A) Rede Coletora; B) Estação Elevatória; C) Gradeamento mecânico/desarenador; D) Tanques de aerção; E) Decantadores; F) Adensador de lodo.

Este lodo produzido, após tratamento aeróbio, apresenta uma composição média de 60% de matéria orgânica e 40% de inorgânica (ANDREOLI *et al*, 2001).

No sistema anaeróbio (Figura 2) o processo é realizado por um RALF - Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado. Este reator foi aplicado no Paraná pela Sanepar e apresenta uma série de vantagens quando comparado ao sistema aeróbio. Segundo a Sanepar (2010), sua eficiência em remoção de DQO (demanda química de oxigênio) é em torno de 75% e de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) é de 80%. Os sistemas RALF correspondem a 60,97% da capacidade de tratamento de esgoto instalado na cidade de Curitiba, atendendo a 62,28% da população com tratamento de esgoto (PEGORINI *et al.*, 2003).

Em um sistema anaeróbio o lodo produzido apresenta aproximadamente 40% de matéria orgânica e 60% de inorgânica (MOCELIN, 2007).

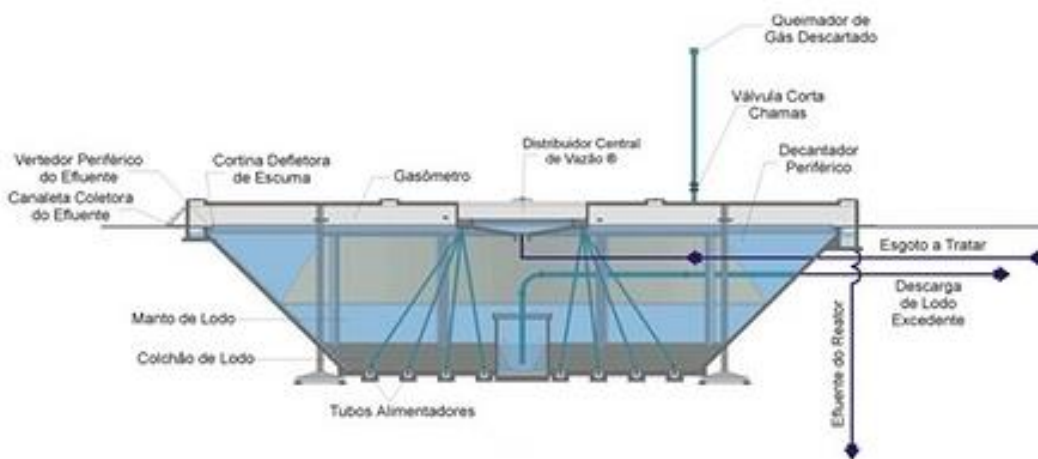


Figura 2: Ralf: Reator Anaeróbio de Manto de Lodo e Fluxo Ascendente (SANEPAR, 2010).

### 3.2 LODO DE ESGOTO

O tratamento do esgoto gera um subproduto denominado lodo de esgoto, que contém um elevado teor de matéria orgânica. O lodo de esgoto sanitário em sua composição apresenta lipídios, proteínas, e carboidratos e sua quantidade varia muito em cada região (BOOCOOK *et al.*, 1992; MOCELIN, 2007).

O lodo de esgoto é uma mistura complexa de sólidos de origem biológica e mineral que são removidos do esgoto. A quantidade e a qualidade do lodo produzido variam e depende do processo de tratamento de esgoto, tratamento do lodo, secagem, da população atendida pelo tratamento e dos efluentes industriais que por ventura são lançados na rede coletora (CHARLES, 1999).

O lodo é proveniente de tratamento primário, secundário e terciário. O lodo primário é aquele originário do decantador primário, sendo um lodo altamente putrescível, apresenta odores desagradáveis e contém elevadas concentrações de patógenos (MIKI, 1998). O lodo secundário é aquele resultante da conversão biológica dos produtos solúveis do efluente primário, bem como partículas que escapam do tratamento primário e é gerado nos processos de tratamento de lodos ativados, filtros biológicos etc. (MOCELIN, 2007). O lodo terciário é resultante de vários processos como adensamento, estabilização, condicionamento e desidratação, os quais têm por finalidade aumentar o teor de sólidos, diminuir o número de organismos patogênicos, o

odor e produzir um material mais resistente a decomposição (COSCIONE, NOGUEIRA & PIRES, 2010).

### **3.2.1 Lodo da ETE Belém (Estação de Tratamento de Esgoto Belém)**

O lodo da ETE Belém, após tratamento aeróbio, passa por um método de desidratação mecânica em que inclui um adensador, duas prensas desaguadoras contínuas e filtro prensa, resultando em teor de sólidos final da ordem de 13% a 15%. Após a desidratação, parte do lodo é submetido ao processo de desinfecção química através da adição de 50% de cal em relação ao peso seco. Este processo além de promover a higienização do material reduz o teor de umidade da torta de lodo para 18 a 22% em média (PEGORINI, 2003; MOCELIN, 2007).

A operação da ETE Belém, em carga de projeto (carga orgânica de 25.000 Kg DBO/dia e eficiência de 98%), tem uma produção estimada de lodo que poderia alcançar 24,5 t MS/dia. Considerando os 830 L/s, que nas condições operacionais atuais é o limite de vazão para um tratamento eficiente, a produção de lodo pode alcançar 16,9 t MS/dia, aumentando significativamente a pressão para disposição final deste resíduo na Cidade de Curitiba (PEGORINI, 2003).

### **3.2.2 Disposição final de lodo de esgoto**

A adequada disposição final é essencial para os benefícios do processo de tratamento de esgotos, evitando problemas sanitários e ambientais, contribuindo para uma boa qualidade das águas dos mananciais de abastecimento, bem como a menores custos de captação e tratamento de água bruta (PEGORINI *et al.*, 2003).

A escolha de uma alternativa para a disposição final ou aproveitamento do lodo de esgoto depende do tipo de lodo gerado, dos custos envolvidos, das distâncias a serem percorridas no transporte, da percepção dos técnicos, políticos e da sociedade a respeito do potencial da utilização do lodo de esgoto (SILVA, 2005; DA CAS, 2009).

Além do alto custo, que pode chegar a 50% do custo operacional de uma ETE, a disposição de um resíduo com elevada carga orgânica no aterro, agrava ainda mais o problema com o manejo do lixo urbano. Na maioria dos

países existem normas que regulamentam o destino do lodo, garantindo uma disposição segura. No mundo, mais de 90% do lodo de esgoto produzido, tem a sua disposição final por meio da incineração, da disposição em aterros e do uso agrícola, dependendo das características do resíduo.

A incineração é um processo extensamente utilizado em alguns países da Europa e principalmente no Japão, onde é um alvo de discussões em relação aos impactos ambientais e efeitos na saúde humana, devido às emissões gasosas e de suas cinzas (JINDAROM *et al.*, 2007; MOCELIN, 2007).

A disposição em aterros sanitários possui uma desvantagem que está relacionada ao grande volume de lodo produzido e a disponibilidade de áreas, devido a processos de lixiviação e produção de gases, principalmente do metano (JINDAROM *et al.*, 2007; MOCELIN, 2007). A eliminação do lodo no oceano foi muito utilizada, mas recentemente, esta prática tem sido proibida, devido aos danos ambientais ocasionados (SHEN *et al.*, 2003).

Nos Estados Unidos, a forma predominante de disposição do lodo é o uso agrícola denominado “uso benéfico” e aproximadamente 55% do lodo produzido tem como destino a disposição agrícola (EPA, 1999; ANDREOLI, 2001).

No Brasil, a disposição final do lodo geralmente é o aterro sanitário. A adição ao solo parece ser a melhor opção sob o ponto de vista econômico e ambiental, pois, apresenta menor custo e promove a reciclagem de matéria orgânica e nutrientes (BETIOL & CAMARGO, 2007; LOBO, 2010).

No Paraná, a SANEPAR adota como alternativa de disposição para o lodo produzido na ETE Belém a reciclagem agrícola e a disposição em lagoas de secagem de lodo, localizadas próximas à ETE. Nestas lagoas são dispostas cerca de 1.000 toneladas de lodo bruto mensalmente. Nas demais ETEs o lodo normalmente é disposto no pátio (PEGORINI *et al.* 2003).

### **3.2.3 Reciclagem Agrícola**

A necessidade de dar-se destinação adequada ao lodo despertou o interesse pela reciclagem agrícola, pois apresenta baixo custo, pelo aproveitamento dos nutrientes e por benefícios nas propriedades físicas do solo que a matéria orgânica tratada pode ocasionar.

O baixo custo é devido à presença de nutrientes que pode substituir a necessidade de fertilizantes artificiais químicos. Além do que, a matéria orgânica presente no lodo de esgoto melhora as condições de retenção de água, porosidade total do solo, bem como diminui a densidade (FIEST *et al.*, 1998; CHARLES, 1999).

Quintana *et al.* (2009) comparam economicamente, em condições experimentais, a aplicação de lodo de esgoto e fertilizantes químicos no solo. A adubação com lodo de esgoto proporcionou maior rentabilidade, quando comparada à fertilização com adubo industrial. As aplicações de lodo de esgoto permitiram aumentos na produtividade do milho e diminuição dos custos com fertilizantes industriais.

No Estado do Paraná, foram avaliados experimentalmente lodos estabilizados em culturas, visando avaliar aspectos técnico/econômicos do uso do lodo de esgoto no sistema de produção da região. Os primeiros cultivos a receberem o lodo foram as lavouras de feijão, milho, árvores frutíferas, aveia, erva-mate e milho para silagem (BOTEGA & NASCIMENTO, 1999, DESCHAMPS & FAVARETO, 1999). Observou-se que a cultura de milho foi a que apresentou melhores resultados. O aumento da produtividade encontrado foi superior a 50%, sobretudo nas áreas degradadas e mais pobres se comparados à produtividade média na lavoura com o cultivo tradicional. Além disso, foi observada uma menor incidência de pragas, com a redução do ataque do caruncho do milho (*Setuplos* sp.), inseto que ataca a cultura na época final de desenvolvimento.

O lodo de esgoto contém alto teor de matéria orgânica, que propicia maior capacidade de retenção de água, maior agregação do solo, aumento da infiltração, reduz a erosão e o escoamento superficial, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, possui quantidades apreciáveis de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo podendo ser usado como fonte destes elementos na agricultura (MELLO *et al.*, 2001; DA CAS, 2009).

A principal vantagem do lodo de esgoto, em relação aos fertilizantes minerais, é liberar de forma contínua os nutrientes para o solo e para o sistema radicular das plantas ao longo de vários anos (DA CAS, 2009).

Grande parte das pesquisas existentes realizadas com o uso agrícola do lodo de esgoto foi conduzida realizando incorporação deste material orgânico

ao solo (ROCHA *et al.*, 2004; LEMAINSKI *et al.*, 2006). Os estudos geralmente são focados principalmente nos aspectos de fertilidade do solo (LEMAINSKI *et al.*, 2006), metais pesados no solo (BORGES & COUTINHO, 2004), o efeito da aplicação do lodo sobre o estoque de carbono e nitrogênio (ANDRADE *et al.*, 2005) e características biológicas do solo (TRANNIN *et al.*, 2007).

Diferentes culturas foram beneficiadas em função da correção do pH do solo, do aumento dos teores de matéria orgânica e fornecimento de nutrientes as plantas. Trindade (2007) observou que este efeito manteve-se mesmo após dois anos de aplicação do lodo. O resíduo apresentou, entretanto, baixa taxa de degradação no solo, indicando que pode se acumular ao longo do tempo e, portanto, será um critério limitante para uma aplicação em larga escala. Os metais não acumularam como efeito residual da aplicação do lodo, ou seja, ao final de três anos de avaliações, não houve aumento da absorção pelas plantas, assim como não aumentou a disponibilidade no solo ao longo do tempo.

Vários autores observaram um aumento no teor de nitrogênio (N) total do solo devido à aplicação de lodo de esgoto, indicando a eficiência do resíduo em suprir N para o crescimento vegetal (POGGIANI *et al.*, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2004; DA CAS, 2009). Porém, o uso adequado do lodo deve visar sua eficiente utilização, com um mínimo de perdas por percolação, volatilização, desnitrificação e arraste superficial (EMBRAPA, 2006).

O lodo de esgoto apresenta elevada quantidade de nitrogênio na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) que apresenta carga negativa e como o solo apresenta uma maior quantidade de cargas negativas em relação às positivas, este nitrogênio será dificilmente absorvido no solo, e conseqüentemente, se as raízes das plantas não o absorverem poderá contaminar o lençol freático (LOBO, 2010).

Através da decomposição do lodo, o nitrogênio orgânico é convertido em amônio ou nitrato. Os colóides do solo podem reter o amônio, mas o nitrato, normalmente, é lixiviado para fora da zona radicular, pois, a capacidade dos solos em retê-lo é baixa. Pode ocorrer em condições redutoras a desnitrificação, processo pelo qual o nitrogênio do nitrato é transformado em nitrogênio gasoso (EMBRAPA, 2006).

Em regiões que apresentam clima tropical e subtropical, os solos possuem alto grau de intemperismo, com baixo teor de matéria orgânica e

nutriente disponíveis. Segundo Lobo (2010), os solos com alto grau de intemperismo são profundos e pode haver uma inversão de carga à medida que a profundidade vai aumentando, com isso poderá ser adsorvido o nitrato nos colóides dos solos em uma maior profundidade.

Deve-se levar em consideração o balanço desse nitrogênio. A matéria orgânica do lodo aplicado ao solo sofre mineralização, liberando nitrogênio na forma amoniacal e nítrico que não são somados aos existentes antes da aplicação (EMBRAPA, 2006).

Por isso a recomendação da dosagem de lodo de esgoto deve ser realizada de acordo com a quantidade de nitrogênio presente no lodo e a quantidade que a cultura necessita, pois o excesso ficaria em forma lixiviável que poderia alcançar e contaminar corpos de água subterrâneos. (EMBRAPA, 2006; DA CAS, 2009; LOBO, 2010).

A qualidade do lodo de esgoto é muito variável devido a presença de produtos químicos, incluindo aqueles empregados na higiene humana, podendo conter significativas quantidades de substâncias tóxicas tais como metais pesados, substâncias orgânicas e microrganismos patogênicos (JINDAROM *et al.*, 2007; MOCELIN, 2007; DA CAS, 2009).

Metais e outros agentes potencialmente poluentes podem inibir atividades enzimáticas essenciais e alterar a estrutura das comunidades microbianas. Em pequenas quantidades, alguns metais pesados são benéficos e indispensáveis para o desenvolvimento vegetal e/ou animal, no entanto, quantidades superiores podem ser tóxicas (BERTON, 2000; LOBO, 2010).

A caracterização de metais pesados no lodo de esgoto deve constituir etapa preliminar e indispensável no processo de avaliação da viabilidade do uso agrícola sendo um grande passo de um programa de reciclagem, visando à minimização do acúmulo destes elementos no solo, resultado da aplicação sucessiva de material contaminado (PEGORINI *et al.*, 2003; LOBO, 2010).

A mobilidade dos elementos tóxicos depende muito da reação do solo, devendo ser mantido o pH em 5,5, para evitar que os elementos tóxicos possam ser absorvidos pela planta em maior quantidade e assim apresentem riscos. A medida que se aumenta o tempo de contato do lodo com o solo, diminui o perigo da planta absorver em excesso estes elementos, porque estes



ficam adsorvidos nos colóides do solo (BETIOL & CAMARGO,2007; LOBO, 2010).

Devido as suas propriedades físico-químicas, o lodo de esgoto pode ser utilizado em áreas degradadas a fim de recuperar as características necessárias para o desenvolvimento da vegetação, como, por exemplo, em locais com descarte de rejeitos carboníferos. Nessas áreas altas doses de lodo podem ser utilizadas, com alto grau de segurança por não se tratar de produção alimentar (DA CAS, 2009). Nos EUA, sua aplicação nessas áreas chega atingir dosagens de até 495 t/ha (EPA, 1995).

Os nutrientes contidos no lodo de esgoto na forma orgânica têm uma vantagem adicional em relação aos existentes nos de fertilizantes minerais em regiões de clima temperado, pois são liberados ao solo no decorrer do ciclo da planta, reduzindo dessa forma a lixiviação. Porém, essa liberação pode não ocorrer desta forma em solos tropicais, pois, a degradação da fração orgânica é mais rápida (LOBO, 2010).

Os maiores problemas ligados à aplicação do lodo de esgoto no solo são: aceitação pelo público, riscos de contaminação do aquífero freático pela sobrecarga de nutrientes, diminuição do seu aproveitamento pelas concentrações excessivas de metais pesados e riscos de contaminação da cadeia alimentar por elementos tóxicos e patógenos (CHARLES, 1999; BOEIRA *et al.*, 2002).

A utilização de lodo de esgoto é uma prática altamente promissora para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. No entanto, normas rígidas devem ser seguidas para minimizar o impacto desta prática no ambiente (LOBO, 2010).

Em 2006, entrou em vigor nova resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 375/2006), que define critérios para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em indústrias ou estações de tratamento sanitário. A resolução traz exigências sérias às empresas, ao considerar que os lodos, especialmente os de esgoto, são resíduos que afetam a saúde e o ambiente. De acordo com esta resolução o lodo gerado em sistemas de tratamento de efluentes pode, dependendo de sua composição, ser aproveitado como adubo nas plantações de cana-de-açúcar e outros vegetais não consumidos “*in natura*”.

### 3.2.3.1 Uso do lodo de esgoto em culturas de alface (*Lactuca sativa*)

O alface (*Lactuca sativa*) é uma das hortaliças mais importantes do mercado brasileiro. Acredita-se que foi introduzida no país pelos portugueses, no século XVI, e pertence à família *Asteracea*, como a alcachofra, o almeirão, a chicória e a escarola. Atualmente é a folhosa mais consumida pelos brasileiros. Além de possuir sabor agradável e refrescante, é rica em sais minerais, vitaminas e ainda apresenta efeito calmante e diurético (MOGHARBEL & MASSON, 2005).

Ferraz Junior *et al.* (2003) avaliaram a produtividade e a qualidade de cultura de alface adubada com lodo de esgoto de cervejaria. Os autores verificaram um aumento da produção resultante da aplicação do lodo de cervejaria de 214% em relação ao controle com calcário, sendo que, o peso médio das plantas aumentou 246% em relação ao controle.

Lopes *et al.* (2005) avaliaram a produção de alface em solo tratado com doses de lodo de esgoto como fonte de matéria orgânica. Os autores observaram que o crescimento da parte aérea e o aumento de matéria fresca nas folhas das plantas foram estatisticamente superiores ao controle.

Galbiatti *et al.* (2007) avaliaram os efeitos das diferentes fontes de adubação e da qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da cultura do alface. Foram utilizados como adubos efluente de biodigestor, esterco bovino, cama-de-frango e adubação mineral. Os autores encontraram diferenças significativas apenas em relação à matéria seca e fresca quando comparados os tratamentos com o grupo controle.

Hayashi *et al.* (2010) impulsionados pela carência de produção de alimentos na região do Sahel (África), testaram o efeito da adubação com lodo bruto em cultura de vegetais. Este estudo mostrou que as culturas que receberam lodo de esgoto como adubo foram tão produtivas quanto às culturas que receberam adubação convencional, sendo que, a produção foi ainda maior quando utilizado a dosagem de 50,0 kg e 100,0 kg em 100 m<sup>2</sup>.

Em um estudo realizado na Espanha, Castro *et al.* (2009) compararam quatro tratamentos de fertilização: lodo de esgoto, composto de resíduos sólidos urbanos, fertilizantes inorgânicos comerciais e controle. O maior rendimento foi observado no tratamento utilizando lodo de esgoto. Em nenhum tratamento houve acúmulo de metais pesados no solo, mas houve um aumento

na população microbiana nos tratamentos orgânicos, especialmente na parcela com lodo de esgoto.

### 3.3 RESOLUÇÃO 375/2006 DO CONAMA

A produção de lodo de esgoto é uma característica intrínseca dos processos de tratamento de esgotos e tende a um crescimento proporcional ao crescimento da população sendo necessário que haja uma solução para sua disposição final.

O lodo de esgoto é uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente, pois potencializa a proliferação de vetores e organismos nocivos e, ainda, pode conter metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos em concentrações nocivas à saúde humana e animal e ao meio ambiente.

Contudo, este resíduo constitui fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas e sua aplicação no solo pode trazer benefícios à agricultura, sendo que o uso agrícola do lodo de esgoto é uma alternativa que apresenta vantagens ambientais quando comparado a outras práticas de destinação final e ainda se enquadra nos princípios de reutilização de resíduos de forma adequada.

Levando todas estas questões em consideração, a resolução estabelece critérios e procedimentos para o uso, em áreas agrícolas, de lodo de esgoto gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, visando benefícios a agricultura e evitando riscos a saúde pública e ao ambiente (COSCIONE, NOGUEIRA & PIRES, 2010).

A resolução 375/2006 CONAMA determina que para a produção, compra, venda, cessão, empréstimo ou permuta do lodo de esgoto e seus produtos derivados, além do previsto na Resolução, deverá ser observado o Decreto no 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamenta a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura (CONAMA, 2006).

Os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto, para terem aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores.

De acordo com o artigo 3º, parágrafo 2º, a resolução veta a utilização de alguns tipos de lodo:

§ 2º Esta Resolução veta a utilização agrícola de:

*I - lodo de estação de tratamento de efluentes de instalações hospitalares;*

*II - lodo de estação de tratamento de efluentes de portos e aeroportos;*

*III - resíduos de gradeamento;*

*IV - resíduos de desarenador;*

*V - material lipídico sobrenadante de decantadores primários, das caixas de gordura e dos reatores anaeróbicos;*

*VI - lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma estação de tratamento de esgoto;*

*VII - lodo de esgoto não estabilizado; e*

*VIII - lodos classificados como perigosos de acordo com as normas brasileiras vigentes.*

O artigo 7 declara que a caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado a ser aplicado deve incluir os seguintes aspectos:

*I - potencial agronômico;*

*II - substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas;*

*III - indicadores bacteriológicos e agentes patogênicos; e*

*IV - estabilidade.*

O 5º parágrafo define que para a caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos, deverão ser determinadas as concentrações de:

*I - coliformes termotolerantes;*

*II - ovos viáveis de helmintos;*

*III - Salmonella; e*

*IV - vírus entéricos.*

Esta resolução estabelece também níveis máximos de concentração de patógenos, classificando o resíduo em A e B. Estes níveis estão disponíveis na seção III, artigo 11 (Tabela 1).

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	
A	Coliformes Termotolerantes <10 <sup>3</sup> NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos < 0,25 ovo / g de ST <i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST
B	Coliformes Termotolerantes <10 <sup>6</sup> NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos < 10 ovos / g de ST

Tabela 1: Classes de lodo de esgoto ou produto derivado - agentes patogênicos (CONAMA, 2006). ST: Sólidos Totais; NMP: Número Mais Provável;

A seção IV, artigo 12, deixa claro que fica proibida a utilização de qualquer classe de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.

*§ 1o Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, as pastagens poderão ser implantadas após um período mínimo de 24 meses da última aplicação.*

*§ 2o Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, somente poderão ser cultivadas olerícolas, tubérculos, raízes e demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo bem como cultivos inundáveis, após um período mínimo de 48 meses da última aplicação.*

Esta seção estabelece ainda que lodos de esgoto ou produto derivado enquadrados como classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, respeitadas as restrições previstas nos artigos 12 e 15 desta Resolução. Já a utilização de lodo de esgoto ou produto derivado classificado como B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação, respeitadas as restrições previstas no artigo 15 e no inciso XI, do artigo 18 desta Resolução.

A legislação estabelece que toda aplicação de lodo de esgoto e produtos derivados em solos agrícolas deve ser obrigatoriamente condicionada à elaboração de um projeto agrônômico para as áreas de aplicação, firmado por profissional devidamente habilitado, que atenda aos critérios e procedimentos ora estabelecidos.

O proprietário, arrendatário ou administrador da área deverá receber uma declaração contendo informações sobre as características do lodo de esgoto ou produto derivado, em especial quanto ao tratamento adotado para redução de patógenos e vetores, e orientações quanto à aplicação, baseadas no projeto agrônomo, para aprovação e consentimento dos mesmos.

### 3.4 VEGETAIS NA DISSEMINAÇÃO DE ENTEROPARASITOS

Estudos realizados no Brasil têm verificado a possibilidade de contaminação de alimentos por helmintos e protozoários (MARZOCHI, 1977; VOLLKOPF, LOPES & NAVARRO, 2006; ARBOS *et al.*, 2010). Ao contrário dos produtos de origem animal, os vegetais, especialmente os folhosos, são, na maioria das vezes consumidos crus, sem um processamento que reduza ou elimine microrganismos patogênicos (MOGHARBEL & MASSON, 2005). Além do que, os vegetais são frequentemente irrigados e adubados com produtos contaminados com dejetos fecais (MARZOCHI, 1977). Existe também a tendência de ocorrer um aumento da contaminação entre a horta e o consumidor, devido ao manuseio, condições de transporte, armazenamento e distribuição (MOGHARBE & MASSON, 2005).

A avaliação da frequência de parasitos em hortaliças é de grande importância para a Saúde Pública, pois fornece dados para a vigilância sanitária sobre a real situação higiênico-sanitária desses produtos (VOLLKOPF, LOPES & NAVARRO, 2006).

O controle parasitológico de hortaliças tornou-se necessário, pois, verifica-se o consumo cada vez maior destes vegetais pela população mundial. Além disso, a globalização na distribuição de alimentos, a expansão nos serviços de alimentos comercializados e o surgimento de novos métodos de produção de alimentos em larga escala, não foi acompanhada da devida vigilância epidemiológica pelos órgãos competentes (QUADROS *et al.*, 2008).

Segundo Erdogrul e Sener (2005), hortaliças com folhas múltiplas possuem grande área de contato, permitindo maior fixação de formas parasitárias. Além da estrutura vegetal, alface, repolho e outras folhosas têm mais contaminantes por estarem em contato direto com o solo e, dessa forma, continuamente expostas à contaminação (ERDOGRUL & SENER, 2005).

Arbos e Freitas (2009) investigaram a contaminação parasitológica em alface, cenoura e tomate orgânicos provenientes da Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. Das amostras analisadas, 25,6% estavam contaminadas e somente o tomate não apresentou nenhuma contaminação por parasitos.

Esteves e Figuerôa (2009) avaliaram a ocorrência de enteroparasitos em hortaliças comercializadas na feira livre de Caruaru (PE). Os autores observaram que 15,27% das amostras estavam contaminadas por enteroparasitos: ancilostomídeos (10,7%), *Ascaris lumbricoides* (28,5%), *Entamoeba coli* (10,7%) e *Strongyloides stercoralis* (46,4%).

Ono *et al.* (2005) avaliaram a ocorrência de enteroparasitos em hortaliças comercializadas no município de Guarapuava (PR). Das 94 amostras colhidas (55 de alface crespa, 21 de alface lisa e 18 de agrião), 44,7% foram positivas para a presença de algum tipo de enteroparasito. Os principais helmintos e protozoários observados foram ancilostomídeos (85,7%), *Strongyloides* sp. (28,5%), *Giardia* sp. (4,7%) e *Enterobius* sp. (2,3%).

Santos (2007) avaliou a presença de enteroparasitos em amostras de alface, rúcula e agrião de restaurantes self-service, feiras, mercados e da CEASA, das regiões do Distrito Federal. Dentre as amostras 91,8% estavam negativas. Os parasitos identificados nas amostras positivas foram: *Giardia* sp., *Strongyloides* sp., *Ascaris* sp., *Taenia* sp., *Toxocara* sp. e *Trichuris* sp.

### **3.4.1 Alface na Disseminação de Enteroparasitos**

Grande parte dos estudos envolvendo a frequência da contaminação de hortaliças por enteroparasitos é realizada principalmente com alface por apresentar grande difusão de consumo crua, facilidade e quantidade de produção, bem como a possibilidade de contaminação por água e solos poluídos (SARAIVA *et al.*, 2005).

O consumo do alface crua pode ser um importante meio de transmissão de várias doenças, propiciadas por fatores como: umidade presente desde o plantio até a comercialização, flora microbiana proveniente do solo, pela água, ar, insetos e animais, em que são influenciados pela estrutura da planta e pelo homem, com sua tecnologia de cultivo, transporte e armazenamento (BALIONI *et al.*, 2003).

O cultivo tradicional do alface utiliza canteiros de terra, onde, durante o seu desenvolvimento, o vegetal fica em contato com o solo. O ambiente úmido associado com adubos orgânicos, muitas vezes constituídos de fezes provenientes de diversos animais, favorece as contaminações. Outro problema é que a grande maioria dos produtores irriga as hortaliças com águas provenientes de rios, córregos e lagos adjacentes às hortas, bombeadas ou levadas por meio de canais de irrigação sem nenhum tratamento prévio, o que certamente causa a contaminação (ROSA & MARTINS, 2001).

Quadros *et al.* (2008) avaliaram a contaminação por parasitos em amostras de alfaces consumidas cruas e comercializadas em supermercados e feiras livres do município de Lages, Santa Catarina. Neste trabalho foi verificada pela técnica de Lutz que 46,7% das amostras de alfaces apresentavam alguma estrutura parasitária; pelas técnicas de Sheather e Faust evidenciaram que 31,1% e 10,6% dos alfaces continham ovos e/ou cistos de parasitos, respectivamente.

Santos *et al.* (2009) investigaram a prevalência de contaminação por enteroparasitos em hortaliças provenientes de diferentes tipos de estabelecimentos comerciais e observaram que 90% das amostras de alfaces e 100% das amostras de agrião apresentavam algum enteroparasito.

Osaki *et al.* (2010) avaliaram a contaminação parasitária em alfaces comercializadas na cidade de Guarapuava (PR). Das amostras avaliadas, 34,6% apresentaram uma ou mais estruturas parasitárias como cistos de *Giardia* sp. (7,7%), de *Entamoeba* sp. (11,5%) e de *Balantidium coli* (3,8%) e ovos de *Capillaria* sp. (3,8%).

Em Anápolis, Goiás, Neres *et al.* (2011) determinaram a presença de formas de enteroparasitos em alfaces de cultivo tradicional e de cultivo hidropônico. Segundo os autores todas as amostras apresentaram contaminação pelas seguintes formas: ovos de ancilostomídeos, *Ascaris lumbricoides* e *Hymenolepis nana*; larvas rabditóides e filarióides de *Strongyloides stercoralis* e de ancilostomídeos.

Carvalho *et al.* (2011), realizaram análises microbiológicas e parasitológicas em amostras de saladas verdes, variedade crespa, servidas em self-service de Crato - Ceará. As análises parasitológicas revelaram parasitos como larvas de *Strongyloides stercoralis*, ovos de *Ascaris*



*lumbricoides*, *Taenia* sp., *Schistosoma mansonii*, cistos de *Entamoeba coli*, *Giardia* sp. e *Balantidium coli*.

Rocha *et al.* (2008), avaliaram a presença de enteroparasitos em alfaces convencionais, orgânicas e hidropônicas “*in natura*” comercializadas na cidade do Recife e encontraram parasitos em 88,8% das amostras coletadas em supermercados e em todas as amostras coletadas nas feiras livres.

Freitas *et al.* (2004), investigaram a contaminação por enteroparasitos em 56% e 58,7% dos alfaces comercializadas respectivamente em supermercados e feiras livres do município de Campo Mourão, estado do Paraná. Os principais parasitos encontrados em alfaces de supermercados foram: *Ascaris* sp. (54,7%), *Toxocara* sp. (2,4%), *Strongyloides* sp. (4,8%), *Entamoeba* sp. (35,7%) e *Taenia* sp. (2,4%); e em alfaces de feiras livres foram: *Ascaris* sp. (13,6%), *Strongyloides* sp. (11,4%) *Entamoeba* sp. 47,7%, *Ancylostoma* sp. (9,1%), *Taenia* sp. (2,3%), *Fasciola hepatica* (6,8%) e *Trichuris* sp. (9,1%).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 OBTENÇÃO DE LODO DE ESGOTO BRUTO E LODO CALEADO

O lodo de esgoto bruto e lodo caulado utilizados nos experimentos foram coletados na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Belém localizada na bacia do Alto Iguaçu, no bairro Boqueirão, próximo ao Rio e Parque Iguaçu, Curitiba, Paraná (Figura 3).

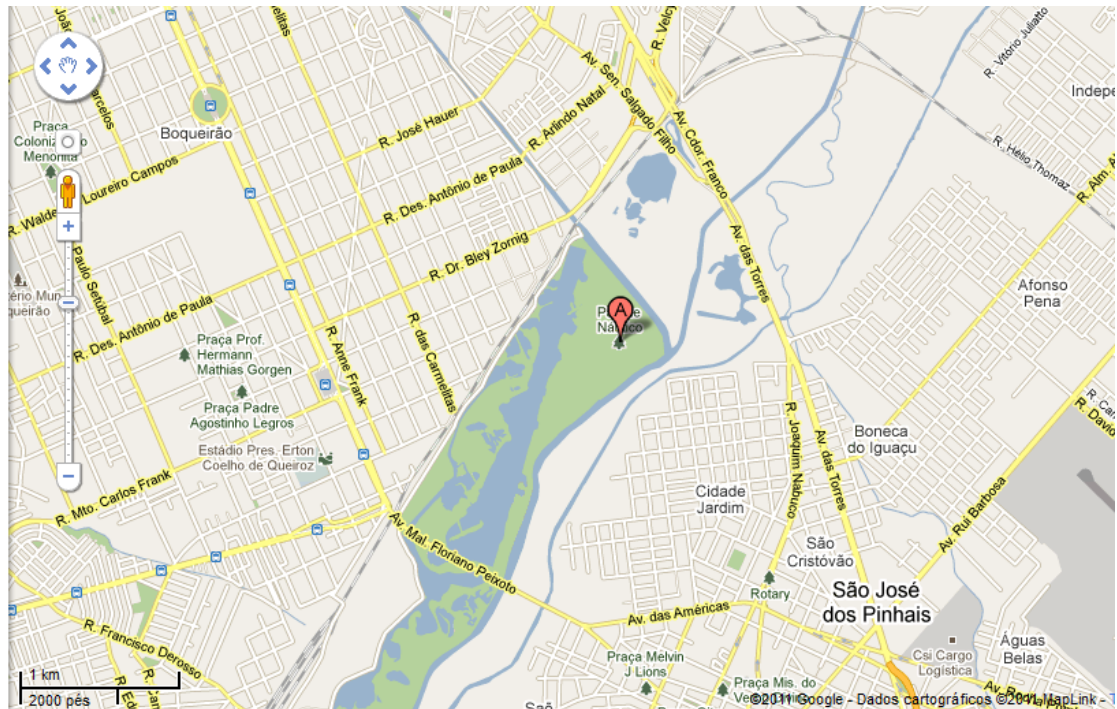


Figura 3: Localização da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Belém. Legenda: A) Localização da ETE (Fonte: Google Maps).

A ETE Belém recebe esgoto proveniente dos municípios de Curitiba, Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais. Nesta estação o esgoto é submetido a tratamento do tipo aeróbio, por meio da aeração prolongada em vala de oxidação tipo “*Carrousel*” e gera 80 toneladas por dia de lodo, cerca de 45g de lodo por habitante /dia (PEGORINI *et al*, 2003) (Tabela 2 e Figura 4). Esta ETE atinge ótima qualidade no tratamento do esgoto durante a maior parte do tempo, lançando seu efluente no rio Iguaçu que apresenta classe 3.



Figura 4: Estação de esgoto ETE Belém, Curitiba, Paraná. Vista panorâmica (Fonte: SANEPAR).

Total	ETE	População de Projeto (habitantes)	Vazão de Projeto (l/s)	Sistema de Tratamento	Área (m <sup>2</sup> )	Corpo Receptor	Produção lodo (Kg SS/dia) <sup>1</sup>
<b>12</b>	<b>Até 10.0000 hab.</b>	<b>35.450,00</b>	<b>57,07</b>	<b>Anaeróbio</b>	<b>5.015 00</b>		<b>531,76</b>
	Augusta	13.395,00	30,00	Anaeróbio	850 00	Muller	200,93
	Itataia	18.150,00	25,00	Anaeróbio	3.000 00	Muller	272,25
	Caiuá	23.740,00	32,00	Anaeróbio	1.507 00	Barigui	355,10
<b>3</b>	<b>Até 100.000 hab</b>	<b>55.285,00</b>	<b>87,00</b>	<b>Anaeróbio</b>	<b>5.357 00</b>		<b>829,28</b>
	Santa Quitéria	105.491,00		Anaeróbio		Santa Quitéria	1.582,37
	Belém	500.000,00	840,00	Aeróbio		Iguaçu	13.900,00 <sup>2</sup>
	Atuba	568.000,00	1.450,00	Anaeróbio	7.056 00	Atuba	8.520,00
<b>3</b>	<b>Mais 100 mil hab.</b>	<b>1.173.500,00</b>	<b>2.290,00</b>	<b>Anaeróbio / Aeróbio</b>	<b>7.056 00</b>		<b>27.002,37</b>
<b>Produção estimada com operação dos sistemas em capacidade máxima</b>							<b>28.617,76</b>

FONTE (ARQUIVOS OPERACIONAIS)

<sup>1</sup> ESTIMADO ATRAVÉS DE BALANÇO DE MASSA (SPERLING et al., 2001)

<sup>2</sup> CONSIDERANDO O LIMITE DE VAZÃO ATUAL.

Tabela 2: Características dos sistemas de tratamento de esgoto e produção de lodo (Fonte: PEGORINI *et al.*, 2003).

## 4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas sazonalmente (uma coleta por estação do ano), no final de cada estação do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno). Foram coletados 4 Kg de lodo bruto e de lodo calcado em cada estação do ano. O lodo bruto coletado foi retirado diretamente após passagem pela prensa desaguadora. O lodo calcado foi recolhido através da esteira de secagem.

As amostras foram armazenadas em sacos com capacidade para 50 litros, levadas ao laboratório, homogeneizadas e acondicionadas em geladeira (4°C) para posterior processamento.

#### 4.3 CULTIVO DOS ALFACES

Os alfaces foram cultivados em casa de vegetação do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná. O experimento consistiu de 3 grupos com 5 repetições (Figura 5):

- Grupo 0: Grupo controle. Solo sem adição de nenhum tipo de lodo, adubado com húmus de minhoca marca Boutin®;
- Grupo 1: Solo + lodo bruto. Solo adubado com lodo bruto;
- Grupo 2: Solo + lodo caleado. Solo adubado com lodo caleado;

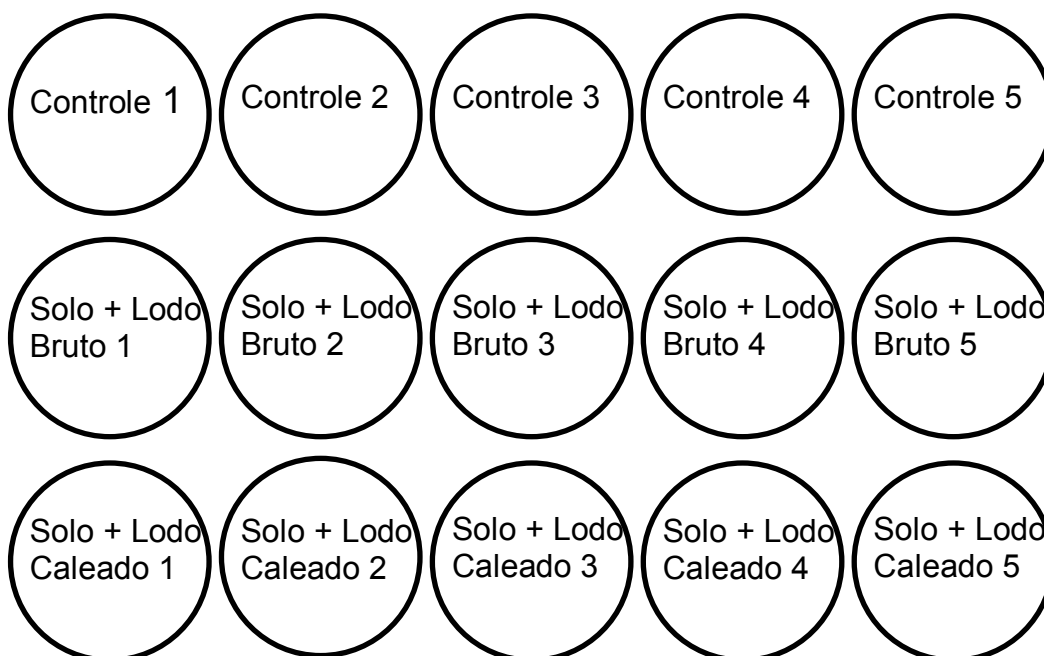


Figura 5 – Desenho experimental de cultivo de alface com solo adubado com húmus de minhoca (grupo controle), lodo de esgoto bruto (grupo 1) e lodo caleado (grupo 2) .

Cada repetição foi composta por uma planta em cada vaso preenchido com 6 dm<sup>3</sup> de substrato (Figura 6). Os alfaces foram regados com 300 mL de água diariamente e colhidas após 40 dias do transplante da muda.



Figura 6: Cultivo do alface. Fonte: autor

A concentração de lodo utilizado em cada repetição dos grupos 1 e 2 foi de  $133,2 \text{ g/dm}^3$ , de acordo com Lopes *et al.* (2005).

Os pés de alface foram colhidos, pesados e divididos em duas partes iguais. Posteriormente, as folhas foram lavadas (solução de lavagem para cada método) individualmente com auxílio de pincel. O líquido obtido foi filtrado em gaze e sedimentado para realização dos métodos de Yanko modificado (Thomaz-Soccol *et al.*, 2000) e de Oliveira e Germano (1992) descritos, respectivamente, nos itens 4.4.1. e 4.4.2.

Após a colheita dos alfaces, o solo do vaso foi coletado de 3 profundidades (5 cm; 10 cm; e 15 cm). Cada camada foi acondicionada em saco plástico, em geladeira ( $4^\circ\text{C}$ ), para posterior análise.

Para medir a profundidade do solo foi utilizado um cano de PVC com a profundidade marcada (“CORER”) (Figura 5).



Figura 7: “Corer” utilizado para coleta das camadas do solo.

#### 4.4 ANÁLISES PARASITOLÓGICAS

As análises foram realizadas no laboratório de Parasitologia Molecular do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná.

Nas amostras de lodo de esgoto bruto e caçado, solo adubado com lodo e no alface foi realizado o método de Yanko modificado por Thomaz-Soccol *et al.* (2000) para análise da presença, quantidade e viabilidade de ovos de helmintos. Para as amostras de alface foi utilizado também o método de Oliveira e Germano (1992). As análises foram feitas em triplicatas.

##### 4.4.1 Princípio do Método de Yanko modificado por Thomaz-Soccol *et al.* (2000)

É um método de sedimentação que consiste em suspender inicialmente o sedimento com solução de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ , densidade 1.200) e solução álcool/ácido-éter e posterior incubação em solução de ácido sulfúrico 0,1 N. O material é analisado em câmara de Sedgwick-Rafter para identificação, contagem e determinação da viabilidade dos ovos de helmintos.

##### 4.4.1.2 Execução da técnica

Foram pesados 50 g de cada amostra (solo ou lodo) e acrescentados 450 mL de solução de lavagem (Tween 80, Tampão Fosfato 0,1 M, Cloreto de Magnésio). A amostra diluída foi filtrada em peneira de 48 *mesh* e diluída novamente em 2 litros de água destilada a 42°C, deixando sedimentar por 12 horas. O sobrenadante foi retirado e o sedimento centrifugado a 850 g por 5 minutos. Desprezou-se o sobrenadante e o sedimento obtido foi homogeneizado em solução de  $ZnSO_4$  (1.200) e centrifugado a 440 g por 5 minutos. O sobrenadante obtido foi transferido para um béquer e acrescentado o mesmo volume de água destilada e sedimentado por 3 horas ou *overnight*. O sobrenadante foi aspirado e descartado. O sedimento obtido foi transferido para tubos de centrifuga (lavando-se o béquer) e centrifugado a 270 g por 4 minutos. Todos os sedimentos foram transferidos para um tubo de 15 mL, realizando nova centrifugação a 175,62 g por 4 minutos. O sedimento obtido foi suspenso em 7 mL de solução álcool-ácido ( $H_2SO_4$  0,1 N,  $C_2H_5OH$  35%) e 3 mL de éter etílico e centrifugado a 258,94 g por 4 minutos. O sobrenadante foi descartado e no sedimento foram adicionados 4 mL de  $H_2SO_4$  0,1 N e incubado

em estufa a 26°C por 3 a 4 semanas. A leitura foi realizada em microscópio óptico em aumento de 100X em câmara de Sedgwick-Rafter. A viabilidade foi constatada em todos os ovos de *Taenia* sp., devido ao risco a saúde da população, para outros cestoides foi avaliado a presença de ganchos, e os ovos de nematoides que apresentaram larvas.

Para obtenção do número de ovos por grama de matéria seca foi determinado peso seco de cada amostra de lodo. Para tanto, foram pesados 50 g da amostra e colocada em estufa a temperatura de 110°C, por 24 horas.

#### 4.4.2 Método de Oliveira e Germano (1992)

O alface foi lavada com uma solução 300 mL de detergente neutro (10 mL de Extran diluídos em 2000 mL de solução fisiológica) em uma bandeja de aço inoxidável. Com o auxílio de um pincel, as folhas foram lavadas, deixadas em repouso por alguns segundos, levantadas para escorrer completamente o líquido e em seguida desprezadas. O líquido obtido foi filtrado em gaze em um cálice cônico e a bandeja foi lavada por duas vezes com 10 mL de solução de detergente, recolhendo-se o líquido no mesmo frasco, deixado sedimentar por 24 horas. Após a sedimentação, o líquido sobrenadante foi desprezado, transferindo-se os 30 mL finais (contendo o sedimento) para um tubo de centrífuga de 50 mL. O cálice foi lavado duas vezes com 10 mL de solução fisiológica, recolhendo-se o líquido no mesmo tubo. A seguir, a amostra foi centrifugada a 910 g durante um minuto, desprezando-se o sobrenadante. O sedimento foi suspenso em solução de ZnSO<sub>4</sub> (1.200) e centrifugado novamente a 540 g, durante um minuto, completando até a altura da borda do tubo com solução de ZnSO<sub>4</sub>, gota a gota. A película sobrenadante foi transferida com pipeta para um segundo tubo e acrescentada água destilada. Centrifugou-se novamente a 910 g por dois minutos e o sobrenadante foi desprezado, ajustando-se o volume final de sedimento para 0,5 mL. Após a homogeneização do sedimento foi transferido 0,05 mL do volume final para uma lâmina de microscopia, corado com solução de lugol e coberto com lamínula. A visualização foi realizada em microscópio óptico em aumento de 100X.

#### 4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi empregada pelo método não paramétrico de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis com o programa Statistica 7.0 da Statsoft.

## 5. RESULTADOS

Foi coletada uma amostra de lodo de esgoto bruto e uma de lodo caleado em cada uma das estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) na Estação de Tratamento de Esgoto Belém, cujas análises foram realizadas em triplicatas, totalizando 24 amostras. Os resultados a seguir são dados em médias de ovos de helmintos por grama de matéria seca (ovos/gMS).

### 5.1 FREQUÊNCIA ABSOLUTA E VIABILIDADE DOS OVOS DE HELMINTOS NO LODO BRUTO E CALEADO POR ESTAÇÃO DO ANO

A média de ovos de helmintos encontrada no lodo bruto foi maior na amostra coletada no verão, porém, essa diferença é ainda maior nos ovos inviáveis (Gráfico 1). O percentual de viabilidade encontrado foi de 16,52% na primavera, 14,48% no verão, 27,39% no outono e no inverno ocorreu o maior percentual atingindo 50%.

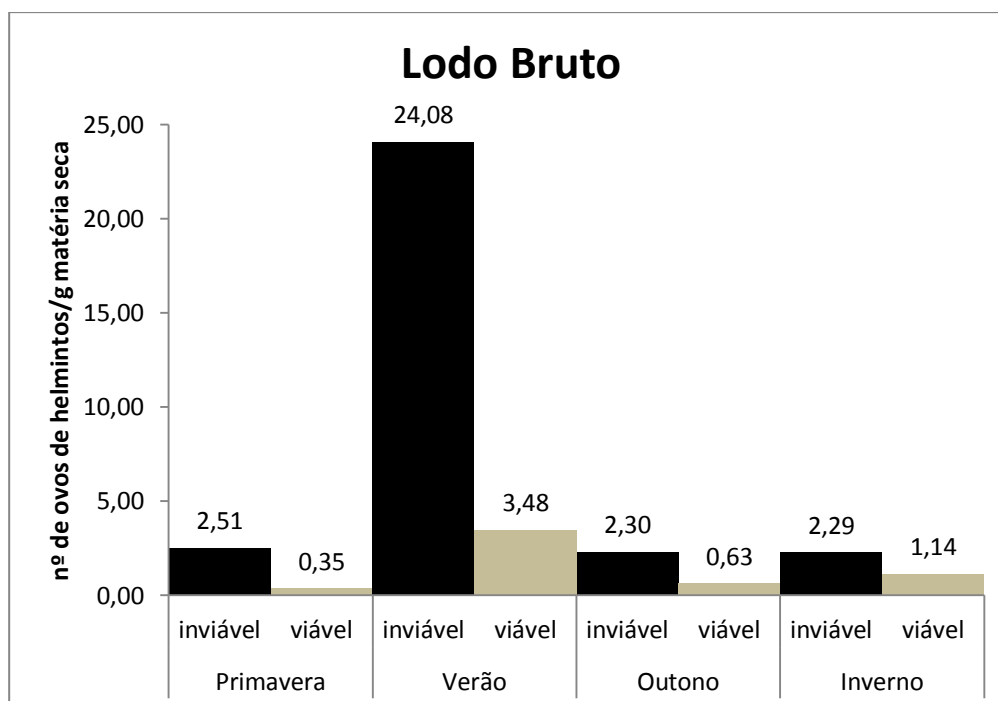


Gráfico 1: Médias de ovos de helmintos viáveis e inviáveis por grama de matéria seca encontrados no lodo bruto por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno).



No lodo caleado, a maior média de número de ovos inviáveis encontrada foi no verão, seguida pelo outono. Porém, a maior média de ovos viáveis foi encontrada no inverno (Gráfico 2). O maior percentual de viabilidade de ovos de helmintos no lodo caleado foi encontrado no inverno (31,69%), seguido pela primavera (25%), outono (3,56%) e verão (2,99%).

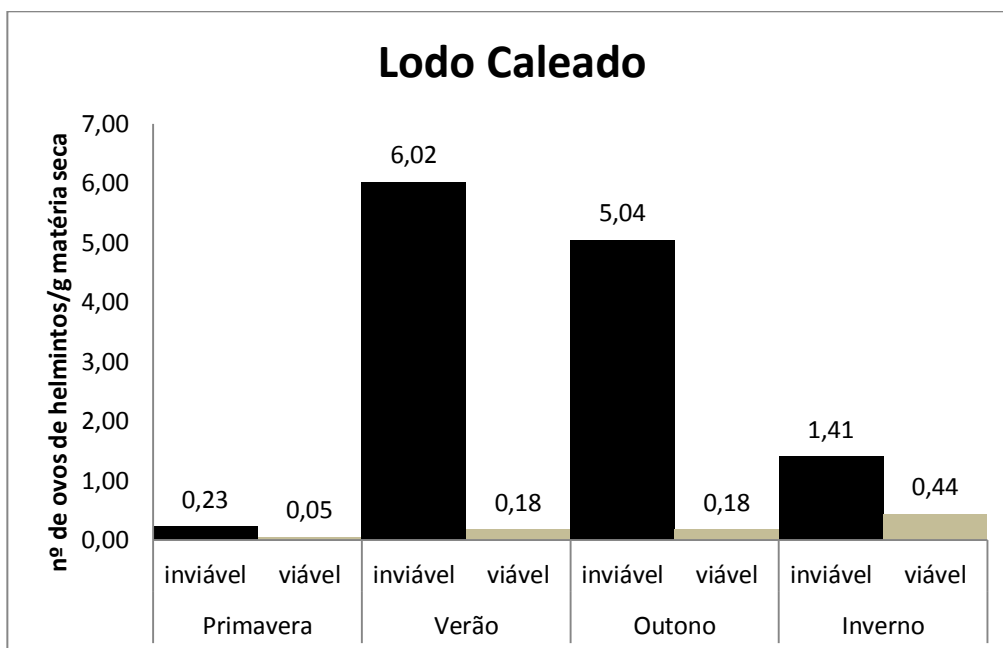


Gráfico 2: Médias de ovos de helmintos por grama de matéria seca encontrados no lodo caleado, por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno).

## 5.2 FREQUÊNCIA ABSOLUTA E VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS NO LODO BRUTO E CALEADO POR PARASITO E POR ESTAÇÃO DO ANO

Em todas as estações do ano, a frequência de ovos de *Hymenolepis diminuta* foi significativamente superior no lodo bruto (Primavera:  $p=0,013014$ ; Verão:  $p=0,002751$ ; Outono:  $p=0,001885$ ; Inverno:  $p=0,047539$ ) (Tabela 3).

O helminto mais freqüente foi *Ascaris lumbricoides* em todas as estações do ano em ambos os lodos.

Na Primavera, a frequência de ovos de *Ascaris lumbricoides* foi superior no lodo bruto, apresentando uma tendência a uma diferença significativa ( $p=0,087400$ ). Quando consideramos o número total de ovos, o lodo bruto foi significativamente ( $p=0,024219$ ) superior ao lodo caleado (Tabela 3).

No verão outros parasitos apresentaram uma tendência a diferença significativa ( $p < 0,10$ ): *Toxocara canis* ( $p = 0,060857$ ) e *Ascaris lumbricoides* ( $p = 0,109316$ ) (Tabela 3).

No Outono, pode-se observar uma diferença significativa na frequência de ovos de Trichuroidea ( $p = 0,021900$ ), e no Inverno, o número total de ovos apresentou uma tendência à diferença significativa, nas duas estações o número de ovos encontrado no lodo bruto foi maior que no lodo caledo ( $p = 0,077649$ ).

A frequência de ovos de *Ascaris lumbricoides* foi superior aos demais parasitos encontrados, tanto para lodo bruto quanto para lodo caledo em todas as estações do ano (Tabela 3), considerando apenas ovos viáveis, essa diferença foi significativa no Verão e no inverno, para ovos inviáveis houve diferença significativa no Verão e no Outono.

Na primavera, a frequência de ovos viáveis encontrada na primavera, no lodo bruto e no lodo caledo foi, respectivamente, de 0,351 ovos/gMS e 0,053 ovos/gMS. Não houve diferença significativa entre as espécies encontradas. Porém fica evidente que houve uma redução na frequência de ovos viáveis no lodo caledo (Tabela 3).

Resumindo, no período de verão foi detectado maior número de ovos de helmintos por grama de matéria seca e maior variabilidade de helmintos. Porém o maior percentual de viabilidade foi encontrado no inverno, tanto para lodo bruto (50%) quanto para lodo caledo (31,69%) seguido pelo outono no lodo bruto (27,39 %) e pela primavera no lodo caledo (25%).

Apesar de não haver diferença significativa quando comparado o número de ovos de helmintos viáveis encontrados no lodo bruto ao lodo caledo entre as estações, fica evidente que ocorreu uma diminuição na viabilidade dos ovos no lodo caledo.

	LODO BRUTO			LODO CALEADO			P (Lodo Bruto X Lodo Caleado)
	Viável	Inviável	Total	Viável	Inviável	Total	
<b>Primavera</b>							
<i>T. canis</i>	0	0,2	0,2	0,04	0,09	0,13	0,72
<i>T. trichiura</i>	0	0,03	0,03	0	0	0	0,32
<i>T. vulpis</i>	0	0,15	0,15	0	0	0	0,32
<i>H. diminuta</i>	0,32	0,41	0,73	0	0,02	0,02	0,01
<i>A. lumbricoides</i>	0,23	2,05	2,28	0,02	0,05	0,07	0,08
<i>Trichuroidea</i>	0,03	0,09	0,12	0	0,02	0,02	0,40
<b>Total</b>	<b>0,58</b>	<b>2,93</b>	<b>3,51</b>	<b>0,06</b>	<b>0,18</b>	<b>0,24</b>	<b>0,02</b>
<b>% Viabilidade</b>	<b>16,52</b>			<b>25</b>			
<b>Verão</b>							
<i>T. canis</i>	0,3	1,34	1,64	0	0,24	0,24	0,06
<i>T. trichiura</i>	0,05	0,35	0,4	0	0,26	0,26	1,00
<i>T. vulpis</i>	0,05	0,4	0,45	0,04	0,24	0,28	0,62
<i>H. diminuta</i>	0,55	1,69	2,24	0	0,02	0,02	0,002
<i>A. lumbricoides</i>	2,29	16,57	18,86	0,1	4,76	4,86	0,11
<i>Trichuroidea</i>	0,25	0,25	0,5	0,04	0,32	0,36	0,33
<b>Total</b>	<b>3,49</b>	<b>20,6</b>	<b>24,09</b>	<b>0,18</b>	<b>5,84</b>	<b>6,02</b>	<b>0,109</b>
<b>% Viabilidade</b>	<b>14,48</b>			<b>2,99</b>			
<b>Outono</b>							
<i>T. canis</i>	0,06	0,11	0,17	0	0,18	0,18	1,00
<i>T. trichiura</i>	0	0,06	0,06	0	0,29	0,29	0,40
<i>T. vulpis</i>	0	0,06	0,06	0	0,27	0,27	0,15
<i>H. diminuta</i>	0,4	0,29	0,69	0	0	0	0,002
<i>A. lumbricoides</i>	0,17	1,15	1,32	0,15	3,95	4,1	1,00
<i>Trichuroidea</i>	0	0	0	0,03	0,18	0,21	0,02
<b>Total</b>	<b>0,63</b>	<b>1,67</b>	<b>2,3</b>	<b>0,18</b>	<b>4,87</b>	<b>5,05</b>	<b>0,63</b>
<b>% Viabilidade</b>	<b>27,39</b>			<b>3,56</b>			
<b>Inverno</b>							
<i>T. canis</i>	0,15	0,05	0,2	0,1	0,29	0,39	0,39
<i>T. trichiura</i>	0	0	0	0	0	0	1,00
<i>T. vulpis</i>	0	0	0	0,03	0,08	0,11	0,057
<i>H. diminuta</i>	0,15	0,1	0,25	0,03	0	0,03	0,04
<i>A. lumbricoides</i>	0,8	1	1,8	0,26	0,6	0,86	0,15
<i>Trichuroidea</i>	0,05	0	0,05	0,03	0	0,03	0,90
<b>Total</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>2,3</b>	<b>0,45</b>	<b>0,97</b>	<b>1,42</b>	<b>0,07</b>
<b>% Viabilidade</b>	<b>50</b>			<b>31,69</b>			

Tabela 3: Médias de ovos de helmintos viáveis, inviáveis e totais e porcentagem de ovos viáveis em lodo de esgoto bruto e caleado encontrados nas estações (primavera,

verão, outono e inverno). Resultado dado em ovos por grama de matéria seca (ovos/gMS).

### 5.3 VIABILIDADE DE OVOS DE HELMINTOS NO SOLO, POR PROFUNDIDADE E ESTAÇÃO DO ANO

A análise foi feita comparando o número de ovos de helmintos encontrados nos intervalos de profundidades por grupo (Controle - Solo, Solo + Lodo Bruto e Solo + Lodo Caleado). O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS).

Na primavera, o número de ovos viáveis de helmintos encontrados na profundidade de 5 cm foi significativamente superior no grupo lodo bruto, em relação aos demais grupos ( $p= 0,051$ ) (Tabela 4). A média de ovos viáveis de helmintos encontrados no grupo lodo bruto, na profundidade de 15 cm, foi estatisticamente superior àquela encontrada no grupo controle ( $p= 0,029$ ). Em ambas as profundidades, em que houve diferença significativa, a média de ovos viáveis de helmintos no grupo Controle permaneceu estatisticamente igual ao grupo Lodo Caleado. Na profundidade de 10 cm, a média de ovos viáveis de helmintos foi estatisticamente igual entre os grupos ( $p= 0,234$ ).

No verão, o número de ovos viáveis de helmintos não apresentou diferença significativa entre os grupos.

No outono, em todas as profundidades, o número de ovos viáveis de helmintos encontrados foi significativamente superior no grupo Lodo Bruto em relação ao grupo Lodo Caleado (5 cm,  $p= 0,037$ ; 10 cm,  $p= 0,008$ ; 15 cm,  $p= 0,012$ ). No grupo Controle a média do número de ovos de helmintos foi estatisticamente igual aos demais grupos (Tabela 4).

No inverno, o número de ovos viáveis de helmintos, encontrados nas profundidades de 10 cm ( $p= 0,032$ ) e 15 cm ( $p=0,017$ ), foi significativamente superior no grupo Lodo Bruto em relação ao grupo controle. Nestas mesmas profundidades, o grupo Controle apresentou média estatisticamente igual ao grupo Lodo Caleado (Tabela 4). A profundidade de 5 cm apresentou média estatisticamente igual entre os grupos.

Profundidade (cm)	Solo Controle	Solo+ Lodo Bruto	Solo + Lodo Caleado	Valor de P
<b>Primavera</b>				
5	0,077±0,029 (b)	0,088±0,063 (a)	0,005±0,011 (b)	0,051
10	0,256±0,063	0,371±0,332	0,151±0,058	0,234
15	0,121±0,080 (b)	0,437±0,147 (a)	0,172±0,090 (ab)	0,029
<b>Verão</b>				
5	0,159±0,103	0,196±0,111	0,094±0,048	0,248
10	0,249±0,133	0,286±0,107	0,108±0,158	0,166
15	0,343±0,093	0,236±0,144	0,122±0,122	0,074
<b>Outono</b>				
5	0,075±0,046 (ab)	0,138±0,081 (a)	0,017±0,024 (b)	0,037
10	0,127±0,092 (ab)	0,260±0,131 (a)	0,033±0,031 (b)	0,008
15	0,164±0,060 (ab)	0,226±0,096 (a)	0,035±0,054 (b)	0,012
<b>Inverno</b>				
5	0,038±0,042	0,143±0,120	0,034±0,034	0,23
10	0,050±0,058 (a)	0,233±0,100 (b)	0,154±0,116 (ab)	0,032
15	0,012±0,016 (a)	0,167±0,129 (b)	0,054±0,052 (ab)	0,017

Tabela 4: Média de ovos de helmintos viáveis encontrados nos grupos (solo controle, solo + lodo bruto e solo + lodo caleado), por profundidade (5 cm, 10 cm e 15 cm), por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno). Os resultados são dados em média ± desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Kruskal-Wallis.

Ao analisar a média de ovos viáveis por helminto optou-se por apresentar os dados de *Ascaris lumbricoides*, pois, é o helminto mais prevalente e seus ovos são usados como marcadores ambientais devido a sua resistência e alta fecundidade da fêmea. Os dados dos demais helmintos são apresentados no anexo I.

### 5.3.1 *Ascaris lumbricoides*

Na primavera, a média de ovos de helmintos viáveis encontrados no grupo Lodo Bruto, foi superior ao grupo controle, na profundidade de 15 cm.

No verão, na profundidade de 15 cm, a média de ovos viáveis encontrados no lodo bruto foi significativamente superior ao grupo controle (Tabela 5).

No outono, na profundidade de 5 cm, a média de ovos viáveis encontrados no lodo bruto foi significativamente superior ao grupo controle. Na profundidade de 10 cm, a média de ovos viáveis encontrados no lodo bruto foi significativamente superior à média encontrada no grupo lodo caleado, e a

média de ovos viáveis encontrados no grupo lodo caleado foi significativamente superior a do grupo controle. Na profundidade de 15 cm, a média de ovos de helmintos encontrados no grupo lodo bruto foi significativamente superior a dos demais grupos. A média de ovos viáveis encontrados nos lodos caleado e controle foi equivalente estatisticamente (Tabela 5).

No inverno, na profundidade de 5 cm, a média de ovos de helmintos viáveis encontrados no grupo lodo bruto foi significativamente superior ao grupo controle. Quando comparada a média do grupo lodo caleado aos demais grupos, observou-se que não houve diferença estatística. Na profundidade de 15 cm, a média de ovos de helmintos encontrados no grupo lodo bruto quando comparada ao grupo controle apresentou diferença significativa. Pode-se observar que a média de ovos viáveis encontrados no grupo lodo bruto foi significativamente superior ao grupo controle.

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<b>Primavera</b>				
5	0	0,026±0,025	0	0,082
10	0,008±0,014	0,084±0,112	0	0,21
15	0	0,089±0,051	0,010±0,014	0,012
<b>Verão</b>				
5	0,007±0,016	0,042±0,046	0,023±0,029	0,403
10	0	0,055±0,055	0,033±0,038	0,061
15	0	0,085±0,027	0,050±0,080	0,019
<b>Outono</b>				
5	0	0,069±0,048	0,011±0,024	0,005
10	0	0,156±0,079	0,011±0,015	0,003
15	0,006±0,013	0,104±0,089	0,006±0,014	0,006
<b>Inverno</b>				
5	0	0,105±0,080	0,034±0,034	0,037
10	0,019±0,042	0,120±0,084	0,111±0,100	0,097
15	0	0,128±0,098	0,020±0,035	0,006

Tabela 5: Média de ovos viáveis de *Ascaris lumbricoides* encontrados nos grupos (solo controle, solo + lodo bruto e solo + lodo caleado), por profundidade (5 cm, 10 cm e 15 cm), por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno). Os resultados são dados em média ± desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Kruskal-Wallis.

#### 5.4 OVOS DE HELMINTOS ENCONTRADOS NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, POR GRUPO DE SOLO, NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.

A análise foi feita comparando a média de ovos de helmintos encontrados nos intervalos de profundidades por grupo (Controle - Solo, Solo + Lodo Bruto e Solo + Lodo Caleado). O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS). Os dados dos demais helmintos são apresentados no anexo I.

##### 5.4.1 Grupo Controle - Solo

No verão e outono observa-se um aumento do número de ovos viáveis e inviáveis conforme aumenta a profundidade, enquanto no inverno e primavera este padrão não se repete. A média do número total de ovos de helmintos não apresentou diferença estatística significativa quando comparados os intervalos das profundidades em nenhuma estação do ano (Tabela 6).

Total	Profundidade	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Viável	5 cm	0,077±0,029	0,159±0,103	0,075±0,046	0,038±0,042
	10 cm	0,256±0,063	0,249±0,133	0,127±0,092	0,050±0,058
	15 cm	0,121±0,080	0,343±0,093	0,164±0,060	0,012±0,016
P		0,077	0,090	0,108	0,470
Total	5 cm	0,126±0,099	0,159±0,103	0,124±0,034	0,069±0,057
	10 cm	0,382±0,071	0,267±0,141	0,177±0,099	0,063±0,082
	15 cm	0,232±0,142	0,350±0,104	0,214±0,047	0,054±0,048
P		0,103	0,083	0,143	0,851

Tabela 6: Média e desvio padrão do total de ovos de helmintos viáveis e inviáveis encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano, no grupo controle - solo. O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS). Os resultados são dados em média ± desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Mann-Whitney.

##### 5.4.2 Grupo Solo+Lodo Bruto

Houve diferença significativa entre as profundidades quando comparadas as médias do total de ovos de helmintos no Outono. Essa diferença pode ser observada entre as profundidades 15 cm e 5 cm, na qual, na profundidade de 15 cm foi encontrado uma média do número de ovos superior. Nas demais estações do ano não houve diferença significativa entre

as profundidades, porém, na primavera houve um aumento no número de ovos encontrados à medida que a profundidade aumenta, tanto para ovos viáveis quanto para o total de ovos (Tabela 7).

<b>Total</b>	<b>Profundidade</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verão</b>	<b>Outono</b>	<b>Inverno</b>
<b>Viável</b>	5 cm	0,088±0,063	0,196±0,111	0,138±0,081	0,143±0,120
	10 cm	0,371±0,332	0,286±0,107	0,260±0,131	0,233±0,100
	15 cm	0,437±0,147	0,236±0,144	0,226±0,096	0,167±0,129
<b>P</b>		0,072	0,512	0,242	0,468
<b>Total</b>	5 cm	0,272±0,146	0,273±0,167	0,185±0,084	0,256±0,253
	10 cm	0,603±0,490	0,403±0,104	0,369±0,202	0,360±0,181
	15 cm	0,761±0,415	0,395±0,226	0,359±0,124	0,308±0,198
<b>P</b>		0,117	0,357	0,042	0,527

Tabela 7: Média e desvio padrão de ovos de helmintos (viáveis e totais) encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo+Lodo Bruto. O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS). Os resultados são dados em média ± desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Kruskal-Wallis.

Houve diferença significativa para ovos viáveis de *T. canis* encontrados na primavera, no qual, a média de número de ovos de *T. canis* encontrados na profundidade 15 cm foi significativamente superior a profundidades 5cm (Tabela 8). Porém, considerando o total de ovos de *T. canis*, observa-se que houve um aumento no número de ovos a medida que aumenta a profundidade, o mesmo ocorre no outono para ovos viáveis deste parasito.

<b><i>T. canis</i></b>	<b>Profundidade</b>	<b>Primavera</b>	<b>Verão</b>	<b>Outono</b>	<b>Inverno</b>
<b>Viável</b>	5 cm	0,062±0,044	0,143±0,074	0,040±0,048	0,007±0,015
	10 cm	0,281±0,221	0,214±0,081	0,057±0,061	0,048±0,066
	15 cm	0,341±0,125	0,116±0,109	0,076±0,027	0,020±0,018
<b>P</b>		0,031	0,300	0,341	0,501
<b>Inviável</b>	5 cm	0,107±0,053	0,012±0,016	0,012±0,016	0
	10 cm	0,110±0,121	0,030±0,021	0	0,006±0,013
	15 cm	0,201±0,157	0,012±0,016	0	0,006±0,014
<b>P</b>		0,477	0,267	0,117	0,581

Tabela 8: Média e desvio padrão de ovos de *T. canis* viáveis e inviáveis encontrados nas três profundidades de solo analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo+Lodo Bruto. O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS). Os resultados são dados em média ± desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Kruskal-Wallis.



### 5.4.3 Grupo Solo+Lodo Caleado

Considerando as médias do número de ovos de helmintos viáveis e o total de ovos, observou-se que, na primavera, as médias encontradas nas profundidades 10 cm e 15 cm são estatisticamente iguais e significativamente superiores à média de ovos encontrados na profundidade 5 cm (Tabela 9). No verão e outono observa-se um aumento do número de ovos viáveis e inviáveis conforme aumenta a profundidade, enquanto no inverno este padrão não se repete.

Total	Profundidade	Primavera	Verão	Outono	Inverno
<b>Viável</b>	5 cm	0,005±0,011(a)	0,094±0,048	0,017±0,024	0,034±0,034
	10 cm	0,151±0,058(b)	0,108±0,158	0,033±0,031	0,154±0,116
	15 cm	0,172±0,090(b)	0,122±0,122	0,035±0,054	0,054±0,052
<b>P</b>		0,007	0,840	0,776	0,413
<b>Total</b>	5 cm	0,099±0,074(a)	0,153±0,081	0,063±0,086	0,087±0,068
	10 cm	0,289±0,060(b)	0,249±0,318	0,121±0,057	0,283±0,218
	15 cm	0,304±0,058(b)	0,376±0,335	0,098±0,096	0,140±0,125
<b>P</b>		0,009	0,309	0,418	0,288

Tabela 9: Média e desvio padrão de ovos de helmintos (viáveis e totais), encontrados nas três profundidades de solo analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo+Lodo Caleado. O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS). Os resultados são dados em média ± desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Kruskal-Wallis.

Na Primavera, houve diferença significativa quando comparadas as médias de ovos viáveis de *Toxocara canis*. A média encontrada na profundidade 5 cm é significativamente inferior as demais profundidades. (Tabela 10). Assim como na Primavera, no outono observou-se um aumento do número de ovos viáveis e inviáveis conforme aumenta a profundidade.

<i>T. canis</i>	Profundidade	Primavera	Verão	Outono	Inverno
<b>Viável</b>	5 cm	0,005±0,011(a)	0,071±0,028	0,006±0,014	0
	10 cm	0,151±0,058(b)	0,075±0,129	0,016±0,015	0,032±0,002
	15 cm	0,162±0,090(b)	0,072±0,057	0,018±0,027	0,023±0,040
<b>P</b>		0,0075	0,640	0,700	0,147
<b>Inviável</b>	5 cm	0,089±0,064	0,008±0,017	0	0
	10 cm	0,118±0,066	0,008±0,017	0	0,010±0,017
	15 cm	0,107±0,054	0,008±0,015	0,006±0,014	0,010±0,017
<b>P</b>		0,723	0,967	0,368	0,565

Tabela 10: Média e desvio padrão de ovos viáveis e inviáveis de *Toxocara canis* encontrados nas três profundidades analisadas, nas quatro estações do ano no grupo Solo + Lodo Caleado. O número médio de ovos é dado por grama de matéria seca (ovos/gMS). Os resultados são dados em média  $\pm$  desvio padrão. Legenda P= Calculado pelo método estatístico Kruskal-Wallis.

## 5.5 ALFACE

Nas amostras de alfaces cultivados nos solos adubados (húmus de minhoca - controle, lodo bruto e lodo caleado) não foram detectados ovos de helmintos pelos métodos utilizados (Yanko modificado, 2000 e Oliveira e Germano, 1992).

No dia da colheita, em cada uma das estações, os pés de alface foram pesados, nas cinco repetições, para cálculo da média (Tabela 11). Na colheita da primavera, a média de peso dos alfaces foi superior no grupo solo+lodo bruto (450,86 g), seguida pelo solo+lodo caleado (344,6 g) e controle (127,76 g). No verão, a média de peso dos alfaces foi superior no grupo solo+lodo caleado (368,8g), seguida pelo solo+lodo bruto (313,58 g) e controle (137,8 g). No outono, a média de peso dos alfaces foi superior no grupo solo+Lodo caleado (245,02 g), seguida pelo solo+lodo bruto (180 g) e controle (172,62 g). No inverno, a média de peso dos alfaces foi superior no grupo controle (158,64 g), seguida pelo solo+lodo bruto (86,18 g) e solo+lodo caleado (75,3 g).

Portanto, o melhor rendimento foi obtido utilizando lodo bruto incorporado ao solo, na colheita realizada na primavera. Os menores rendimentos foram obtidos no inverno quando o grupo controle (solo + húmus de minhoca) teve rendimento superior aos demais grupos (solo + lodo bruto e solo+lodo caleado).

	Solo+Lodo Bruto	Solo+Lodo Caleado	Controle
<b>Primavera</b>			
<b>Média</b>	450,86 $\pm$ 60,38	127,76 $\pm$ 29,51	344,6 $\pm$ 63,08
<b>Verão</b>			
<b>Média</b>	313,58 $\pm$ 76,43	368,8 $\pm$ 35,95	137,8 $\pm$ 50,34
<b>Outono</b>			
<b>Média</b>	180 $\pm$ 34,42	245,02 $\pm$ 20,67	172,62 $\pm$ 32,61
<b>Inverno</b>			
<b>Média</b>	86,18 $\pm$ 30,81	75,3 $\pm$ 19,69	158,64 $\pm$ 25,66

Tabela 11: Média dos pesos (em g) e desvio padrão dos alfaces no dia da colheita em todas as estações do ano, nos grupos solo+lodo bruto, solo+lodo caleado e controle. Legenda: (–) não foi realizado.

## 6. DISCUSSÃO

Existem muitos métodos para diagnóstico de cistos e ovos de helmintos, porém, poucos avaliam sua viabilidade. No caso do lodo de esgoto, esgoto e solo, muitos avaliam também sua viabilidade. Porém, deve-se ficar atento a taxa de recuperação das metodologias propostas, pois, o lodo de esgoto é rico em matéria orgânica, dificultando o diagnóstico dos parasitos.

Atualmente as técnicas utilizadas baseiam-se em sedimentação e/ou flutuação, sendo satisfatórias para ovos de nematóides (CABRET *et al.*, 2002 *apud* THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010), porém, para ovos de *Taenia* sp. são pouco eficientes. Foram testadas diversas metodologias para detecção de ovos deste parasito, utilizando diferentes densidades da solução flutuadora, mesmo assim existe necessidade de aperfeiçoar estas técnicas, visto que este parasito representa um grande risco a saúde humana e animal.

A viabilidade dos ovos dos parasitos pode ser analisada de diversas formas como: manutenção de ovos em estufa por 3-4 semanas, manutenção em estufa a 30°C e posterior observação de larvas após 8, 10, 13 e 16 dias, métodos baseados em corantes, eclosão *in vitro* e suas adaptações (ovos de *Taenia* sp.). Porém, tanto nos Estados Unidos (EPA) quanto a Europa, utilizam o método pela visualização da larva, pois as demais metodologias podem superestimar a viabilidade dos parasitos (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010).

Além da viabilidade, seria importante o estudo da infecciosidade dos parasitos, pois avaliaria a capacidade do parasito infectar e se multiplicar no hospedeiro. Porém a infecciosidade só pode ser avaliada de duas formas: infecção de humanos e animais. Este fato dificulta essa análise por motivos éticos, além do que, no caso de infecção em animais, seria necessário que o animal modelo seja o suíno, que pode ser usado tanto para ovos de *Ascaris* como para *Taenia*. Neste caso, seriam impostas uma série de exigências, já que a criação deve ter alimentação adequada, infraestrutura apropriada, funcionários treinados, além do custo e do risco de infecção dos manipuladores

e contaminação do ambiente (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010). Deve-se lembrar também que os órgãos oficiais internacionais aceitam como critério para avaliação da qualidade saniária do lodo de esgoto apenas o método de análise de viabilidade *in vitro* como o utilizado neste trabalho (EPA, 1992)

No presente trabalho, avaliar se havia diferença na frequência e viabilidade dos ovos de helmintos, entre as amostras de lodo coletados em cada estação do ano, foi encontrado uma média de ovos de helmintos maior na amostra coletada no verão. Porém, o maior percentual de ovos viáveis foi encontrado no inverno (50%).

Apesar de ter sido realizado uma única coleta em cada estação do ano (primavera, verão, outono, e inverno), as diferenças observadas sugerem que as condições de sazonalidade em Curitiba são parecidas com as das áreas temperadas por se tratar de região subtropical, sujeita às mesmas variações de temperatura. Portanto, no inverno as temperaturas mínimas são mais baixas do que nas demais estações e as máximas são mais elevadas no verão. No mês de fevereiro (coleta de verão) ocorreram temperaturas elevadas e precipitação abaixo da média, devido a influência de massas de ar quente e seco, que influenciaram muito o clima no estado do Paraná. Durante este mês, sequências de dias quentes contribuíram para o aumento de temperatura que superou as temperaturas médias máximas (SIMEPAR, 2010). Por isso, apesar do número maior de ovos de helmintos ter sido encontrado no verão, o percentual de viabilidade foi baixo.

Segundo Ferreira *et al.* (2002) os fatores ambientais como precipitação e insolação são imprescindíveis para inviabilização dos ovos de helmintos presentes no lodo. Estes autores concluíram em seu estudo que a ação da umidade é um fator limitante para a viabilidade dos parasitos, pois os ovos de helmintos podem ser inviabilizados por dessecação, pela falta de água ou pelo excesso de umidade e pelo aquecimento da mesma. Os autores realizaram tratamentos com solarização e obtiveram um índice de redução de 97,48 e 89,33% de patógenos.

O efeito da sazonalidade em regiões de clima temperado afeta o potencial de transmissão dos parasitos devido à variação de temperatura e umidade. Porém, em regiões tropicais a temperatura e umidade parecem não

ser suficientes para determinar a taxa de transmissão da maioria dos enteroparasitos (OGE e OGE, 2006).

Poucos autores avaliaram a variação sazonal na frequência de ovos de parasitos (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 1998; MATESCO *et al.*, 2006; SOUZA *et al.*, 2007; GARCIA *et al.*, 2007). Souza *et al.* (2007) demonstraram que as condições climáticas influenciam o desenvolvimento das geohelmintoses, contribuindo, assim, para a contaminação do ambiente e da população nas estações mais propícias.

Garcia *et al.* (2007) compararam métodos coproparasitológicos segundo algumas características da população, como grupo etário, gênero e variação sazonal. Os autores encontraram maior incidência nos meses com temperaturas mais elevadas, apresentando um pico no mês de janeiro e a seguir, uma tendência decrescente, fato que pode contribuir para o encontro de maior número de ovos de helmintos no lodo, no verão, como registrado neste estudo.

Lodo *et al.* (2010) avaliaram a prevalência de enteroparasitos em usuários de Unidade de Saúde em um município do interior paulista, o índice mais alto de parasitos foi encontrado no mês de março, que sucede o verão, e o menor no mês de junho, período de inverno. Os autores acreditam que esse fato ocorreu pela maior exposição da população susceptível ao ambiente.

Matesco *et al.* (2006) avaliaram a influência da sazonalidade na contaminação da areia por ovos de helmintos na praia de Ipanema, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Os autores encontraram o maior número de amostras positivas em junho. Em amostras de fezes, outubro foi o mês com maior percentual de positividade (57,1%) e março com menor percentual (11,1%). Santarém *et al.*, 1998 detectaram maior número de ovos de *Toxocara* spp. nos meses da primavera e do verão, assim como os resultados deste trabalho.

Neste trabalho, *Ascaris lumbricoides* foi a espécie mais prevalente sendo encontrados ovos em todas as estações do ano, tanto no lodo bruto quanto no lodo caleado. Este resultado foi corroborado em estudos realizados por outros autores que avaliaram a presença de ovos de helmintos em lodo de esgoto (FERNANDES e ANDREOLI, 1996; PAULINO *et al.*, 2001; CARRIJO e BIONDI, 2008; ANDREOLI *et al.*, 2002).

Fernandes e Andreoli (1996) avaliaram os microrganismos patogênicos presentes no lodo da ETE Belém (Curitiba, PR) e constataram que *A. lumbricoides* foi o parasita prevalente e com médias muito superiores as dos demais parasitos. A alta frequência de ovos de *A. lumbricoides* nas estações de tratamento está associada a sua ampla distribuição geográfica, sendo considerado o mais cosmopolita dos parasitos humanos (REY, 1991). A OMS (2006) estima aproximadamente 1,5 bilhões infectados com *A. lumbricoides*. No Brasil, cerca de 41,7 milhões estão parasitadas por esta espécie (FIOCRUZ, 2011). Em Curitiba, esse parasito também é o mais prevalente (BERTOLDI *et al.*, 2005; OGLIARI & PASSOS, 2005).

No presente trabalho, depois de *Ascaris lumbricoides*, o helminto mais encontrado foi *Hymenolepis diminuta* (0,36 ovos/g MS), seguido de *Toxocara canis* (0,13 ovos/g MS), Trichuroidea (0,08 ovos/g MS), *Trichuris trichiura* (0,01 ovos/g MS) e *T. vulpis* (0,01 ovos/g MS). Fernandes e Andreoli, em 1996, encontraram no lodo da ETE-Belém por ordem crescente de prevalência: *A. lumbricoides*, *H. diminuta*, *T. trichiura*, *H. nana*, *Toxocara* sp. e *Taenia* sp. Thomaz-Soccol *et al.* (1997) encontraram resultados semelhantes para esta ETE: *Ascaris* sp. (75,7%), seguido por *H. diminuta* (0,93%), *Trichuris* sp. (7,4%), *Hymenolepis nana* (3,6%), *Toxocara* sp. (2,7%) e *Taenia* sp. (1,3%).

Souza *et al.* (2008) determinaram a concentração de ovos de helmintos viáveis presentes no lodo de esgoto produzido pela CAESB- Estação de Tratamento Brasília Sul, e encontraram 44% de ovos de *Ascaris* sp., 44% *Hymenolepis* sp. e 11,1% *Toxocara canis*.

A presença de ovos de *Ascaris* sp. em lodo de esgoto pode ser utilizado como marcador de contaminação devido a sua fácil manutenção em laboratório e a facilidade de verificação da sua viabilidade (USEPA, 2003; COSCIONE *et al.*, 2010).

A densidade de patógenos pode variar de um período para outro e depende da natureza do efluente, o tipo de estação de tratamento e, até mesmo dentro da estação (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 1998). Lodos de esgoto de diferentes ETE's do Brasil podem sofrer enormes variações em relação aos atributos avaliados. Por isso, cabe aos geradores e receptores monitorarem o lodo, desde o processo de sua geração até possível aplicação na agricultura ao incorporar este lodo no solo.

Quanto à eficiência da cal foi possível observar que houve uma redução no número total de ovos por grama de matéria seca no lodo caleado em relação ao lodo bruto. No lodo bruto o percentual de viabilidade dos ovos foi superior (50%) ao do lodo caleado (31,69%).

A frequência de ovos viáveis encontrada no lodo caleado, neste trabalho, foi inferior ao lodo bruto em todas as estações do ano, exceto para ovos de *Ascaris lumbricoides* no outono. Vários autores comprovaram a eficiência da estabilização alcalina para higienização do lodo de esgoto (LOZADA *et al.*, 2009; FERNANDES & ANDREOLI, 1996) e chegando de 90% (PECSON *et al.*, 2007) a 100% (GODOI, 2008) de inviabilização. Em contrapartida, Lima *et al.* (2009) não encontraram diferenças significativas em relação ao lodo bruto e caleado.

A estabilização alcalina tem a propriedade de elevar o pH, produzindo NH<sub>3</sub>, que penetra na membrana dos ovos de helmintos e no seu interior, desnaturando as enzimas responsáveis pelo metabolismo do organismo, ocasionando sua morte (MENDES, 2003 *apud* BARROS, COSTA & ANDREOLI, 2006).

Ao analisar o solo adubado com lodo bruto observou-se que oferece um risco de contaminação maior em relação ao solo adubado com lodo caleado e ao solo adubado com húmus de minhoca (controle).

A adubação do solo com lodo caleado não oferece risco de contaminação maior que o solo adubado com húmus de minhoca, em nenhuma profundidade e em nenhuma estação do ano, com a média de número de ovos significativamente iguais ou superiores. Esta contaminação do solo do grupo controle foi devido as altas médias de ovos de *Toxocara canis* e *Trichuris* sp., provavelmente porque o solo e/ou o húmus de minhoca estavam contaminados com fezes de canídeos.

Cavinatto e Paganini (2007) encontraram números significativamente superiores de ovos de helmintos nas amostras de solo que entraram em contato com esgoto bruto ou efluente provenientes da Estação de Tratamento de Esgotos de Populina (SP) em relação ao solo controle. O solo controle não recebeu nenhum tipo de tratamento, diferente do trabalho aqui apresentado.

Tavares *et al.* (2002) encontraram ovos de helmintos no solo tratado com esgoto doméstico e no seu grupo Controle e associou a provável presença

desses microrganismos no solo anteriormente ao experimento. O mesmo ocorreu no trabalho de Blaszkowska *et al.* (2011).

Souza *et al.* (2008) avaliaram a sobrevivência de ovos de helmintos no solo com a adição de lodo de esgoto, e no solo utilizado como controle. Foram encontrados mais ovos viáveis de helmintos no controle que na amostra incorporada ao lodo de esgoto. O mesmo pode ser observado neste trabalho, porém, comparando o grupo Controle ao grupo Solo+Lodo Caleado.

Com relação a capacidade dos ovos de helmintos percolarem, pode-se observar que houve, neste trabalho, um aumento no número de ovos à medida que a profundidade aumenta, apesar de não haver diferença significativa quando comparadas as médias de ovos de helmintos entre as profundidades no grupo Controle.

No grupo solo+Lodo Bruto e solo+Lodo Caleado houve significância entre as profundidades quando comparadas as médias de ovos de helmintos. No grupo solo+Lodo Caleado as profundidades de 10 cm e 15 cm foram estatisticamente iguais e significativamente superiores à média de ovos encontrados na profundidade de 5 cm respectivamente.

Souza *et al.* (2008) analisaram solo adubado com lodo de esgoto coletando os primeiros 20 cm do solo e puderam perceber que a medida que o tempo passou houve um decréscimo no número de ovos encontrados, sugerindo que esses ovos percolam até as camadas mais profundas do solo a medida que sofrem a ação do tempo.

Já Cavinatto e Paganini (2007) analisaram os primeiros 5 cm e 30 cm de solo adubado com esgoto e observaram que os ovos de helmintos permaneciam nos primeiros 5cm do solo. Porém no decorrer das coletas alguns ovos foram encontrados a 30 cm da superfície. Com esses resultados os autores acreditam que o solo possa ser capaz de reter os ovos e, portanto, diminuir a capacidade de movimentação dos mesmos.

A discrepância entre os resultados obtidos por Cavinatto e Paganini (2007) e o presente estudo pode ter ocorrido devido ao tipo de solo utilizado. O solo descrito pelos autores apresenta uma quantidade superior de argila nos primeiros 5 cm, o que poderia ter ocasionado a retenção dos ovos de helmintos na primeira camada.



No trabalho de Pires *et al.* (2002) os ovos estavam presentes somente na profundidade 20cm em todas as coletas. O Manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA, 1997) afirma que os primeiros 20cm de solo possuem características semelhantes, devendo ser analisados de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm de solo.

No presente trabalho, não pode ser analisado o solo segundo a Embrapa (1997), pois não existia essa condição. Porém, em condições reais, os resultados apresentados neste trabalho talvez corroborassem com os de Pires *et al.* (2007).

Segundo Stien e Schwartzbrod (1990) a sobrevivência na superfície do solo ou a 10 centímetros de profundidade é dependente da exposição ou proteção da luz solar direta, tipo de solo e capacidade de retenção de umidade. Estes autores avaliaram o tempo de sobrevivência de ovos de *Ascaris* sp. no solo e em vegetais irrigados com água contaminada. Eles encontraram o dobro de ovos viáveis nas amostras profundas em relação à superfície.

O alface, pelo seu fácil cultivo e rápido crescimento (40 dias) foi escolhida como modelo experimental para avaliar a sanidade do lodo de esgoto, em relação a ovos de helmintos.

As amostras de alface não apresentaram nenhum tipo de contaminação parasitológica em nenhum dos grupos analisados e em nenhuma das metodologias utilizadas, porém deve ser levado em consideração que o experimento não apresentou condições reais de plantio, pois as amostras foram plantadas em vasos em casa de vegetação e não diretamente no solo.

Em condições de experimento no campo, outros fatores podem interferir na disseminação (água, vento, erosão, etc.) e persistência dos agentes patogênicos no solo. O tempo de sobrevivência dos ovos de helmintos depende do tipo de solo, temperatura, umidade, pH, incidência de luz solar e a espécie do parasito.

Lima *et al.* (2005) também não encontraram contaminação por ovos de helmintos nas folhas de alface adubadas com esgoto doméstico. Os autores levantaram a questão da diluição pela água de lavagem utilizada nas folhas, ou seja, a quantidade de ovos presentes teria sido baixa pela quantidade de líquido a ser analisado. O oposto ocorreu no estudo de Tavares *et al.* (2005)

que encontraram até 13 ovos de helmintos por 100 gramas de folhas de alface após a aplicação de esgoto doméstico.

Muitos autores pesquisam a contaminação de alface por parasitos (MARZOCHI, 1977; VOLLKOPF *et al.*, 2006; QUADROS *et al.*, 2008) , porém, poucos avaliam a origem dessa contaminação (TAKAYANAGUI *et al.*, 2000; TAKAYANAGUI *et al.*, 2006). Alguns trabalhos avaliaram a contaminação de vegetais pela água de irrigação (LIMA *et al.*, 2005; CASTRO *et al.*, 2009; GALBIATTI *et al.*, 2007) porém, poucos trabalhos avaliam a contaminação por ovos de helmintos em vegetais consumidos crus adubados com lodo (HAYASHI *et al.*, 2010; ABREU, 2008).

51

A contaminação de hortaliças por enteroparasitos podem ocorrer em diversos momentos, desde o plantio até o consumo (MARZOCHI, 1970; MARZOCHI, 1977; GELLI *et al.*, 1979; CAVALCANTE & FREIRE FILHO, 1997), não podendo ser atribuídas exclusivamente a um fato isolado (CARVALHO *et al.*, 2003).

Esse fato foi comprovado por Takayanagui *et al* (2000) que avaliaram as hortas e encontraram 20% de contaminação por parasitos, posteriormente (2001) os autores avaliaram a contaminação dessas verduras no comércio e encontraram 58,1% de contaminação, indicando que a contaminação aumenta nas sucessivas etapas do processo produtivo, incluindo o transporte e a manipulação de alimentos.

Em 2006, Takayanagui *et al.*, avaliaram o risco de contaminação de hortaliças desde o canteiro das hortas até o ponto de venda à população. Estavam contaminadas 69% de todas as amostras, no comércio 16%, no canteiro 31% e após lavagem nos tanques em 22%. A água de irrigação apresentou contaminação em 22% e a água de lavagem de hortaliças em 38%.

Alguns autores acreditam que a contaminação dos vegetais pode ocorrer através do transporte, contato com animais ou fezes e através da água de irrigação inadequada (MARZOCHI, 1977; FLISSER, 1985; SILVA *et al.*, 1995; PINELI & ARAÚJO, 2006; TAKAYANAGUI, *et al.*, 2001). Já Bryan (1977) e Agapejev (1991) descrevem tais contaminações através de ventos, artrópodes e pássaros, embora salientem que os mesmos ainda são pouco convincentes.

Neste trabalho, com exceção das amostras de alface cultivadas no inverno, todas as médias dos pesos dos alfaces foram superiores em culturas adubadas com algum tipo de lodo em relação ao controle.

No Brasil, diversos experimentos têm sido realizados com o uso de lodo como fertilizante em diversas culturas como algodão, café, soja, sorgo, milho, feijão, cana-de-açúcar e espécies florestais (BERTIOL & NOGUEIRA, 2010).

Lopes *et al.* (2005) avaliaram a produção de alface em solo tratado com doses de lodo de esgoto e puderam observar que o crescimento da parte aérea e o aumento de matéria fresca nas folhas das plantas foram estatisticamente superiores ao controle inclusive possibilitando a utilização de doses mais elevadas de lodo de esgoto. Resultados semelhantes podem ser observados nos trabalhos de Castro *et al.* (2009), Oh *et al.* (2010) e Hayashi *et al.* (2010)

52

O uso do lodo caledo ou produzido por outro método de desinfecção parece ser uma forma segura de uso agrícola do lodo. Se por um lado fornece nutrientes para as culturas também resolve um problema de disposição ambiental deste lodo. No entanto, algumas culturas como o alface, pelo seu uso exclusivo *in natura*, imprime uma característica diferente a sua utilização. Por mais segura que pareça a aplicação de lodo de esgoto no solo e as vantagens do lodo de esgoto como adubo, deve-se estabelecer critérios para a segurança ambiental e da população.

A disposição final do lodo de esgoto produzido é foco de muitas discussões, pois, se o lodo não receber o destino adequado, poderá contaminar com organismos patogênicos o solo e a água, além de representar riscos diretos e indiretos para humanos e animais (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010). Os destinos mais citados como alternativas são: lagoas de sedimentação, aterros sanitários, incineração, fabricação de tijolos e cerâmica e uso como adubo em áreas cultiváveis.

Os organismos patogênicos presentes no lodo de esgoto podem estar viáveis ou não. Quando não estão viáveis, não representam riscos para humanos nem animais, porém, o tratamento aplicado no esgoto não é suficiente para que inviabilize os agentes presentes no lodo. Essa inviabilização não depende apenas do processo de tratamento aplicado ao esgoto, mas também do agente patogênico presente, pois a resistência do organismo depende da espécie do agente (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010).

Baseado em estudos a respeito destes riscos, foram criadas normas que estabelecem critérios para a utilização do lodo de esgoto. No Paraná, um grupo de pesquisadores propôs a criação de normas específicas quanto a presença de ovos de helmintos e seu uso na agricultura (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010). Esta resolução, sancionada pelo Governo Estadual (021/09 SEMA), estabelece que o lodo de esgoto para aplicação na agricultura deve conter no máximo 0,25 ovos viáveis por grama de matéria seca.

O CONAMA, resolução 375/2006, classifica o lodo em duas classes: A e B. Em ambos os casos, há restrições quanto ao seu uso na agricultura proibindo ou condicionando sua aplicação, entretanto, ainda existem questionamentos a respeito da rigidez desta norma e discute-se a possibilidade de flexibilizá-la, principalmente quando comparada às normas estrangeiras.

Porém, em países em desenvolvimento, deve-se levar em consideração vários fatores como: o índice de parasitismo por helmintos na população, a falta de notificação compulsória das infecções parasitárias, as condições sócioeconômicas, educacionais, nutricionais e de saúde da população brasileira, a diversidade de espécies de parasitos no país, as condições ambientais (clima, temperatura, tipo de solo), condições higiênico-sanitárias e infraestrutura de saneamento básico (THOMAZ-SOCCOL *et al.*, 2010).

Antes de promover qualquer flexibilização desta norma, é necessário que seja aplicado um maior investimento nas pesquisas em parasitologia. Assim seria possível desenvolver novos métodos de diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças parasitárias, bem como estabelecer critérios para tratamentos higienizantes do lodo de esgoto.

Nas condições experimentais deste trabalho não foi possível concluir se o risco está aumentado em relação a outros adubos, como o húmus de minhoca, porque os resultados foram todos negativos. Não se deve, entretanto, minimizar o efeito do uso destes adubos na contaminação de alimentos e no ambiente porque temos uma população com alta prevalência de helmintos.

Portanto, neste trabalho, não podemos correr o risco da precipitação ao usar resultados baseados em experimentos pontuais. Ao utilizar vasos ao invés de cultivo no campo e um tipo de cultivar (alface) apenas não nos permite neste trabalho concluir sobre os dados aqui obtidos.

O que sugerimos é que mais estudos a respeito da viabilidade dos ovos de helmintos encontrados no lodo de esgoto e sua persistência no solo após incorporação sejam realizados. Só após ampla discussão, como sugere Camargo e Bettiol (2010), e a participação não só dos pesquisadores envolvidos, mas também do Estado e da sociedade, será possível construir cenários ambientais mais seguros.

## 7. CONCLUSÃO

- No verão o número de ovos de helmintos (24,09/ g MS) foi superior às demais estações do ano, indicando a relação com a temperatura.

- O maior percentual de ovos viáveis foi encontrado no Inverno (50% Lodo Bruto e 31,69% Lodo Caleado).

- O parasito mais prevalente tanto no lodo bruto quanto no caleado foi *Ascaris lumbricoides* em todas as estações do ano.

- O solo adubado com lodo bruto oferece um risco de contaminação maior em relação ao solo adubado com lodo caleado e ao solo adubado com húmus de minhoca;

- A adubação do solo com lodo caleado oferece risco de contaminação semelhante ao solo adubado com húmus de minhoca @Boutin;

- Os ovos de helmintos percolam no solo permanecendo nas camadas mais profundas.

- Os alfaces não apresentaram nenhum tipo de contaminação parasitológica em nenhum dos grupos analisados e em nenhuma das metodologias utilizadas.

## 8. REFERÊNCIAS

ABREU, M. F.; **Análise de Substrato para Plantas.**; HFF&Campo Brasil, São Paulo, p. 6 - 8, 01 set. 2008.

ALARCÓN , M.; IANNACONE, J.; ESPINOZA, Y.; **Parasitosis Intestinal, Factores de Riesgo y Seroprevalencia de Toxocariosis en Pobladores del Parque Industrial de Huaycán, Lima, Perú**; Neotrop. Helminthol., 4(1), 2010;

ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C DE.; CERRI. C.; **Qualidade da matéria orgânica e estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo tratado com biossólido e cultivado com eucalipto.**; Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n. 5; 2005.

ANDREOLI, C. V.; **Aproveitamento do Lodo Gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, Inclusive com a Utilização de Técnicas Consorciadas com Resíduos Sólidos Urbanos- Projeto PROSAB**; RiMa, ABES, Rio de Janeiro: 2001.

ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; CHERUBINI, C.; FRANÇA, M.; **Desinfecção e Secagem Térmica de Lodo de Esgoto Anaeróbio pelo uso de Biogás.**; XXVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. Anais. Cancun / México, 2002.

ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERREIRA, A. C.; BONNET, B. R. P.; PEGORINI, E. S.; **A Gestão dos Biossólidos Gerados em Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico**; Engenharia e Construção; n. 24; Curitiba: 2008.

ANDREOLI, C.V., LARA, AI. & FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos transformando problemas em soluções**. Curitiba, PR. SANEPAR, 1999.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A.; **Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais**; Ciência e Tecnologia de Alimentos, n. 30, Campinas: 2010.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. S.; **Avaliação da contaminação parasitológica de vegetais orgânicos da Região Metropolitana de Curitiba-PR, Brasil**; Higiene alimentar, n. 23, 2009.

BALIONI, G. A. *et al.*; **Avaliação higiênico-sanitária de alfaces agroecológicas e cultivadas com agrotóxicos, comercializadas na região de Campinas, SP.**; Higiene Alimentar, v. 17, n. 2, 2003.

BERTOLDI, I. ; KOPP, R.L. ; SANCHIS, J.G.E.; **Estudio enteroparasitológico comparado en niños de Curitiba y Región Metropolitana (estado do Paraná, Brasil)**; Visão Acadêmica, Curitiba, v.6, n.2, 2005

BERTON, R.S.; **Risco de contaminação do agroecosistema com metais pesados.**; In: BETIOL, W. ; CAMARGO, O. A.; **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.**; EMBRAPA Meio Ambiente, Jaguariúna: 2000.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A.; Lodo de esgoto na agricultura: Potencial de uso e problemas. 2007; Disponível em: ([www.cnpma.embrapa.br](http://www.cnpma.embrapa.br)).

BLASZKOWSKA, J.; KURNATOWSKI, P.; DAMIECKA, P.; **Contamination of the soil by eggs of geohelminths in rural areas of Lodz district (Poland).**; Helminthologia, n. 48, 2011.

BOEIRA, R.C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J.F.; **Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodo de esgoto.**; Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n. 11, Brasília: 2002.

BOOCOCK D. G.B., KONAR S. K, MACKAY A., CHEUNG P.T.C., LIU J. **Fuels and chemicals from sewage-sludge. 2. The production os alkanes and alkenes by pyrolysis of triglycerides over activated alumina.** Fuel, n. 11, 1992.

BORGES, M.R.; & COUTINHO, E.L.M.; **Metais pesados do solo após aplicação de biossólido. II – disponibilidade.**; Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 28, 2004.

BOTEGA, J.C.; NASCIMENTO, E.B.; **Utilização do lodo de esgoto em pequenas agrícolas.** In: ANDREOLI, C.V., LARA, AI. & FERNANDES, F.

**Reciclagem de biossólidos transformando problemas em soluções.**  
Curitiba, PR. SANEPAR, 1999.

BRACCIAFORTE, R.; DÍAZ, M. F.; PIVETTA, V. V.; BURSTEIN, V.; VARENGO, H., ORSILLES, M. Á.; **Enteroparasitos en Niños y Adolescentes**  
BRITO, F. O.; DIAS, F. F. D.; SOUSA, J. D. N.; PITANGA, J. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, O. R.; NASCIMENTO, P. S.; PINHEIRO, A. M. C. M.; **Prevalência e aspectos epidemiológicos de enteroparasitoses na população infantil da área de abrangência da USF Jorge Amado em Itabuna – Bahia**; In: XIII Seminário de Iniciação Científica e 9ª semana de Pesquisa e Pós Graduação da UESC Ciências Humanas, 2007, Itabuna, BA.

57

CARRIJO, J. R.; BIONDI, G. F.; **Levantamento de ovos de helmintos em lodo de esgoto oriundo de Campo Grande (MS) após tratamento anaeróbico**; Ciência Animal Brasileira, v. 9, n. 1, 2008.

CARVALHO, J. B. *et al.*; **Presença de Ovos de Helmintos em Hortaliças Fertilizadas com lodo de Lagoa de Estabilização.**; RBAC, v. 35, nº 2, 2003.

CARVALHO, P. G. O.; RODRIGUES, S. E. S.; ALMEIDA, C. G. L.; FIGUEIREDO, F. R. S. D. N.; RODRIGUES, F. F. G.; OLIVEIRA, A. D. L.; COSTA, J. G. M.; **Análises microbiológicas e parasitológicas de saladas verdes servidas em self-service no município de Crato – Ceará.**; Caderno de Cultura e Ciência, vol. 2, n. 2, 2010.

CARVALHO-COSTA, F. A.; GONÇALVES, A. Q.; LASSANCE, S. L.; SILVA NETO, L. M.; SALMAZO, C. A. A.; BÓIA, M. N.; **Giardia lamblia and other intestinal parasitic infections and their relationships with nutritional status in children in brazilian amazon**; Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo 49(3):147-153, May-June, 2007

CASTRO, E. A.; PAULINO, R. C.; TRACZ, J.; HENNING, L.; THOMAZ-SOCCOL, V.; **Correlação entre a prevalência de enteroparasitos na população e a presença de patógenos no lodo de esgoto.** In: ANAIS DO I SEMINÁRIO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO. Vitória-ES, 5 a 7 de junho de 2000.

CASTRO, E.; MANAS, P.; DE LAS HERAS, J.; **A comparison of the application of different waste products to a lettuce crop: Effects on plant and soil properties.**; Scientia Horticulturae, 123, 2009.



CASTRO, F. J.; **Pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio em lagoa de polimento**. Mestrado em Engenharia Civil - UFPE. ,2005.

CAVALCANTE, J. E. S.; FREIRE FILHA, L. G.; **Estudos Preliminares: II – Parasitas Encontrados em Alfaces em Seis Hortas do Município de Goiânia**. Resumos do XV Congresso Brasileiro de Parasitologia, Salvador, 1997.

CAVINATTO, A. S.; PAGANINI, W. S.; **Os microrganismos nas atividades de disposição de esgotos no solo - estudo de caso**; Engenharia Sanitária Ambiental, vol.12, n. 1, 2007.

CHAVES, J. R.; ROLIM, H. O.; SANTOS, E. V. M.; SILVA FILHO, H. A.; **Características Gerais dos Sistemas Locais de Esgotamento Sanitário de Miguel Pereira, Russas – Ce**; Sistema de Gerenciamento de Conferências (OCS), V CONNEPI - 2010

CHIEFFI, P. P.; AMATO NETO, V.; **Vermes, Verminoses e a Saúde Pública**; Cienc. Cult. v.55, n.1, 2003.

COELHO, L. M. P. S. *et al.*; **Deteção de formas transmissíveis de enteroparasitos na água e nas hortaliças consumidas em comunidades escolares de Sorocaba, São Paulo, Brasil**. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. vol.34, n.5. 2001.

COLE, E. R.; VITÓRIA, E. L.; AMIGO, B. V.; MELOTTI, J.; PONTES, P. F.; **Prevalência de enteroparasitoses entre os moradores do bairro terra vermelha no município de vila velha, espírito santo, e possíveis fatores causais relacionados**; Revista Eletrônica de Farmácia Vol 6(2), 138 - 151, 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375/2006. Disponível em: 29 de setembro de 2006. (<http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/>).

COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M.; **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a resolução nº 375 do CONOMA.**; Botucatu: FEPAF, 2010.

DA CAS, V. L. S.; **Mineralização do Carbono e do Nitrogênio no Solo com o Uso de Lodo de Esgoto e Palha de Aveia**; Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

**de una Comuna Periurbana de la Provincia de Córdoba;** Acta Bioquím Clín Latinoam 44 (3): 353-8, 2010.

DESCHAMPS, C.; FERNANDES, F.; **Aspectos agronômicos.**; *In*: ANDREOLI, C.V., LARA, AI. & FERNANDES, F.; **Reciclagem de biossólidos transformando problemas em soluções.**; SANEPAR, Curitiba, PR: 1999.

DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J.; **Microbiología de los alimentos, fundamentos y fronteras.**; Zaragoza, Espana Acribia, 1997.

EHRENBERG, JOHN P.; **Geohelminthos - Continente livre de verminoses!**; OPAS. 2002

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Manual de análises de Solos**; 2 ed, Rio de Janeiro: 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA.; **Sistema brasileiro de classificação de solos.**; Embrapa Solos, 2.ed., Rio de Janeiro: 2006.

EPA - Environmental Protection Agency. **Environmental Regulations and Technology control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge.** EPA/625/R - 92/013. 1992.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Biosolids generation, use, and disposal in the United States.** S.I.: EPA 530-R-99-009, Sept. 1999. 74p.

EPA - Environmental Protection Agency. **Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge.** EPA/625/R-92/013. 2003.

EPA - Environmental Protection Agency. **Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge.** EPA/625/R-92/013. 2003.

ERDOGRUL, O.; SENER, H.; **The contamination of various fruit and vegetable with *Enterobius vermicularis*, *Ascaris* eggs, *Entamoeba histolyca* cysts and *Giardia* cysts;** Food Control, n. 16, 2005.

ESTEVES, F. A. M.; FIGUEIRÔA, E. O.; **Detecção de enteroparasitas em hortaliças comercializadas em feiras livres do município de Caruaru (PE);** Revista Baiana, v33, n2, 2009.

FERNANDES, F.; ANDREOLI, C. V.; **Principais fatores limitantes (metais pesados e patógenos) para o uso agrícola do lodo de esgotos no Paraná;** ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996

FERRAZ JUNIOR, A.S.L.; SOUZA, S.R.; CASTRO, S.R.P.; PEREIRA, R.B.; **Adubação de alface com lodo de esgoto de cervejaria.**; Horticultura brasileira, , v. 21, n. 1, Brasília: 2003.

FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V.;. PREVEDELLO, B. M. S; **Viabilidade de ovos de helmintos em lodo de esgoto tratado termicamente em leitos de secagem**; Sanare, Curitiba, n.17, 2002.

FIEST, L.C.; ANDREOLI, C.V.; MACHADO, M.A.M.; **Efeitos da aplicação do lodo de esgoto nas propriedades físicas do solo.**; Sanare, Curitiba, v. 9, n. 9, p. 48-57.1998.

FREI, F.; JUNCANSEN, C.; RIBEIRO-PAES, J. T.; **Levantamento epidemiológico das parasitoses intestinais: viés analítico decorrente do tratamento profilático**; Cad. Saúde Pública vol.24 no.12 Rio de Janeiro Dec. 2008.

FREITAS, A. A.; KWIATKOWSKI, A.; NUNES, S. C.; SOMONELLI, S. M.; SANGIONI, L. A.; **Avaliação parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em feiras livres e supermercados do município de Campo Mourão, Estado do Paraná.** Acta Scientiarum, 2004.

GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, I H. L.; RIBEIRO, A. G.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; **Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alface.**; Scientia Agraria, v.8, n.2, 2007.

GARCIA, G. O.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C.; NAZÁRIO, A. A.; BRAGANÇA, H. N.; **Características químicas de um solo degradado após aplicação de lodo de esgoto doméstico**; Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.4, n.2, p.01, 2009.

GARCIA, J.G.D.; SIMÕES, M.J.S.; ALVARENGA, V.LS.; **Avaliação de diferentes métodos no diagnóstico laboratorial de *Giardia lamblia***; Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 27, n.3, 2006.

GELLI, D. S.; TACHIBANA, T.; OLIVEIRA, I.R.; **Condições Higiênico – Sanitárias de Hortaliças Comercializadas na Cidade de São Paulo, SP., Brasil.**; Revista Instituto Adolfo Lutz, v.39, 1979.

GODOI, E. L.; **Uso agrônômico do lodo de esgoto na recuperação de área degradada: Efeito residual**; Tese (Deoutorado), Pós graduação em Agronomia- Universidade Federal de Goiás, 2008.

GOMES, S. B. V.; NASCIMENTO, C. W. A.; BIONDI, C. M.; ACCIOLY, A. M. A.; **Distribuição de metais pesados em plantas de milho cultivadas em Argissolo tratado com lodo de esgoto**; Ciência Rural, v.36, n.6, nov-dez, 2006

GONÇALVES, F. T. de A.; **Dinâmica do nitrogênio em solo tratado com lodo de esgoto e cultivado com café**; Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical/ Gestão dos Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); Campinas; 2005.

HAMER, G.; **Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety**; Biotechnology Advances, n. 22, 2003.

HAYASHI, K.; ABDOLAYE, T.; WAKATSUKI, T.; **Evaluation of the utilization of heated sewage sludge for peri-urban horticulture production in the Sahel of West Africa.**; Agricultural Systems, 103, 2010.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA); **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**; 2008.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA); **Saneamento e Habitação**. 2008. Disponível em: (<http://www.ipea.gov.br/default.jsp>).

JINDAROM, C.; MEEYOO, V.; KITIYANAN, B.; RIRKSOMBOON, T.; RANGSUNVIGIT, P.; **Surface characterization and dye adsorptive capacities of char obtained from pyrolysis/gasification of sewage sludge.**; Chem. Eng. Journal 133, 2007.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C.; **Tratamento de esgotos domésticos**; ed. 4. Rio de Janeiro: 2005.

JORDÃO, E. P.; **Tratamento de esgotos domésticos**; ABES, 3.ed. Rio de Janeiro: 1995.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E.; Utilização do biossólido da CAESB na produção de milho no Distrito Federal. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, vol. 30, n.4; 2006.

LIMA, M. R. P.; SOBRINHO, P. A.; CUNHA, E. R. Q.; VILELA, K. S.; LOUREIRO, L. F.; **Avaliação da qualidade do lodo de esgoto quando submetido à secagem/higienização em estufa agrícola**; Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: investigación, desarrollo y práctica. vol. 2, n. 1, 2009.

LIMA, S. M. S.; SOUSA, J. T.; ARAÚJO, H. W. C.; FIGUEIREDO, A. M. F.; CEBALLOS, B. S. O; **Qualidade sanitária de efluentes tratados para reuso Agrícola**; Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, v. 6, n. 2, 2005.

LOBO, T. F.; **Manejo de lodo de esgoto em rotações de culturas no sistema de plantio direto.**; Tese(Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu-Universidade Estadual Paulista; 2010.

LODO, M.; OLIVEIRA, C. G. B.; FONSECA, A. L. A.; CAPUTTO, L. Z.; PACKER, M. L. T.; VALENTI, V. E.; FONSECA, F. L. A.; **Prevalência de enteroparasitas em município do interior paulista**; Rev Bras Crescimento Desenvolvimento Hum. 2010;

LOPES, J.C., RIBEIRO, L.G., ARAÚJO, M.G., BERALDO, M.R.B.S; **Produção de alface com doses de lodo de esgoto.**; Horticultura brasileira, 23, n. 1; 2005.

LOZADA, T.; MADERA, P. Arturo, C.; SILVA LEAL, J. A.; **Eliminating pathogens in biosolids by alkaline stabilization.** Acta Agron., vol.58, no.3, 2009.

LUDUVICE, M.; **Experiência da companhia de Saneamento do Distrito Federal na Reciclagem agrícola de biossólido.** In: BERTIOL, W. & CAMARGO, O.A.; **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna, SP, EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2000.

MACEDO, H. S.; **Prevalência de parasitos e comensais intestinais em crianças de escolas da rede pública municipal de Paracatu-MG**; Role Based Access Control. v.37, n.04, p.209-213, jan. 2005.

MACHADO, M. I.; ARAUJO, B. C.; SALLES, D. R. M.; **Manual de segurança alimentar - Ecologia dos Alimentos, Parasitoses veiculadas por água, alimentos, objetos e solos contaminados.**; Centro Universitário do Triângulo Mineiro-UNIT-Uberlândia- MG,2001.

MARZOCHI, M. C. A.; **Estudos dos Fatores Envolvidos na Disseminação de Enteroparasitas. I – Estudo da Poluição por Cistos e Ovos de Enteroparasitas em Córregos da Cidade de Ribeirão Preto, SP, Brasil.**; Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, v.12, 1970.

MARZOCHI, M. C. A; **Estudos dos Fatores envolvidos na disseminação dos enteroparasitas. – Estudo da contaminação de verduras e solo de**

**hortas na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil;** Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, n. 19; 1977.

MATESCO, V. C.; MENTZ, M. B.; ROTT, M. B.; SILVEIRA, C. O.; **Contaminação sazonal por ovos de helmintos na praia de Ipanema, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil;** Revista de Patologia Tropical, vol. 35, 2006.

MELO, W.J. de; MARQUES, O.M.; MELO V.P.; **O uso agrícola do bio-sólido e as propriedades do solo;** In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; **Bio-sólidos na agricultura;** SABESP, São Paulo:2001

MELO, W.J. E MARQUES, M.; **Potencial do lodo de esgoto com fonte de nutrientes para as plantas.** In: BERTIOL, W. & CAMARGO, O.A.; **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna, SP, EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2000.

MESQUITA, V.C.L.; SERRA, C.M.B.; BASTOS, O M.P.; UCHÔA, C.M.A.; **Contaminação por enteroparasitas em hortaliças comercializadas nas cidades de Niterói e Rio de Janeiro, Brasil.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 32(4):363-366,1999.

MIKI, M. K.; **Utilização de polímeros para condicionamento de lodo de ETE para desidratação em filtro prensa de placas;** Dissertação de Mestrado; São Paulo: 1998.

MOCELIN, C.; **Pirólise de Lodo de Esgoto Sanitário: Produção de Adsorvente e Óleos Combustíveis;** Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MOGHARBEL, A. D. I.; MASSON, M. L.; **Perigos associados ao consumo da alface, (*Lactuca sativa*), in natura;** Alim. Nutr., v. 16, n. 1, Araraquara: 2005.

NASCIMENTO, C. W. A. *et al.*; **Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto;** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, 2004.

NEGHME, A.; SILVA, R. **Ecologia del Parasitismo en el Hombre;** Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, p. 313-325, 1971.

NERES, A. C.; NASCIMENTO, A. H.; LEMOS, K. R. M.; RIBEIRO, E. L.; LEITÃO, V. O.; PACHECO, J. B. P.; DINIZ, D. O.; AVERSI-FERREIRA, R. A.; AVERSI-FERREIRA, T. A.; **Enteroparasitos em amostras de alface (*Lactuca sativa* var. *crispa*) , no município de Anápolis, Goiás, Brasil**; Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 2, 2011.

**nos municípios de Araraquara (SP) e São Carlos (SP).**; Revista Uniara, n. 16, p. 213-218, 2005.

#### **NOTA TÉCNICA N.º 1/2011/IOC-FIOCRUZ/DIRETORIA**

OGE, H.; OGE, S.; **Quantitative comparison of various methods for detecting eggs of *Toxocara canis* in samples of sand.**; Vet Parasitol 92: 75-79, 2000. *Appud* Mattesco *et al.* 2006

OGLIARI TCC, PASSOS JT.; **Enteroparasitas em estudantes de quintas séries do Colégio Estadual de Terra Boa, ampina Grande do Sul, Paraná (Sul do Brasil).** Acta Biol Par, 2002.

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L.; **Estudo da ocorrência de enteroparasitos em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo, SP, Brasil. I - Pesquisa de helminto.**; Rev Saúde Pública. 1992.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Prevenção da doença através de ambientes saudáveis: Rumo a uma estimativa da carga ambiental da doença.** Genève, 2006.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Prevenção da doença através de ambientes saudáveis: Rumo a uma estimativa da carga ambiental da doença.** Genève, 2006.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE; GLOBAL HEALTH ISSUES: 107 session of WHO executive board. Geneva: WHO, 2001.

ONO, L. M.; ZULPO, D. L.; PERETTI, J.; GARCIA, J. L.; **Ocorrência de helmintos e protozoários em hortaliças cruas comercializadas no município de Guarapuava, Paraná, Brasil**; Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 4, 2005.

OSAKI S. C.; MOURA, A. B.; ZULPO, D. L.; CALDERON, F. F.; **Enteroparasitas em alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas na cidade de Guarapuava (PR).**; Ambiência Guarapuava (PR), v. 6, n. 1, 2010.

PAULA, P.; RODRIGUES, P. S. S.; TÓRTORA, J. C. O.; UCHÔA, C. M. A.; FARAGE, S.; **Contaminação microbiológica e parasitológica em alfaces (*Lactuca sativa*) de restaurantes self-service, de Niterói,RJ.**; Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 36(4):535-537, 2003.

PAULINO, R.C.; CASTRO, E.A.; THOMAZ-SOCCOL, V.; **Tratamento anaeróbio de esgoto e sua eficiência na redução da viabilidade de ovos de helmintos.**; Revista da Sociedade Brasileira de medicina Tropical V.34, Nº 5, p.421-428, 2001.

PECSON, B. M.; BARRIOS, J. A; JIMENEZ B. E.; NELSON, K. L.; **The effects of temperature, pH,and ammonia concentration on the inactivation of Ascaris eggs in sewage sludge.** Water research, n. 41, 2007.

PEGORINI, E.S.; ANDREOLI, C.V., SOUZA, M.L.P.; FERNANDES, F. DOETZER, B; FERREIRA, A. C.; **Produção e Disposição Final de Lodo de Esgoto na Reciclagem Agrícola da Região Metropolitana de Curitiba – PR;** III Simpósio sobre Biossólidos no Âmbito do Mercosul. São Paulo, 2003.

PEZZY, N. C.; TAVARES, R. G.; **Relação de aspectos sócio-econômicos e ambientais com parasitoses intestinais e eosinofilia em crianças da encaxias do sul-rs; estudos;** Goiânia, v. 34, n.11/12, p. 1041-1055, nov./dez. 2007.

PINELI, L. L. O.; ARAUJO, W. M. C.; **Produção, Qualidade e Segurança** PIRES, M. M. M.; ANDRADE, C. A.; MATIAZZO, M. E.; **Degradação da carga orgânica, condutividade elétrica e pH de um Latossolo tratado com um biossólido incorporado ou em superfície.**; Reunião Brasileira de Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas, Rio de Janeiro, RJ: 2002.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V.; **Aplicabilidade de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes.**; In: BETTIOL, W. e CAMARGO, O. A.; **Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto;** EMBRAPA Meio Ambiente, Jaguariúna, SP: 2000.

QUADROS, R. M.; MARQUES, S.M. T.; FAVARO, D. A.; PESSOA, V. B.; ARRUDA, A. A. R.; SANTINI, J.; **Parasitos em alfaces (*Lactuca sativa*) de mercados e feiras livres de Lages - Santa Catarina;** Revista Ciência & Saúde, Porto Alegre, v. 1, n. 2, 2008.



QUINTANA, N. R. G.; CARMO, M. S.; MELO, W. J.; **Viabilidade econômica do uso de lodo de esgoto na agricultura, estado de São Paulo**; Informações Econômicas, SP, v.39, n.6, jun. 2009.

REY, L.; **Parasitologia – Parasitos e Doenças Parasitárias do homem na Américas e na África.**; Editora Guanabara Koogan, 1991.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M.; **Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido.**; Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.623-639, 2004.

ROCHA, A.; MENDES R. A.; BARBOSA, C. S.; ***Strongyloides spp* e outros parasitos encontrados em alfaces (*Lactuca sativa*) comercializados na cidade do Recife, PE**; Revista de Patologia Tropical, Vol. 37, No 2. 2008

ROSA, C. C. B.; MARTINS, M. L. L. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias das hortaliças de hortas comunitárias de Campos dos Goytacazes – RJ.**; Congresso Brasileiro de Microbiologia, Londrina: 2001.

SANEPAR (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ); 2001. Disponível em:

([http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/calandra.nsf/0/A93165B53DD72CE103257421005E9D7A?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&gen=GDoc\\_Noticias](http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/calandra.nsf/0/A93165B53DD72CE103257421005E9D7A?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&gen=GDoc_Noticias)).

SANEPAR (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ); 2008. Disponível em:

([http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/calandra.nsf/0/A93165B53DD72CE103257421005E9D7A?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&gen=GDoc\\_Noticias](http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/calandra.nsf/0/A93165B53DD72CE103257421005E9D7A?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&gen=GDoc_Noticias)).

SANEPAR (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ); 2010. Disponível em: ([http://educando.sanepar.com.br/ensino\\_fundamental/processo-de-tratamento-de-esgoto](http://educando.sanepar.com.br/ensino_fundamental/processo-de-tratamento-de-esgoto)).

SANEPAR (COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ); **Programa de uso do lodo de esgoto chega ao Norte do Paraná**; 2009. Disponível em: ([http://www.sanepar.com.br/sanepar/CalandraKBX/calandra.nsf/0/A6399716E6B9C867832575B0004BACDE?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&gen=GDOC\\_Noticias](http://www.sanepar.com.br/sanepar/CalandraKBX/calandra.nsf/0/A6399716E6B9C867832575B0004BACDE?OpenDocument&pub=T&proj=InternetSanepar&gen=GDOC_Noticias)).

**Sanitária de Vegetais Processados.**; Revista Higiene Alimentar, v. 20, n. 111, 2006.

SANTANA, L. R. R.; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C. C.; ALCÂNTARA, L. M.; DE OLIVEIRA, T. W. S.; RODRIGUES, B. M.; **Qualidade física, microbiológica e parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) de diferentes sistemas de cultivo**; Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(2): 264-269, abr.-jun. 2006.

SANTARÉM, V. A.; SARTOR, I. F.; BERGAMO, F. M. M.; **Contaminação, por ovos de *Toxocara* spp., de parques e praças públicas de Botucatu, São Paulo, Brasil.**; Rev Soc Bras Med Trop, 31, 1998.

SANTOS, A.O.; **Investigação epidemio-parasitológica em hortaliças comercializadas em feiras livres, mercados e restaurantes do distrito federal.**; Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2007.

SANTOS, N. M.; SALES, E. M.; SANTOS, A. B.; DAMASCE, K. A.; THÉ, T. S.; **Avaliação parasitológica de hortaliças comercializadas em supermercados e feiras livres no município de Salvador/Ba**; Revista de Ciências médicas e biológicas, v.8, n.2, Salvador: 2009.

SARAIVA, N. et al.; **Incidência da contaminação parasitária em alfaces nos municípios de Araraquara e São Carlos (SP).** Revista Uniara, n. 16, p. 213-218, 2005.

SCHWARTZBROD, J.; MATHIEU, C.; THEVENOT, M.T.; BARADEL, J.M.; SCHWARTZBROD, L.; **Sludge parasitological contamination.** In: L'HERMITTE. P. ed. Treatment and use of sewage sludge and liquid agricultural Wastes. Congrès d'Athenes (GR), 1-4 octobre 1990, Elsevier appl. Sc.

SHEN, L., ZHANG D.; **An experimental study of oil recovery from sewage sludge by low-temperature pyrolysis in a fluidized-bed.**; Fuel 82; 2003.

SILVA, C. M.; **Dinâmica de metais potencialmente tóxicos no solo após aplicação de lodo de esgoto.**; Dissertação Mestrado em Engenharia Civil- Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005

SILVA, F. C. *et al.*; **Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um argissolo vermelho amarelo cultivado com cana de açúcar.**; Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 36, n. 5, 2001.

SILVA, J. V. L.; **Parasitoses, estado nutricional, consumo alimentar e indicadores sociais em crianças e adolescentes residentes em uma área de invasão em Maceió, Alagoas**; Dissertação de Mestrado (Ciências da Saúde)- Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências da Saúde. Maceió. 2008

SILVA, J.P.; MARZOCHI, M.C; CAMILLO-COURA, L; MESSIAS,A. A. ; MARQUES, S.; **Estudo da contaminação por enteroparasitas em hortaliças comercializadas nos supermercados da cidade do Rio de Janeiro**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 28(3):237-241,1995.

SIMEPAR- TECNOLOGIA E INFORMAÇÕES AMBIENTAIS; **RESUMO DO VERÃO 2010**, 2010.

SNIS (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO);

SOARES B.; CANTOS G. A.; **Detecção de estruturas parasitárias em hortaliças comercializadas na cidade de Florianópolis, SC, Brasil**; Rev. Bras. Cienc. Farm. v.42 n.3, 2006.

SOCARRAS, S. L. L.; MEZA, D. L. M.; **Parasitismo Intestinal y Malnutrición en Niños Residentes en una Zona Vulnerable de la Ciudad de Santa Marta, Colômbia**; Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud, vol. 7 n. 2, Duazary, 2010.

SOUZA, F. D.; MAMEDE-NASCIMENTO, T. L.; SANTOS, C. S.; **Encontro de ovos e larvas de helmintos no solo de praças públicas na zona sul da cidade do Rio de Janeiro**; Revista de Patologia Tropical, vol. 36, 2007.

SOUZA, C. A.; LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E.; MAZZOTI, H. A.; **Sobrevivência de ovos de helmintos na reciclagem agrícola do lodo de esgoto no Distrito Federal**; IX Simposio Nacional do Cerrado, II Simpósio Internacional das Savanas Tropicais, 2008.

STIEN, J.L.; SCHWARTZBROD, J.; **Experimental contamination of vegetables with helminth eggs.**; Water Science and Technology; n. 22, 1990.

TAKAYANAGUI, O. M.; CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, C. A. D.; BERGAMINI, A. M. M.; OKINO, M. H. T.; SILVA, A. A. M. C. C.; OLIVEIRA, M. A.; RIBEIRO, E. G. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; **Análise da cadeia de produção de verduras em Ribeirão Preto, SP**; Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, n. 39, 2006.

TAKAYANAGUI, O. M.; OLIVEIRA, C. D.; BERGAMINI, A. M. M.; CAPUANO, D. M.; OKINO, M. H. T.; FEBRÔNIO, L. H. P.; SILVA, A. A. M. C.; OLIVEIRA, M. A.; RIBEIRO, E. G. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; **Fiscalização de verduras comercializadas no município de Ribeirão Preto, SP.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 34(1):37-41,2001.

TAKAYANAGUI, O. M.; FEBRÔNIO, L. H. P.; BERGAMINI, A. M.; OKINO, M. H. T.; SILVA, A. A. M. C.; SANTIAGO, R.; CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, M. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; **Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 33(2):169-174, 2000.

TAVARES, T. L.; KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; PORTO, A. L.; AZEVEDO, M. R. Q. A.; **A contaminação do solo e da alface (*Lactuca sativa*) após irrigação com água residuária tratada por lagoa de estabilização.**; ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

THOMAZ SOCCOL, V.; PAULINO, R. C.; CASTRO, E. A.; **Eficácia dos diferentes processos de tratamento do lodo na redução da viabilidade de ovos de helmintos.** Sanare, Curitiba, v. 8, n. 8, 1997.

THOMAZ-SOCCOL, V.; PAULINO, R. C.; CASTRO, E. A.; **Metodologia de análise parasitológica em lodo de esgoto e esgoto.** In: ANDREOLI, C. V. & BONNET, BRP. *Manual de Métodos para Análises Microbiológicas e Parasitológicas em Reciclagem Agrícola do lodo de esgoto.* Curitiba-PR, SANEPAR, 1998.

THOMAZ-SOCCOL, V.; PAULINO, R. C.; CASTRO, E. A.; **Metodologia para análise parasitológica em lodo de esgoto.** In: ANDREOLI ; Bonnet. B.R.P. (Coord.); **Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto.** Sanepar, 2. ed., Curitiba: 2000.

TOMIELLO, E. C.; **Análise dos Resíduos Sólidos de Desarenador do Tratamento Preliminar de Esgotos Sanitários da Cidade de Maringá – PR;** Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana- Universidade Estadual de Maringá, 2008.

TRANNIN *et al.*; **Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho.**; Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 31; 2007.

TRINDADE, A. V.; **Lodo de esgoto: resíduo o recurso?**; EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical; 3. Ed.; Cruz das Almas: 2007

TSUTYA, M. T.; **Alternativas de disposição de biossólidos gerados em estação de tratamento de esgotos.** *In*: BERTIOL, W. & CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.**; Jaguariúna, SP, EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2000.

TSUYUOKA, R.; BAILEY, J. W.; GUIMARÃES, A. M. A. N.; GURGEL, R. Q. & CUEVAS, L. E.; **Anemia and intestinal parasitic infections in primary school students in Aracaju, Sergipe, Brazil.** Cadernos de Saúde Pública, 15:413-421. 1999.

VOLLKOPF, P. C. P.; LOPES, F. M. R.; NAVARRO, I. T.; **Ocorrência de enteroparasitos em amostras de alface (*Lactuca sativa*) comercializadas em Porto Murtinho - MS.**; Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama, v. 9, n. 1, 2006;

VON SPERLING, M.; **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.**; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- Universidade Federal de Minas Gerais, 3 ed.; Belo Horizonte:2005.

ZERBINI, A. M.; **Identificação e Análise de Viabilidade de Ovos de Helminthos em um Sistema de Tratamento de Esgotos Domésticos Constituído de Reatores Anaeróbios e Rampas de Escoamento Superficial**; Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, 2000.

## ANEXO I

## MÉDIA, DESVIO PADRÃO E VALOR DE P DE OVOS DE HELMINTOS VIÁVEIS

Profundidade (cm)	Solo Controle	Solo+ Lodo Bruto	Solo + Lodo Caleado	Valor de P
<i>Toxocara canis</i>				
<b>Primavera</b>				
5	0,077±0,029	0,062±0,044	0,005±0,011	0,045
10	0,247±0,067	0,281±0,221	0,151±0,058	0,234
15	0,121±0,080	0,341±0,125	0,162±0,090	0,087
<b>Verão</b>				
5	0,152±0,092	0,143±0,074	0,071±0,028	0,236
10	0,239±0,139	0,214±0,081	0,075±0,129	0,236
15	0,338±0,091 (a)	0,116±0,109 (ab)	0,072±0,057 (b)	0,015

<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0,075±0,046	0,040±0,048	0,006±0,014	0,077
<b>10</b>	0,121±0,096 (a)	0,057±0,061 (b)	0,016±0,015 (b)	0,052
<b>15</b>	0,147±0,032 (a)	0,076±0,027 (b)	0,018±0,027 (b)	0,006
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,025±0,027	0,007±0,015	0	0,229
<b>10</b>	0,019±0,028	0,048±0,066	0,032±0,002	0,473
<b>15</b>	0,006±0,014	0,020±0,018	0,023±0,040	0,374
<i>Trichuris trichiura</i>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1,000
<b>10</b>	0	0	0	1,000
<b>15</b>	0	0	0	1,000
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1,000
<b>10</b>	0	0	0	1,000
<b>15</b>	0	0	0	1,000
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1,000
<b>10</b>	0	0	0	1,000
<b>15</b>	0	0	0,005±0,012	0,368
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,006±0,014	0,006±0,014	0	0,721
<b>10</b>	0	0,013±0,017	0	0,177
<b>15</b>	0	0	0	1,000

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<i>Trichuris vulpis</i>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1
<b>10</b>	0	0,007±0,013	0	0,368
<b>15</b>	0	0,007±0,013	0	0,368
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0,012±0,016	0	0,144
<b>10</b>	0,010±0,023	0,016±0,015	0	0,212
<b>15</b>	0,005±0,011	0,024±0,033	0	0,318
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0	0,006±0,013	0	0,368

<b>10</b>	0,005±0,012	0,017±0,016	0,006±0,013		0,165
<b>15</b>		0 0,035±0,039		0	0,032
<b>Inverno</b>					
<b>5</b>		0 0,006±0,014		0	0,449
<b>10</b>	0,006±0,014	0,032±0,023	0,011±0,019		0,109
<b>15</b>	0,006±0,013	0,013±0,018		0	0,381
<hr/> <i>Hymenolepis diminuta</i> <hr/>					
<b>Primavera</b>					
<b>5</b>		0	0	0	1
<b>10</b>		0	0	0	1
<b>15</b>		0	0	0	1
<b>Verão</b>					
<b>5</b>		0	0	0	1
<b>10</b>		0	0	0	1
<b>15</b>		0	0,005±0,011	0	0,407
<b>Outono</b>					
<b>5</b>		0	0,017±0,016	0	0,032
<b>10</b>		0	0,006±0,013	0	0,368
<b>15</b>		0	0,006±0,013	0	0,368
<b>Inverno</b>					
<b>5</b>		0	0,012±0,028	0	0,449
<b>10</b>		0	0,013±0,018	0	0,177
<b>15</b>		0	0,007±0,015	0	0,449

73

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<hr/> <i>Ascaris lumbricoides</i> <hr/>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>		0 0,026±0,025		0 0,082
<b>10</b>	0,008±0,014	0,084±0,112		0 0,21
<b>15</b>		0 0,089±0,051	0,010±0,014	0,012
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0,007±0,016	0,042±0,046	0,023±0,029	0,403
<b>10</b>		0 0,055±0,055	0,033±0,038	0,061
<b>15</b>		0 0,085±0,027	0,050±0,080	0,019
<b>Outono</b>				
<b>5</b>		0 0,069±0,048	0,011±0,024	0,005
<b>10</b>		0 0,156±0,079	0,011±0,015	0,003



<b>15</b>	0,006±0,013	0,104±0,089	0,006±0,014	0,006
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0	0,105±0,080	0,034±0,034	0,037
<b>10</b>	0,019±0,042	0,120±0,084	0,111±0,100	0,097
<b>15</b>	0	0,128±0,098	0,020±0,035	0,006
<hr/>				
Trichuroidea				
<hr/>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1
<b>10</b>	0	0	0	1
<b>15</b>	0	0	0	1
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1
<b>10</b>	0	0	0	1
<b>15</b>	0	0,005±0,011	0	0,407
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0	0,006±0,013	0	0,368
<b>10</b>	0	0,023±0,025	0	0,032*
<b>15</b>	0,011±0,026	0,006±0,013	0,006±0,014	0,98
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,006±0,014	0,006±0,014	0	0,717
<b>10</b>	0,006±0,014	0,007±0,015	0	0,717
<b>15</b>	0	0	0,011±0,020	0,189

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<hr/>				
<b>Total</b>				
<hr/>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0,077±0,029 (b)	0,088±0,063 (a)	0,005±0,011 (b)	0,051
<b>10</b>	0,256±0,063	0,371±0,332	0,151±0,058	0,234
<b>15</b>	0,121±0,080 (b)	0,437±0,147 (a)	0,172±0,090 (ab)	0,029
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0,159±0,103	0,196±0,111	0,094±0,048	0,248
<b>10</b>	0,249±0,133	0,286±0,107	0,108±0,158	0,166
<b>15</b>	0,343±0,093	0,236±0,144	0,122±0,122	0,074
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0,075±0,046 (ab)	0,138±0,081 (a)	0,017±0,024 (b)	0,037
<b>10</b>	0,127±0,092 (ab)	0,260±0,131 (a)	0,033±0,031 (b)	0,008

<b>15</b>	0,164±0,060 (ab)	0,226±0,096 (a)	0,035±0,054 (b)	0,012
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,038±0,042	0,143±0,120	0,034±0,034	0,23
<b>10</b>	0,050±0,058 (a)	0,233±0,100 (b)	0,154±0,116 (ab)	0,032
<b>15</b>	0,012±0,016 (a)	0,167±0,129 (b)	0,054±0,052 (ab)	0,017

## ANEXO II

### MÉDIA, DESVIO PADRÃO E VALOR DE P DE OVOS DE HELMINTOS INVIÁVEIS

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<i>Toxocara canis</i>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0,049±0,069	0,107±0,053	0,089±0,064	0,361
<b>10</b>	0,090±0,036	0,110±0,121	0,118±0,066	0,851
<b>15</b>	0,094±0,067	0,201±0,157	0,107±0,054	0,576
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0,012±0,016	0,008±0,017	0,363
<b>10</b>	0,013±0,018	0,030±0,021	0,008±0,017	0,318

<b>15</b>	0,007±0,016	0,012±0,016	0,008±0,015	0,882
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0,017±0,025	0,012±0,016	0	0,289
<b>10</b>	0,005±0,012	0	0	0,368
<b>15</b>	0	0	0,006±0,014	0,368
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1
<b>10</b>	0	0,006±0,013	0,010±0,017	0,416
<b>15</b>	0	0,006±0,014	0,010±0,017	0,48
<i>Trichuris trichiura</i>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0	0,015±0,022	0,005±0,011	0,458
<b>10</b>	0,027±0,002	0	0,005±0,011	0,02
<b>15</b>	0,017±0,015	0	0,005±0,011	0,154
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1
<b>10</b>	0,005±0,011	0,012±0,016	0,025±0,032	0,401
<b>15</b>	0	0	0,039±0,038	0,013
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0,006±0,013	0	0,018±0,027	0,317
<b>10</b>	0,028±0,033	0	0,026±0,027	0,116
<b>15</b>	0,044±0,057	0,006±0,013	0,017±0,016	0,395
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,006±0,014	0,006±0,014	0	0,721
<b>10</b>	0,006±0,014	0	0,032±0,056	0,416
<b>15</b>	0,036±0,049	0	0,010±0,017	0,299

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<i>Trichuris vulpis</i>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1
<b>10</b>	0,009±0,016	0,013±0,015	0	0,273
<b>15</b>	0	0,007±0,013	0	0,368
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0	0,008±0,017	0,287
<b>10</b>	0	0,006±0,013	0,008±0,017	0,52
<b>15</b>	0	0,005±0,011	0,016±0,019	0,171
<b>Outono</b>				

5	0,005±0,011	0	0	0,368
10	0,005±0,012	0,006±0,013	0,005±0,012	0,98
15	0,005±0,012	0	0,006±0,014	0,581
<b>Inverno</b>				
5	0,006±0,014	0	0,011±0,019	0,416
10	0	0	0,011±0,019	0,189
15	0	0,006±0,013	0,011±0,020	0,416
<hr/> <i>Hymenolepis diminuta</i> <hr/>				
<b>Primavera</b>				
5	0	0,010±0,014	0	0,217
10	0	0,020±0,039	0,010±0,022	0,658
15	0	0,012±0,014	0,009±0,021	0,421
<b>Verão</b>				
5	0	0,012±0,017	0	0,144
10	0	0,029±0,020	0	0,011
15	0	0,006±0,014	0	0,407
<b>Outono</b>				
5	0	0	0	1
10	0	0,011±0,016	0	0,117
15	0	0,040±0,033	0	0,007
<b>Inverno</b>				
5	0	0,019±0,018	0	0,06
10	0	0,026±0,027	0,010±0,017	0,14
15	0	0,026±0,028	0	0,06

Profundidade (cm)	Solo Controle	Solo+ Lodo Bruto	Solo + Lodo Caleado	Valor de P
<hr/> <i>Ascaris lumbricoides</i> <hr/>				
<b>Primavera</b>				
5	0	0,052±0,049	0	0,026
10	0	0,089±0,051	0,005±0,011	0,01
15	0	0,104±0,112	0,005±0,011	0,062
<b>Verão</b>				
5	0	0,053±0,046	0,025±0,032	0,061
10	0	0,041±0,027	0,082±0,085	0,039
15	0	0,131±0,112	0,175±0,237	0,077
<b>Outono</b>				
5	0,005±0,012	0,035±0,032	0,023±0,031	0,147

<b>10</b>	0	0,075±0,043	0,051±0,047	0,027
<b>15</b>	0	0,087±0,029	0,034±0,046	0,007
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,006±0,014	0,069±0,103	0,042±0,050	0,279
<b>10</b>	0	0,088±0,061	0,044±0,039	0,037
<b>15</b>	0	0,096±0,042	0,043±0,037	0,01
<hr/>				
Trichuroidea				
<hr/>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0	0	0	1,000
<b>10</b>	0	0	0	1,000
<b>15</b>	0	0	0	1,000
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0	0	0,017±0,033	0,287
<b>10</b>	0	0	0,017±0,033	0,287
<b>15</b>	0	0,006±0,013	0,017±0,033	0,520
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0,016±0,024	0	0,005±0,012	0,317
<b>10</b>	0,011±0,024	0,017±0,026	0,006±0,014	0,731
<b>15</b>	0	0	0	1,000
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,012±0,017	0,018±0,027	0	0,455
<b>10</b>	0,006±0,014	0,007±0,015	0,022±0,037	0,786
<b>15</b>	0,006±0,013	0,007±0,015	0,011±0,020	0,786

<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Solo Controle</b>	<b>Solo+ Lodo Bruto</b>	<b>Solo + Lodo Caleado</b>	<b>Valor de P</b>
<hr/>				
<b>Total</b>				
<hr/>				
<b>Primavera</b>				
<b>5</b>	0,126±0,099	0,272±0,146	0,099±0,074	0,089
<b>10</b>	0,382±0,071	0,603±0,490	0,289±0,060	0,536
<b>15</b>	0,232±0,142	0,761±0,415	0,304±0,058	0,048
<b>Verão</b>				
<b>5</b>	0,159±0,103	0,273±0,167	0,153±0,081	0,43
<b>10</b>	0,267±0,141	0,403±0,104	0,249±0,318	0,367
<b>15</b>	0,350±0,104	0,395±0,226	0,376±0,335	0,606
<b>Outono</b>				
<b>5</b>	0,124±0,034	0,185±0,084	0,063±0,086	0,177

<b>10</b>	0,177±0,099	0,369±0,202	0,121±0,057	0,039
<b>15</b>	0,214±0,047	0,359±0,124	0,098±0,096	0,004
<b>Inverno</b>				
<b>5</b>	0,069±0,057	0,256±0,253	0,087±0,068	0,164
<b>10</b>	0,063±0,082	0,360±0,181	0,283±0,218	0,037
<b>15</b>	0,054±0,048	0,308±0,198	0,140±0,125	0,03

---