

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Campus de Botucatu

Juliana Rosa Carrijo

Pesquisa de ovos de helmintos
em lodo de esgoto oriundo de Campo Grande (MS)
após tratamento anaeróbico.

Dissertação apresentada à
Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia, Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre
em Medicina Veterinária (Área de
concentração: Vigilância Sanitária).

Botucatu/SP
2004

Juliana Rosa Carrijo

Pesquisa de ovos de helmintos
em lodo de esgoto oriundo de Campo Grande (MS)
após tratamento anaeróbico.

Dissertação apresentada à
Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia, Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre
em Medicina Veterinária (Área de
concentração: Vigilância Sanitária).

Orientador: Prof. Dr. Germano Francisco Biondi

Botucatu/SP
2004

OFEREÇO E DEDICO

Aos meus pais, Maria Cristina e Alfredo Carrijo, Médicos Veterinários, que com seus exemplos de vida pessoal e profissional souberam nos educar e encaminhar à uma vida digna. O meu amor incondicional.

À minha tia Maria do Carmo G. R. Delmanto “in memorian”, pelo exemplo de ser humano que mostrou a toda nossa família. “...realmente somos uma família abençoada...”

Às minhas avós Maria Aparecida F. Rosa e Edith S. Carrijo “in memorian”. Minha admiração e amor sincero pelo exemplo de mulheres.

Agradecimento Especial

Ao meu pai, Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo, pela orientação, paciência, ajuda e carinho com que teve comigo em todas as fases do mestrado. Sem você certamente tudo seria muito mais difícil. Te amo muito!

Muito obrigada!

Agradecimentos

- Ao orientador Prof. Dr. Germano Francisco Biondi, pela confiança e principalmente por esta oportunidade.
- Ao Prof. Dr. Alessandro Francisco T. do Amarante, pela dedicação, ajuda e paciência a mim dispensados.
- Ao Departamento de Parasitologia – Instituto de Biociências, por ter cedido toda estrutura para o desenvolvimento do experimento.
- À Águas Guariroba, Campo Grande – MS, pela colaboração com o local de pesquisa e confiança a mim prestados.
- Às Profas. Dras. Caris Maroni Nunes e Vanete Soccol pelos exemplares de *Taenia saginata* cedidos para vários trabalhos, inclusive este.
- Ao Prof. Dr. Adalberto, pelas orientações fornecidas.
- Aos técnicos do Departamento de Parasitologia, em especial à amiga Ângela. Você foi peça fundamental para a realização deste trabalho.
- À Luciana Andréia Araújo, pela ajuda prestada e pelos bons momentos de convívio em Botucatu. Obrigada mesmo!
- À família Mauad, em especial a Sra. Leila e Sr. João pelo carinho dispensados comigo. Vocês são um presente de Deus!
- Ao Munir Mauad, pelo companheirismo, paciência e amor. “...realmente você é parte da minha vida...” !
- Às minhas irmãs, Alessandra e Paula pelo amor sempre verdadeiro.
- Aos funcionários da Clínica Veterinária São Bernardo, pela ajuda e paciência durante o experimento.
- À Profa. Dra. Carmem Estefânia Serra Neto Zuccari, pelas correções e orientações. Acima de tudo pela amizade!
- Às amigas Sandra e Ana Laura pelas horas difíceis que vocês cederam o ombro amigo! “...Vocês completam a minha vida...”
- Ao amigo Wagner Garcia, por todos os momentos de convívio, e auxílio prestados.
- Às funcionárias da Biblioteca do campus de Botucatu pela presteza em ajudar.
- Às secretárias da pós-graduação Denise e Maria pela dedicação a todos os pós-graduandos.

Muito Obrigada

Sumário

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Abstract

1 Introdução.....	11
2 Revisão de literatura.....	14
2.1 Normatização Para Uso do Biossólido na Agricultura.....	20
2.2 Microrganismos Patogênicos no Lodo de Esgoto.....	22
2.3 Lodo de Esgoto e Saúde Pública.....	24
2.4 Característica do gênero <i>Taenia</i>	26
2.5 Epidemiologia do Gênero <i>Taenia</i>	28
3 Material e métodos.....	31
3.1 Padronização de Filtro para Pesquisa de Ovos de <i>Taenia</i> sp.....	32
3.1.1 Obtenção da Amostra Positiva.....	32
3.1.2 Avaliação dos Tipos de filtros.....	33
3.1.3 Teste dos Filtros com Lodo de Esgoto.....	34
3.2 Colheita e Análise do Lodo de Esgoto da ETE Águas Guariroba.....	35
3.2.1 Análise do Lodo Líquido.....	36
3.2.2 Análise do Lodo Sólido.....	37
3.3 Análise dos dados.....	39
4 Resultados e discussão.....	40
5 Conclusão.....	47
6 Referências bibliográficas.....	48

Lista de Figuras

Figura 1: Ovos de <i>Taenia</i> sp	30
Figura 2: Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF) da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), unidade Aero Rancho, Águas Guariroba, Campo Grande – MS.....	32
Figura 3: Lodo líquido depositado na caixa de decantação após permanência no Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado.....	36
Figura 4: Caixa de decantação de lodo líquido após permanência no Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF).....	37
Figura 5: Lodo de esgoto seco colhido aos 30 dias de secagem na caixa de decantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) unidade Aero Rancho Águas Guariroba, Campo Grande – MS.....	38
Figura 6: Medição da temperatura do lodo de esgoto seco colhido aos 30 dias de secagem.....	39

Lista de Tabelas

Tabela 1: Número médio de ovos de <i>Taenia saginata</i> na amostra positiva diluída em de água destilada.....	33
Tabela 2: Número médio de ovos de <i>Taenia saginata</i> da amostra positiva diluída em água destilada mais sulfato de zinco (Tubo A) e água destilada (Tubo B) submetida a diferentes tipos de filtros (n=2).....	41
Tabela 3: Número de ovos totais e de <i>Taenia saginata</i> da amostra positiva diluída em lodo líquido submetida a diferentes tipos de filtros (n=2)..	42
Tabela 4: Temperatura ambiente e das camadas superior e inferior da massa de lodo no momento da coleta, medidas entre 17 e 18 horas durante o mês de janeiro de 2004.....	42
Tabela 5: Número de ovos de helmintos encontrados em lodo de esgoto líquido e sólido, em diferentes dias de colheita, filtrados em filtro de Papel higiênico fino folha única	43
Tabela 6: Organismos encontrados em lodo de esgoto submetidos ao filtro de Papel higiênico fino folha única, em diferentes dias de colheita.....	45

CARRIJO. J.R., Pesquisa de ovos de helmintos em lodo de esgoto, oriundo de Campo Grande (MS), após tratamento anaeróbico. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista - 54p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) 2004.

Resumo

O crescimento da população urbana tem produzido um aumento progressivo de resíduos sólidos, que após sofrerem vários processos de desinfecção denominam-se biossólidos. Esta massa orgânica pode ser destinada a diversas finalidades, inclusive como fertilizante agrícola. Entretanto, a disposição deste material deve seguir padrões de qualidade, por apresentar organismos nocivos aos homens e animais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença de ovos de *Taenia* sp em lodo de esgoto, previamente tratado em sistema de digestão anaeróbia do tipo Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF). As amostras de lodo de esgoto foram colhidas na unidade Aero Rancho de Tratamento de Esgoto (ETE) Águas Guariroba, em Campo Grande-MS. O experimento foi dividido em duas fases. Na primeira etapa foram avaliados diferentes tipos de materiais para a escolha do filtro, que possibilitasse a passagem de ovos de *Taenia saginata* diluídos em água destilada e em lodo líquido. O filtro que melhor se adequou ao experimento foi o Papel higiênico fino folha única. As amostras de lodo de esgoto foram colhidas nos dias 1 (líquido), 15 e 30 (sólido). O lodo colhido foi dividido em alíquotas e filtrado no Papel higiênico fino folha única. Após centrifugação foram avaliadas três lâminas do sedimento por amostra. Os ovos de helmintos foram classificados pelo seu gênero, segundo sua morfologia similar. Foram encontrados ovos com morfologia similar a de ovos de ancilostomídeos, ascarídeos e estrongilídeos em todas as colheitas. Os ovos de *Taenia* sp, *Trichuris*, *Dipylidium* e *Strongyloides* foram encontrados somente em uma das colheitas. O número de ovos de nematóides prevaleceu sobre os de cestóides. Foram listados ainda, outros organismos como, ácaros, coccídeos, larvas de nematódeos mortas e vivas, leveduras, oocisto e organismos de vida livre. A quantidade de ovos de helmintos encontrada foi variada, indicando a necessidade do lodo de esgoto sofrer outros tratamentos complementares, assim como, ser revolvido e estocado por maior período de tempo. Concluiu-se que o Papel higiênico

fino folha única foi eficaz para a filtração de ovos de *Taenia* sp e outros ovos de helmintos existentes em lodo de esgoto, mostrando-se uma alternativa adequada e de baixo custo. O aproveitamento do lodo de esgoto avaliado neste experimento deverá ser feito de forma criteriosa, preferencialmente em culturas onde a parte comestível não esteja em contato direto com o biossólido.

Palavras-chave: ETE; helmintos; *Taenia* sp; biossólido; filtro.

Abstract

The urban population growth have been produced a progressive increase of solid residue that after being through many treatment process is called biossolid. This organic mass can be destination to many use, specially as agricultural fertilizer. However, the disposal of this material must follow some quality standard, for presents harmful organisms to men and animals. The objective of this work was to evaluate the *Taenia* sp eggs in sewage sludge, previously treated in anerobic digestion process like anaerobic liquid fluid reactor (RALF). The solid sludge samples were collected at the Aero Rancho unit of sludge treatment – Águas Guariroba in Campo Grande, MS. The experiment was devided in two phases. In the first phase were evaluate different kinds of materials to choose the filter, which permit to filter the *Taenia saginata* eggs diluted with distilled water and in liquid sludge. The filter that better adapted in the experiment was the fine toilet paper one sheet. The sewage sludge samples were collected in the days one (liquid), 15 and 30 (solid). The sludge collected were divided in aliquot and filtered with fine toilet paper one sheet. After, centrifuged it was evaluated three sheet from the sediment for sample. The helminth eggs were classified for their genera, like their similar morphology. There were ancilostomideos, ascarídeos and estrongilídeos eggs in all collect. Eggs of *Taenia* sp, *Trichuris*, *Dipylidium* and *Strongyloides* were founded only in one of the collects. The nematodes eggs prevailed on the cestodes. Still were listed another organisms as acaros, leavenings, larvae organisms alive and dead, oocists and others organisms. The amount of helminth eggs were varied, indicating the necessity of the sewage sludge pass trough other complementary treatments process, like been revolved and storage for longer period of time. Concluded that the fine toilet paper one sheet was efficient to filter *Taenia* sp eggs and other helminth eggs presents in sewage sludge, showing an appropriate alternative and not expensive. The use of the sewage sludge analysed in this experiment must be made with criterion, specially in cultures which the edible part is not in direct contact with the biossolid.

Key word: ETE; helminths; *Taenia* sp; biossolid; filter.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana tem produzido um aumento progressivo de resíduos sólidos, que após sofrerem vários processos de desinfecção são denominados de biossólidos. Esta massa orgânica pode ser destinada a diversas finalidades, inclusive como fertilizante agrícola. Entretanto, a produção de lodos em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), que vem crescendo, principalmente nos últimos anos, tem se tornado um grande problema para as companhias de saneamento básico e, de modo mais abrangente, para toda a sociedade (David, 2002).

Com previsões de aumento populacional associadas à crescente concentração urbana mundial, existe uma necessidade imediata de definições de tecnologias e ações políticas para solucionar o grave problema da limitação técnica e econômica dos espaços apropriados à destinação final dos resíduos. Esta preocupação tem estimulado, mundialmente, estudos sobre as práticas de minimização da produção de resíduos e priorização da reciclagem como opção de destino final (Andreoli & Pegorini, 2000).

Para qualquer disposição final do lodo de esgoto deve-se avaliar os riscos, pois este biossólido sem prévio tratamento higienizante, pode colocar em risco direto a saúde das populações humana e animal, que estejam vivendo na área de

utilização ou, indiretamente, às populações que venham a consumir produtos vegetais oriundos destas áreas. Para a utilização deste bio sólido deveriam ser criadas áreas de restrição de uso, por exemplo, grandes áreas com culturas que sejam mecanizadas e em áreas que não existam ou sejam mananciais (Paulino et al., 2001).

Segundo Santos (2003) a maior demanda de água implica maiores quantidades de água usada e, conseqüentemente, contaminada sob a forma de esgotos sanitários que, por sua vez, retornam aos corpos d'água. Estes corpos d'água até poderiam incorporar essas águas poluídas, servindo de meio para a degradação de seus poluentes, sem perder seus padrões de qualidade. Porém, sua capacidade de depuração é limitada e incompatível com as elevadas quantidades de poluentes geradas por grandes concentrações de população. Trata-se também de uma capacidade natural, cuja natureza não previu em seu 'escopo original' a presença de determinadas substâncias sintéticas, fruto do desenvolvimento tecnológico da humanidade, para as quais não possui mecanismos de degradação.

O lodo de esgoto é um produto poluente tanto pelos níveis de patógenos quanto pelos teores de nutrientes presentes, especialmente nitrogênio. O correto processamento do lodo de esgoto, através da desinfecção e secagem, viabiliza a sua utilização como fertilizante agrícola, constituindo uma solução promissora para a destinação final, através da reciclagem de nutrientes no ecossistema (Andreoli et al., 2000).

Os lodos resultantes dos processos de tratamento de esgotos são constituídos basicamente de água, materiais orgânicos (sólidos voláteis) e minerais (sólidos fixos). Suas características, composição e propriedades podem variar bastante, dependendo da origem do esgoto e do processo de tratamento empregado (David, 2002).

Poucos pesquisadores atentaram para o fato do bio sólido ser usado como produto e não apenas ser nomeado como resíduo. Em muitos países onde a ciência e a tecnologia são mais avançadas seu uso tornou-se realidade (Tsutiya, 2001).

Segundo David (2002) a alternativa de destinação final que tem sido praticada, é a deposição em aterros sanitários. Entretanto, para algumas regiões, essa alternativa ficará comprometida devido às grandes quantidades de lodos a

serem gerados nos próximos anos e à falta de áreas próprias para a instalação de aterros sanitários exclusivos na região.

Existem muitas alternativas para se tratar o esgoto sanitário podendo ser utilizados vários processos biológicos ou físico-químicos. Entretanto, atualmente, quase todas as estações de tratamento de esgoto sanitário são concebidas com base em processos biológicos, em ambientes anaeróbios, aeróbio ou anóxico.

Sabe-se que dentre vírus, bactérias, fungos e protozoários, os helmintos são os seres que apresentam maior resistência dentro do lodo de esgoto, principalmente os seus ovos. Os ovos de *Taenia* sp. podem continuar viáveis por um período aproximado de até sete anos, representando um sério problema sanitário que exige assim uma resolução, ou seja, uma desinfecção eficaz do resíduo, para que o mesmo tenha uma disposição final segura e definitiva (Andreoli & Pegorini, 1998; Cherubini et al, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença de ovos de *Taenia* sp em lodo de esgoto, após tratamento em sistema de digestão anaeróbia do tipo Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF), com utilização de diferentes tipos de filtros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Devido ao crescente aumento populacional urbano e conseqüentemente aumento na produção de lodo de esgoto, tornou-se necessário a adoção de medidas definitivas e seguras para disposição final deste resíduo. A utilização do lodo como fertilizante agrícola se mostra promissora, porém, se faz necessário realizar sua desinfecção, para eliminar riscos de contaminação por agentes patogênicos comumente presentes no esgoto (Cherubini et al, 2000).

Os esgotos sanitários municipais são constituídos basicamente de uma mistura de água e sólidos orgânicos e minerais. Sua composição média aponta para 99,9% de água e 0,1% de sólidos composto de matéria orgânica em suspensão e dissolvida (em estado coloidal e em solução), como: proteínas, carboidratos e gorduras e inorgânica como: areia, sais e metais, bem como microrganismos (David, 2002; Miki, 2001; Sobrinho, 2001).

Autores como Sobrinho (2001) e Miki (2001) definem lodo como o termo utilizado para os sólidos gerados durante o processo de tratamento.

O lodo primário nada mais é do que o esgoto sanitário com os seus materiais orgânico e inorgânico em suspensão muito mais concentrados, sendo portanto, ainda mais agressivo do que o próprio esgoto, necessitando ser tratado para estabilizar a matéria orgânica e diminuir o seu volume, de modo a permitir uma disposição adequada do lodo (Sobrinho, 2001).

O lodo de esgoto contém uma grande variedade de microrganismos. A maior parte deles não tem importância médica ou veterinária, pois são saprófitas e participam nos processos de tratamento biológico. Por outro lado, existe uma pequena parte, constituída por vírus, bactérias, protozoários e helmintos que são patogênicos (Soccol & Paulino, 2000).

Os biossólidos são os produtos orgânicos gerados nos processos de tratamento de esgotos primário e secundário, que podem ser reutilizados de modo benéfico após tratamento adequado. No Estado de São Paulo o tratamento de esgoto está amparado pela norma P 4.230 da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), assim como o lodo proveniente das ETE's, processados de modo a permitir o seu manuseio de forma segura na utilização agrícola (Tsutiya, 2001; Miki, 2001).

Segundo a *Water Environment Federation* – WEF (1996), o termo biossólido deve ser utilizado para designar os produtos orgânicos gerados nos processos de tratamento de esgotos, que tratados ou beneficiados por processos de estabilização físico, químico e biológico, podem ser utilizados de forma benéfica e correta como sua utilização na agricultura. Enquanto que, o termo lodo deve ser utilizado para designar os sólidos originados dos processos de tratamento, que não tenham sido apropriadamente processados para reciclagem benéfica. Já, o termo resíduo é uma expressão geral, tipicamente utilizada para descrever materiais removidos.

A disposição final adequada dos resíduos gerados pelo tratamento de efluentes urbanos representa um problema emergente no Brasil à medida em que se implantam e operam efetivamente os sistemas de coleta e tratamento de esgotos no país. A adequada destinação deste resíduo é um fator fundamental para que os objetivos de um sistema de tratamento sejam plenamente alcançados (Andreoli & Pegorini, 1998).

A utilização do lodo na agricultura é uma prática já adotada na Europa, Estados Unidos e Canadá há vários anos. No Brasil a aplicação agrícola é recente e tem se mostrado uma alternativa apropriada do ponto de vista econômico e ambiental. Para atingir os padrões de qualidade necessários para a aplicação na agricultura, os lodos precisam ser tratados por processos de estabilização e beneficiamento, tornando-se, assim um biossólido (David, 2002).

Com o decorrer do tempo de operação das ETE's, o aumento da geração de lodo e o esgotamento da capacidade das soluções provisórias de continuar recebendo lodo, tal qual vem ocorrendo atualmente em relação a várias ETE's já implantadas no Brasil, soluções de mais longo prazo e mais adequadas para a disposição final desses resíduos sólidos passam então a receber maior atenção dos técnicos e das autoridades envolvidas com o controle do meio ambiente (Sobrinho, 2001).

De acordo com David (2002) o tratamento de esgotos, de uma maneira geral, consiste em separar materiais sólidos e reduzir a carga de matéria orgânica presente, através de processos físicos, químicos e biológicos. Esse tratamento pode ser dividido em duas fases: a líquida, na qual as matérias orgânicas e minerais suspensas e dissolvidas no meio líquido vão sendo removidas progressivamente e a sólida, onde esses materiais vão sendo gradativamente estabilizados e concentrados .

Como resultado do tratamento de esgoto, obtém-se no final o efluente líquido e o lodo. O efluente líquido é constituído de água com reduzidos teores de materiais poluentes, que pode ser lançado novamente nos corpos d'água, de acordo com a carga remanescente e a classe do corpo receptor. O lodo resultante deste processo necessita ser ainda tratado para destinação final em aterros sanitários ou na agricultura. Entretanto, a disposição em aterros sanitários apresenta dois problemas: altos custos e escassez de áreas, seja pelo fim da vida útil desses aterros ou pela excessiva distância dessas áreas até as estações de tratamento (David, 2002; Santos, 2003).

Dependendo do tratamento do esgoto e do lodo oriundo deste, pode-se reduzir o número de agentes patogênicos neles presentes. Os processos de tratamento podem ser do tipo físico (temperatura, dessecação, estocagem), biológico (digestão aeróbia, anaeróbia, compostagem) e químico (calagem). Os resultados destes tratamentos são bastante variáveis, pois ainda deve-se considerar a operacionalização do sistema e se sua utilização é independente ou combinada (Soccol & Paulino, 2000).

Em virtude das dificuldades de dar um destino adequado ao sedimento resultante, ou lodo, vários países têm estudado possibilidades da disposição final, tais como: incineração, aterros sanitários, disposição oceânica, produção de tijolos, recuperação de solos e uso em reciclagem agrícola. Trabalhos realizados em

diferentes países demonstraram que o lodo e ou biossólidos tem efeitos benéficos para o cultivo de vegetais, e tem sido aplicado em áreas de recreação, jardins, pastagens e florestas e na recuperação de áreas degradadas (Paulino et al., 2001).

É importante ressaltar que todos os sistemas de tratamento de esgotos, em sua fase líquida, seja pela remoção de sólidos sedimentáveis, uso de produtos químicos que combinados com o esgoto geram sólidos em suspensão ou pelo uso de tratamentos biológicos, que transformam matéria orgânica biodegradável em sólidos suspensos voláteis que floculam e são removidos do líquido com relativa facilidade, produzem um resíduo sólido, denominado lodo, que é removido do sistema de tratamento da fase líquida, necessitando de tratamento para a sua disposição final (Sobrinho, 2001).

Para a disposição final do lodo de esgoto, a secagem e a desinfecção são processos imprescindíveis, devido ao custo de transporte, potencial poluente e contaminante. Há diversas formas de secagem do lodo, sendo a mais viável economicamente o uso de leitos de secagem, largamente difundidos por apresentarem baixo nível de investimento. Porém, nem sempre as estações de tratamento dispõem de espaço físico para a instalação desses leitos em número ou área suficientes. Assim, torna-se necessária a compatibilização na própria estação de leitos de secagem para todas as descargas de lodo realizadas (Andreoli et al., 2000).

Para grandes centros urbanos, que além de densamente povoados, ainda contenham grandes áreas industriais, as quantidades e as características das substâncias removidas dos esgotos sanitários inviabilizam o seu aproveitamento no solo como solução constante de disposição final. Neste caso a reciclagem, através da incorporação desses resíduos em processos industriais, é uma solução coerente com a proposta de desenvolvimento sustentável, caso esses processos possam garantir que ocorra absorção contínua das quantidades desses poluentes, segurança ambiental, social e ocupacional; influências técnica e econômica nulas sobre o produto final, ou se possível contribuindo na redução do consumo de matéria-prima e energia, e até mesmo agregando valor (Santos, 2003).

O uso agrícola do biossólido é uma forma mundialmente aceita para reciclar a matéria orgânica e dispor, adequada e economicamente, do resíduo de tratamento de esgotos. Nos Estados Unidos, cerca de 25% do total de biossólidos produzidos têm destinação agrícola. Na Europa e Canadá, é de aproximadamente

37% do total produzido. Atualmente, dentre as várias formas de disposição final de biossólidos, somente a disposição em aterros sanitários ainda é a solução mais praticada do que o uso agrícola nos Estados Unidos e na Europa, correspondendo a 41% e 40%, respectivamente. A incineração é a terceira opção nesses dois países, correspondendo a 16% nos Estados Unidos e 11% na Europa (Tsutiya, 1999).

Para as condições brasileiras, a reciclagem do lodo apresenta vários aspectos positivos. A utilização na agricultura, executada com critérios bem estabelecidos, pode ajudar a reduzir os custos de gerenciamento dos lodos, além de ser uma medida de menor impacto ambiental, contribuindo sobremaneira para uma agricultura sustentável (Andreoli & Pegorini, 1998; David, 2002).

De acordo com Andreoli et al. (2000) o uso do lodo na agricultura apresenta-se promissor, pois este contém nutrientes essenciais para a sobrevivência das plantas como o fósforo, nitrogênio, matéria orgânica e micronutrientes. Entretanto, o seu uso como fertilizante e condicionante do solo envolve riscos, onde precauções devem ser tomadas para que nutrientes não sejam perdidos e, principalmente para que os organismos patogênicos e os constituintes tóxicos do lodo não contaminem o ambiente, reduzam a produtividade do solo e comprometam a qualidade das culturas para a alimentação animal e humana.

A aplicação do lodo pode alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Algumas destas alterações são benéficas, enquanto outras são indesejadas. Os impactos positivos estão relacionados aos efeitos da matéria orgânica sobre as propriedades físicas e químicas do solo e sobre a atividade microbiana e dos nutrientes adicionados a ele (Andreoli & Pegorini, 1998; Pegorini et al., 2001).

As condições tropicais e subtropicais brasileiras expõem o solo a um intenso intemperismo e rápida degradação da matéria orgânica, acentuando os riscos de erosão e degradação do solo (Andreoli & Pegorini, 1998).

Dentro do requisito de redução de patógenos, o biossólido é dividido em duas classes: “Classe A” – resultante de processos de redução adicional de patógenos, assim sendo pode ser usado inclusive na horticultura sem restrições e, “Classe B” – resultante de processos de redução de patógenos, com uso mais restrito, devendo ser aplicado em grandes culturas, reflorestamentos e outras situações onde o risco pode ser mais controlado (Fernandes, 2000; David, 2002).

Nas duas classes definidas pela norma P 4.230, bem como pela *Environmental Protection Agency* (EPA) 40 Part 503, os bio sólidos devem possuir características tais, que permitam seu enquadramento dentro dos parâmetros determinados pelas normas (David, 2002).

A forma de quantificar os microrganismos no lodo é pelo número mais provável de bactérias por grama (NMP/g). Para o lodo classe A o teor de coliformes fecais deve ser < 1.000 NMP/ g de lodo seco. Ou teor de *Salmonella* deve ser < 4 NMP/4 g de lodo seco. Tendo ainda como exigências complementares: vírus entéricos < 1 PFU/4 g de lodo seco e para ovos viáveis de helmintos < 1 ovo/4 g de lodo seco. No lodo classe B é aceito um número $< 2 \times 10^6$ NMP/g de lodo seco (Fernandes, 2000).

A secagem térmica, é um processo de tratamento para a melhoria da qualidade dos lodos indicado para produção do bio sólido, promove a redução da umidade através da evaporação da água e a destruição dos organismos patogênicos, com conseqüente diminuição dos custos de transporte e disposição final. Apenas a água é removida e os sólidos totais são mantidos praticamente inalterados. A preservação da matéria orgânica associada à eliminação dos organismos patogênicos, constitui um aspecto de importância fundamental quando o bio sólido vai ser utilizado como fertilizante na agricultura, tornando viável o seu transporte a maiores distâncias (Cherubini et al, 2000; David, 2002; Ferreira et al., 2003).

Os fatores climáticos podem aumentar o período de permanência do lodo nos leitos de secagem, acarretando a necessidade de construção de vários leitos para suprir a demanda de lodo gerado. Porém, com a utilização da estufa plástica sobre o leito de secagem, as variáveis climáticas (temperatura e pluviosidade) e a demanda podem facilmente ser eliminadas (Ferreira et al., 2003).

O procedimento de secagem é utilizado em alguns países europeus, não só para a secagem de lodo mas também de produtos agrícolas e de madeira. Nestes países a temperatura ambiente média é significativamente menor e a umidade relativa do ar média é maior que as observadas em nossas condições tropicais. Assim, o uso de estufas plásticas pode ser uma solução prática e viável tanto em climas mais quentes quanto em subtropicais como no sul do Brasil (Andreoli et al., 2000).

De acordo com Mendonça (2002) o emprego do processo biológico anaeróbio oferece várias vantagens, quando comparados ao processo aeróbio, dentre as quais, menor consumo de energia, menor produção de lodo e, além disso, requer menor área de implantação e oferece potencialidade de uso do metano como combustível. Entretanto, atualmente os reatores anaeróbios sendo pouco eficientes na remoção de nutrientes apresentam, para tratamento de esgoto sanitário, eficiência de remoção de matéria orgânica, geralmente, em torno de 70%. Portanto, na maioria dos casos, há necessidade de tratamento complementar dos efluentes, para que estejam de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação ambiental, minimizando os efeitos danosos aos corpos d'água receptores dos lançamentos dos esgotos.

Existem várias formas de associar desaguamento e higienização do lodo, porém, o uso de leitos de secagem já é uma tecnologia bastante difundida, principalmente em estações de pequeno porte, uma vez que alia eficiência e baixo custo (Ferreira et al., 2003).

Para a disposição final, a secagem e desinfecção são imprescindíveis para minimizarem custo de transporte e o potencial poluente. Há diversas formas de secagem do lodo, sendo que, o uso de processos sofisticados como o uso de prensas, centrífugas, secadores térmicos, etc., normalmente apresentam elevado custo e grande complexidade de operação dos equipamentos. Assim, torna-se viável o uso de leitos de secagem pelo baixo nível de investimento, especialmente quando a otimização do processo em leitos obtidos através da aceleração da secagem ou da redução no tempo de permanência do lodo dentro dos leitos ao utilizar a energia produzida na própria estação, resultam na redução do número de leitos, necessitando de menor espaço físico (Andreoli et al., 2000).

2.1 Normatização para Uso do Biossólido na Agricultura

O estabelecimento e a evolução de diretrizes e regulamentos, relativos à saúde pública e ao meio ambiente, não são controlados unicamente por conhecimentos e dados epidemiológicos e toxicológicos. Interesses econômicos, características sócio-culturais, práticas higiênicas, conscientização e sensibilidade públicas, e desenvolvimento tecnológico, são tão importantes como as evidências científicas, no estabelecimento de mecanismos legais e regulatórios, relativos,

principalmente, à proteção da saúde pública de grupos de risco específicos (Hespanhol, 2001).

O objetivo básico da criação e implementação de regulamentos é estabelecer limites associados às práticas determinadas, visando minimizar efeitos detrimentais sem que os benefícios inerentes sejam afetados. Esses limites não possuem valor absoluto nem podem ser estabelecidos de forma definitiva. Eles variam em função do desenvolvimento científico e tecnológico, condições e restrições de ordem econômica, e em associação a alterações de tendências relativas a aceitação ou rejeição de práticas que afetam os valores culturais da sociedade (Hespanhol & Prost, 1994).

A legislação brasileira que regulamenta a produção e o comércio de corretivos e fertilizantes, é um conjunto de leis, decretos, portarias, ofícios e instruções normativas. A atual legislação teve início com a lei 6.894/80, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e biofertilizantes. A lei 6.934/81 alterou a lei 6.894/80, introduzindo a exigência de assistência técnica permanente de profissional habilitado e a taxa de inspeção. O decreto 86.955/82 regulamentou as leis 6.894/80 e 6.934/81 com objetivos específicos sobre os registros de estabelecimentos e produtos, entre outros (Carvalho & Carvalho, 2001).

Para o estado de São Paulo a CETESB elaborou um Manual Técnico, redigido na forma de norma, visando o atendimento as exigências ambientais. Essa norma estabelece os critérios para elaboração de projetos, implantação e operação de sistemas de aplicação de lodos biológicos em áreas agrícolas (Straus, 2000).

Para Carvalho & Carvalho (2001) ficou um ponto de conflito entre a legislação federal e a norma CETESB, visto ser ilegal a dupla fiscalização. Assim, quando um bio sólido atender aos padrões de qualidade e for devidamente registrado, será aplicável à legislação federal, enquanto que as normas da CETESB restringem-se aos resíduos de tratamento biológico não enquadráveis na legislação federal.

A norma da CETESB P 4.230 (1999) – Aplicação de Lodos de Sistemas de Tratamento Biológico em Áreas Agrícolas – Critérios para Projeto e Operação, aplica-se a todos os sistemas operados no Estado de São Paulo e refere-se, exclusivamente a bio sólido produzidos em sistemas de tratamento biológico de despejos líquidos sanitários e industriais. Essa norma foi elaborada com base,

principalmente, na norma 40 CFR Part 503 (*Code of Federal Regulation* nº 40, Part 503 – *Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge*), publicada em 1993, através da *United States Environmental Protection Agency* (U.S.EPA), para disciplinar o uso de biossólidos na agricultura nos Estados Unidos da América (Straus, 2000; David, 2002;).

Segundo critérios determinados por normas americana e francesa a quantidade de ovos viáveis, para a utilização do lodo, sem pôr em risco a saúde humana e animal, é de 0,25 ovos/ grama de matéria seca (EPA, 1992).

É evidente que a mera adoção de normas de outros países, ou a utilização de parâmetros de tendência central, calculados com valores numéricos estrangeiros, além de serem destituídos de qualquer significado científico, implicam em riscos potenciais, ambientais e de saúde pública significativos, uma vez que podem vir a não proporcionar os níveis de proteção necessários para as populações de risco consideradas (Hespanhol, 2001).

2.2 Microrganismos Patogênicos no Lodo de Esgoto

A história nos tem relatado numerosos casos de epidemias provocados pelo consumo de água contaminada por diferentes agentes etiológicos. Nos Estados Unidos, entre 1990 e 1992, ocorreram 1.768 surtos de veiculação hídrica, afetando 472.228 indivíduos e ocasionando 1.091 mortes. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), dos 51 milhões de óbitos registrados mundialmente em 1993, aproximadamente um terço (16,4 milhões) foram causados por infecções e doenças parasitárias. Nos países em desenvolvimento estas infecções equivalem a 44% dos óbitos e 71% da mortalidade infantil. Estima-se que ocorram no mundo cerca de 900 milhões de casos de diarreias e aproximadamente 2 milhões de óbitos infantis por ano, associados ao consumo de água contaminada (WORLD DEVELOPMENT REPORT, 1992).

Consta ainda no relatório da OMS que 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. Sabe-se também que cada ano, 15 milhões de crianças de 0 a 5 anos morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de água e esgotos, e que somente 30% da população mundial tem garantia de água tratada,

sendo que os 70% restantes dependem de poços e outras fontes de abastecimento viáveis de contaminação (WHO, 1984).

A CETESB adotou as mesmas recomendações da norma norte americana, definida pela *Environmental Protection Agency* (EPA) 40 CFR Part 503, quanto aos limites de metais pesados e patógenos. Nela são regulamentados os pré requisitos de qualidade microbiológica e parasitológica, redução da atividade de vetores e de concentração de metais pesados, para que o biossólido possa ser considerado adequado para aplicação em culturas agrícolas. São estabelecidos, também, os critérios para a aplicação do biossólido no solo quanto à localização, taxas de aplicação e monitoramento do solo (Straus, 2000; David, 2002).

Conforme a EPA (1992) os ovos de helmintos encontrados com maior frequência no lodo de esgoto são: *Ascaris lumbricoides*, *Ascaris suum*, *Toxocara sp*, *Trichuris trichiura*, *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Necator americanus* e *Hymenolepis nana*. A agência afirma que o tempo de sobrevivência destes ovos no ambiente depende da umidade, radiação solar e outros fatores ambientais.

Pouco se conhece sobre a fauna helmíntica presente no esgoto das diferentes regiões brasileiras e no biossólido resultante destes tratamentos. Porém, sabe-se que os ovos de helmintos são muito resistentes e podem sobreviver por até sete meses. Ao depositá-los na superfície dos solos e dos vegetais o período de sobrevivência destes microrganismos varia de acordo com a capacidade individual. Além disso, o lodo acumulado nas estações, em leito de secagem, tem sido motivo de preocupação, pois caso apresente agentes patogênicos, poderá contaminar o solo e os rios, bem como ser fonte de infecção para as pessoas e animais que tenham contato com o mesmo (Soccol & Paulino, 2000; Paulino et al., 2001).

Inicialmente, o sistema para tratamento dos esgotos tinha como único objetivo a redução da matéria orgânica, reduzindo assim seu potencial poluidor. Porém, hoje sabe-se da necessidade de efetuar também uma desinfecção eficaz no lodo, eliminando os microrganismos patogênicos e determinando sua utilização segura como adubo orgânico na agricultura, podendo assim descaracterizar o seu papel de agente veiculador de doenças (Cherubini et al, 2000).

A simples presença no lodo de vírus, bactérias, cistos de protozoários não garante a infecção de humanos e animais, pois para infectar os hospedeiros estes agentes patogênicos necessitam de uma dose mínima. Por outro lado os helmintos

necessitam de apenas um ovo viável, seja embrionado para uns ou como larvas filarióides para outros (Soccol & Paulino, 2000).

O lodo gerado no processo de tratamento de esgoto contém bactérias, vírus, protozoários e outros microrganismos patogênicos. Para utilização agrícola, o lodo deve ser estabilizado química ou biologicamente e, de preferência, seco termicamente. Recomenda-se que o lodo bruto, não digerido, não seja utilizado para fins agrícolas (Soccol & Paulino, 2000; David, 2002).

Segundo Ferreira (2003) em trabalho realizado sobre a desinfecção e secagem térmica do lodo de esgoto anaeróbio em leito de secagem pelo uso de biogás os ovos de helmintos foram escolhidos como indicadores da qualidade sanitária do lodo por apresentarem elevada resistência, principalmente os ovos de *Ascaris* sp.

Resultados obtidos por Ballaris (2003) permitiram concluir que os ovos de *Taenia saginata* são muito resistentes, resultando em um maior número de oncosferas viáveis quando submetidas às temperaturas de 4°C, 20°C, 28°C e 37°C e morrendo mais facilmente quando submetidos a -180°C, -70°C e 60°C.

Esgotos brutos gerados no Brasil são caracterizados por elevadas concentrações de ovos de helmintos, o que, de maneira geral, não ocorre em países desenvolvidos, tanto da Europa como da América do Norte. O estabelecimento de um valor de referência associado aos ovos de helmintos, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de um valor padrão que reflita, verdadeiramente, as condições nacionais, se constitui em tema que merece análise mais profunda (Hespanhol, 2001).

2.3 Lodo de Esgoto e Saúde Pública

Os helmintos intestinais constituem um grave problema de saúde pública em diversas regiões do mundo. A presença destes microrganismos está associada, quase sempre, ao baixo desenvolvimento econômico, carência de saneamento básico e falta de higiene (Carvalho et al., 2002).

As condições sócio-econômicas da população, assim como condições sanitárias da região, presença de indústrias agro-alimentares e o tipo de tratamento do lodo de esgoto acabam influenciando a quantidade de patógenos presentes no lodo de esgoto. Essa variação de patógenos pode estar relacionada com o tempo,

dificultando a comparação de resultados, assim como a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento ao comparar a situação sanitária de ambos, podendo-se considerar que quanto melhor o padrão sanitário, menor a densidade de alguns patógenos no lodo, como os ovos de helmintos (Tsutiya, 2001).

O efluente dos esgotos, mesmo dos previamente tratados, pode conter ovos viáveis que se dispersam pelos rios e campos, quando há inundações ou quando as águas são desviadas para irrigação (Rey, 2001).

O uso de esgotos ou águas contaminadas por esgotos na agricultura de acordo com a legislação vigente deve estar condicionado ao tratamento dos esgotos, às restrições quanto aos tipos de culturas, escolha de métodos de aplicação e controle da exposição do homem e de animais (Magalhães et al., 2001).

Segundo Soccol & Paulino (2000) vários trabalhos de pesquisa, realizados no Brasil, demonstram a presença de ovos de helmintos ou cistos de protozoários em vegetais consumidos *in natura*. Porém, a maioria dos autores não realizam testes de viabilidade ou de infectividade destes ovos ou cistos, os quais são de fundamental importância para a determinação dos riscos da infecção humana. Os autores citam que as patologias causadas por vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos no homem e nos animais são diversificadas, podendo apresentar desde uma sintomatologia simples até conseqüências mais graves.

A teníase e a cisticercose são consideradas um problema de saúde pública em vários países em desenvolvimento, nos quais as condições sociais, econômicas e culturais favorecem a permanência destas zoonoses (Carvalho et al., 2002; Flisser et al, 2003).

O gênero *Taenia* é muito importante, tanto nos estádios larvais como adultos sendo significativos na saúde humana e na medicina veterinária (Urquhart et al., 1990).

Embora apresentando uma distribuição universal, os registros de prevalência da teníase humana são pouco consistentes uma vez que são representados, usualmente, por estudos fragmentários, a maioria dos quais realizados no curso de duas a três décadas. Com exceção dos dados obtidos em inquéritos massais realizados na Rússia e Polônia, a maior parte da informação baseia-se em dados isolados sobre o estudo de certos segmentos da população, tais como: escolares, pacientes hospitalizados, presidiários, etc. (Abdussalm, 1975).

Dois aspectos estão diretamente relacionados à importância desta zoonose: a doença na população humana e o papel que o homem parasitado desempenha como fonte de infecção para a cisticercose animal e humana (Acha & Szyfres, 1996). Além desses aspectos pode-se considerar problemático o custo médico decorrentes da teníase humana. A infecção raramente é fatal, exceto quando o verme assume uma localização errática. Os indivíduos afetados geralmente têm uma redução da produtividade (Abdussalm, 1975).

A contaminação humana decorrente da infestação pela forma adulta da *Taenia solium* ou da *Taenia saginata* é cosmopolita, sendo comum em todas as partes do mundo onde se consome as carnes suína ou bovina *in natura* ou mal cozidas (Côrtes, 2000).

A *T. saginata* é um parasita cestódeo com grande importância na medicina e na economia. Normalmente o bovino é o hospedeiro intermediário que a larva ou o cisticerco escolhem para se encistar na musculatura estriada. A detecção de infecção em carcaças destinadas ao consumo humano causa perdas econômicas, pois as mesmas são condenadas para graxaria ou para tratamento específico (Lightowlers et al., 1996).

Em contrapartida, as medidas de controle da cisticercose bovina e teníase humana, em geral, limitam-se a inspeção de carnes, educação e vigilância sanitária, e tratamento de portadores, para quebrar os ciclos de transmissão (Hoberg, 2002).

Deve-se ter claro que uma campanha para controlar a teníase-cisticercose em um país deve compreender: educação sanitária (higiene pessoal, higiene ao preparar os alimentos, obrigatoriedade do uso de vasos sanitários em todos os lugares), inspeção sanitária de toda carne destinada ao consumo humano e combate ao abate clandestino (Aluja & Villalobos, 2000).

2.4 Características do gênero *Taenia*

O gênero *Taenia* são vermes achatados e em forma de fita pertencente à família *Taeniidae*, da ordem *Cyclophyllidea* e da classe *Cestoidea* apresentando pequenas diferenças morfológicas entre si. Caracterizam-se por ausência completa de aparelho digestivo, segmentação do corpo em proglotes, dotadas cada qual com um sistema reprodutor hermafrodita; presença de quatro ventosas no escólex; útero em forma de tubos longitudinais ramificados, testículos numerosos e poros genitais

situados nas margens das proglotes com disposição irregularmente alternada (Urquhart, 1990; Rey, 2001).

A *Taenia solium* e *Taenia saginata* são parasitos que na fase adulta têm o homem como único hospedeiro. A doença que produzem chama-se teníase e apresenta o mesmo quadro, qualquer que seja a espécie causal de tênia. O termo popular “solitária” refere-se a ambas (Cruz et al., 1989; Rey, 2001; Minozzo et al., 2002).

Na fase larvária a *T. solium* parasita obrigatoriamente o porco e a *T. saginata* os bovídeos, sendo, portanto, parasitos estenoxenos em todas as fases de seu ciclo biológico. Este depende inteiramente das relações entre o homem e o porco ou o gado, razão pela qual pode-se prever que intervindo-se adequadamente em tais relações, é possível visar à erradicação dessas zoonoses (Urquhart, 1990).

Dos parasitas, a *T. solium* é sem dúvida a causa mais importante de morbidade, pois o homem pode servir de hospedeiro intermediário ou definitivo ao infectar-se com ovos do verme, através das mãos contaminadas pelo contato com as fezes ou a região perianal, ou ao ingerir frutas e verduras contaminadas (Cruz et al., 1990).

O homem é o elo essencial na epidemiologia da teníase/cisticercose, pois é o único hospedeiro definitivo da forma adulta da *T. saginata*, infectando-se através da ingestão de carne bovina crua ou insuficientemente cozida (Urquhart, 1990; Lightowlers et al., 1996).

Os seres humanos são hospedeiros definitivos da *Taenia saginata*, podendo infectar-se ao ingerir carne mal cozida ou crua contendo cisticerco viável (Lightowlers et al., 1996; Cruz et al., 1989).

Como hospedeiro definitivo o homem contamina o meio ambiente ao evacuar ovos eliminados nas fezes, os quais podem sobreviver no ambiente por vários anos (Urquhart, 1990; Queiroz et al., 2000).

Cada proglote grávida desta tênia contém em torno de 80.000 ovos. Um paciente parasitado contamina o meio ambiente com cerca de 700.000 ovos de tênia por dia (Rey, 2001; Queiroz et al., 2000).

Quando os ovos são ingeridos pelos bovinos, dá-se pela ação de sucos digestivos e da bile a eclosão e a ativação do embrião. Em seguida, a oncosfera penetra na mucosa intestinal e ganha a circulação sanguínea. O desenvolvimento posterior terá lugar sobretudo no tecido conjuntivo dos músculos esqueléticos e

cardíaco, mas, alguns cisticercos irão desenvolver-se também no tecido gorduroso e no parênquima de alguns órgãos.

O ciclo de vida deste cestódeo inclui o porco como hospedeiro intermediário normal da forma metacestóide e o homem como hospedeiro definitivo da forma adulta. O homem pode também servir como hospedeiro intermediário e desenvolver a forma metacestóide pela ingestão acidental de ovos de *Taenia solium*. A tênia adulta pode liberar de dois a cinco proglotes grávidas por dia, cada uma contendo cerca de 50.000 ovos embrionados (Verástegui et al., 2000).

De acordo com Rey (2001) cada proglote grávida (medindo de 7 a 12 mm de comprimento e 5 a 6mm de largura) contém entre 30.000 a 50.000 ovos. Estes são pequenos (30 a 40 µm de diâmetro) e indistinguíveis daqueles de *T. saginata*. O autor relata que os porcos por seus hábitos coprófagos, costumam infectar-se maciçamente ao ingerir os anéis de tênia. Mas, ainda que o porco seja o hospedeiro intermediário normal da *T. solium*, este helminto admite como hospedeiros intermediários anormais o homem, o macaco, o cão e o gato.

A cisticercose suína é uma doença parasitária originada a partir da ingestão de ovos de *T. solium*, cujas formas adultas têm o homem como hospedeiro final; normalmente, os suínos apresentam apenas a forma larvar (*Cysticercus cellulosae*). O homem adquire teníase quando ingere carne suína, crua ou parcialmente cozida, contendo cisticercos. De outra parte, os suínos adquirem cisticercose quando ingerem ovos de *T. solium* presentes no ambiente contaminado por matéria fecal de seres humanos infectados (Germano & Germano, 2001).

2.5 Epidemiologia do Gênero *Taenia*

A ocorrência da teníase no homem é diretamente influenciada por princípios de higiene. A cisticercose bovina, por sua vez, tem origem nas más condições de manejo e, sobretudo, na contaminação ambiental provocada pelo próprio homem, hospedeiro da forma adulta da *T. saginata* (Germano & Germano, 2001).

Segundo Flisser et al. (2003) na América Latina a epidemiologia da cisticercose têm sido amplamente pesquisada, assim como em muitos países. No século passado as informações relativas a doença eram baseadas nos achados de necropsia. O autor enfatiza também que o desaparecimento da *T. solium* da maioria

dos países da Europa foi devido ao progresso na sanidade ambiental e agrícola e na inspeção das carcaças suínas. Infelizmente, esses procedimentos ainda não foram executados completamente em muitos países em desenvolvimento. nas Américas do Sul e Central as infecções ocorrem em 18 países (Schenone, 1982).

Os animais podem contaminar-se com os ovos de *Taenia* sp quando colocados diretamente em pastagens que tenham recebido adubação com o biossólido, infectando-se ao receber folhas de vegetais plantados em áreas adubadas com o lodo de esgoto. A alimentação pode ser tanto uma via indireta como direta de contaminação do homem e dos animais (Soccol & Paulino, 2000).

Os ovos das duas espécies de *Taenia* sp são morfologicamente semelhantes (Figura 1). Têm forma aproximadamente esférica, com 30 a 40 µm de diâmetro, porém de acordo com Gonzáles et al. (2002) é impossível diferenciar ovos de *Taenia saginata* e *Taenia solium*. O embrionamento dá-se ainda no útero, havendo no seu interior um embrião hexacanto que é infectante ao ser lançado no meio externo (Urquhart, 1990; Rey, 2001). Mais externamente é rodeado por uma dura camada de blocos piramidais de queratina (estrutura característica estriada radialmente) denominada embrióforo ou “casca do ovo” com 3 µm de espessura (Nieland, 1968).

De acordo com Rey (2001) o embrião dentro do ovo é tipicamente uma pequena esfera provida de três pares de acúleos, razão pela qual recebeu os nomes de oncosfera (do grego *onkos*, gancho) e de embrião hexacanto (do grego *hex*, seis, e *akantha*, espinho).

Notavelmente, ovos de *T. saginata* e *T. solium* e outras espécies de *Taenia* sp. são resistentes e podem sobreviver e permanecer infectivos por vários meses no meio ambiente (Hoberg, 2002).

De acordo com Lawson & Gemmell (1983) a longevidade dos ovos de tênia no meio ambiente são determinadas pela temperatura, umidade, precipitações e a interação com microrganismos.

Segundo Rey (2001) a capacidade de resistir às condições do meio ambiente evidencia-se quando se estuda o destino dos ovos de tênia nos esgotos. Verifica-se que os ovos suportam a maioria dos tratamentos de águas residuais, sendo encontrados no líquido decantado dos tanques de sedimentação e resistem ao processo fermentativo que se desenvolve no “sistema de lodos ativos”, cujo produto, denominado “lodo digerido seco” é utilizado como fertilizante orgânico.

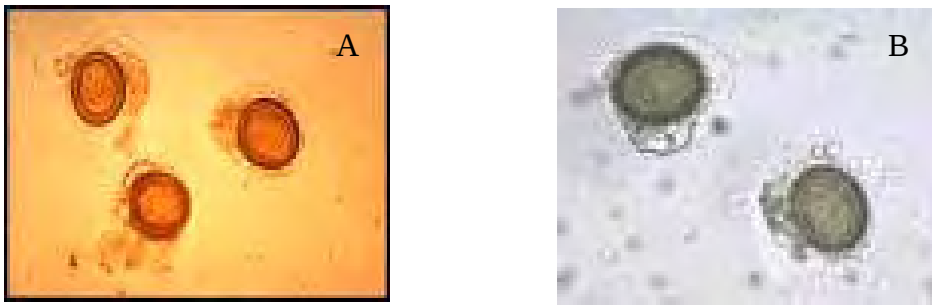


Figura 1. Ovos de *Taenia* sp.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi dividido em duas fases. Na primeira etapa foram avaliados diferentes tipos de materiais, para padronizar o tipo de filtro mais adequado às condições experimentais, que seriam utilizados na segunda etapa da pesquisa, quando foram analisadas amostras de lodo de esgoto.

As amostras de lodo de esgoto foram colhidas na unidade Aero Rancho Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Águas Guariroba, em Campo Grande-MS. A ETE utiliza o tratamento de digestão anaeróbia em sistema do tipo Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF), apresentado na Figura 2, que trata esgotos com características essencialmente domésticas. Após preenchimento do RALF o material era despejado no leito de secagem.



Figura 2 - Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF) da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), unidade Aero Rancho, Águas Guariroba, Campo Grande - MS

3.1 Padronização do Filtro para Pesquisa de Ovos de *Taenia* sp

3.1.1 Obtenção da Amostra Positiva

A amostra padrão positiva foi obtida a partir de uma proglote gravídica de *Taenia saginata*, mantida em solução fisiológica sob refrigeração à temperatura média de 5 °C. A proglote foi rompida em placa de Petri, com o auxílio de duas agulhas 0,45 x 13,0 mm. Em seguida, foi adicionado 1,0 mL de água destilada para a obtenção de uma solução de ovos, denominada amostra positiva. A solução obtida foi colocada em tubo de 15,0 mL e completado com 10,0 mL de água destilada.

O tubo contendo a amostra positiva foi centrifugado a 1.370 Gravidade (g) durante 15 minutos. O sobrenadante foi desprezado com auxílio de um sifão plástico, obtendo-se 1,0 mL de amostra positiva. Os ovos foram quantificados em

cinco lâminas contendo 10 µL de amostra positiva e 20 µL de água destilada, para a obtenção da média de ovos de *Taenia saginata* por amostra.

Tabela 1 - Número médio de ovos de *Taenia saginata* na amostra positiva diluída em água destilada

Lâmina	Número de ovos
A	1.629
B	1.741
C	1.631
D	2.263
E	1.865
Média ± Desvio Padrão	1.826 ± 263

3.1.2 Avaliação dos Tipos de filtros

Tendo em vista a dificuldade na escolha de um filtro comercial específico, que tivesse a capacidade de filtração de ovos de tênia (*T. saginata*), optou-se pela padronização de material que viesse atender o objetivo proposto. Escolheu-se dez materiais diferentes, relacionados abaixo:

Filtro A: Gaze estéril malha única medindo 91 m x 91 mm.

Filtro B: Gaze estéril malha dupla medindo 91 m x 91 mm.

Filtro C: Lenço de papel folha única Klin maxi[®] medindo 22,2 x 21,5 cm.

Filtro D: Lenço de papel folha dupla Klin maxi[®] medindo 22,2 x 21,5 cm.

Filtro E: Papel higiênico Neve[®] fino folha única medindo 30 m x 10 cm.

Filtro F: Papel higiênico Neve[®] fino folha dupla medindo 30 m x 10 cm.

Filtro G: Peneira plástica com malha dupla

Filtro H: Coador de papel Melitta[®].

Filtro I: Coador de nylon Melitta[®].

Filtro J: Coador de pano.

Foram utilizados dez baldes plásticos com capacidade de cinco litros, nos quais foram adicionados 1,0 litro de água destilada e 100 µL da solução de amostra positiva contendo ovos de *Taenia saginata*. O material obtido em cada balde foi homogeneizado e filtrado diretamente para vinte cálices de vidro, sendo dois cálices

para cada tipo de filtro (n=2). Os cálices foram cobertos com papel alumínio e as amostras deixadas em repouso para sedimentação por 24 horas.

O sobrenadante foi aspirado com o auxílio de sifão após o período de sedimentação, restando 20,0 mL de sedimento em cada cálice, sendo feita a ressuspensão da solução por agitação. A solução obtida foi transferida para tubos de Falcon (A e B), sendo dois tubos para cada tipo de filtro. O cálice foi novamente lavado com 10,0 mL de água destilada para a retirada de eventuais ovos que tivessem permanecido aderidos à sua parede.

Foi efetuada a centrifugação dos tubos A e B de cada amostra, durante 15 minutos a 1.370 g, de acordo com a técnica de Bailinger, modificado por Ayres e Duncan (Andreoli & Bonnet, 2000). Nos tubos A foi adicionado água destilada mais sulfato de zinco, de acordo com a técnica de Faust (Andreoli & Bonnet, 2000). Nos tubos B foi colocado apenas água destilada. Dos tubos A foram avaliadas três lâminas do líquido colhido da superfície (10 µL/lâmina) e três lâminas de sedimento. Dos tubos B, foram examinadas três lâminas de sedimento de cada tubo.

3.1.3 Teste dos Filtros com Lodo de Esgoto

Os testes dos filtros com lodo de esgoto foram realizados com cinco tipos de materiais, que permitiram a passagem de maior número de ovos de *Taenia saginata* da amostra positiva diluída em água destilada. Em baldes de cinco litros foram adicionados 1,0 L de lodo líquido, 1,0 L de água destilada, 100 µL da amostra positiva, 1,0 ml de tween 80 e homogeneizados. Após, foi realizada a filtração direta para os dez cálices dispostos com os cinco diferentes tipos de filtros a serem avaliados (n=2):

Filtro A: Papel higiênico Neve[®] fino folha única medindo 30 m x 10 cm.

Filtro B: Papel higiênico Neve[®] fino folha dupla medindo 30 m x 10 cm.

Filtro C: Peneira plástica com malha dupla.

Filtro D: Coador de nylon Melitta[®].

Filtro E: Coador de pano.

O material obtido foi homogeneizado e imediatamente filtrado. Após a sedimentação foi desprezado o sobrenadante com o auxílio de sifão, restando 14,0 mL de sedimento em cada cálice. Os respectivos sedimentos foram dispostos em tubos de Falcon e centrifugados por 15 minutos a 1.370 g. cada. Após a

centrifugação foram deixados nos tubos apenas 1,0 mL da amostra para determinação do número de ovos de helmintos. Foram avaliadas três lâminas de cada tubo de Falcon contendo 10,0 µL de sedimento com 100 µL de água destilada.

3.2 Colheita e Análise do Lodo de Esgoto da ETE Águas Guariroba

As colheitas do lodo foram efetuadas no leito de secagem após a descarga do RALF (Figura 3), nos dias 1, 15 e 30 respectivamente, sempre no período vespertino entre 17 e 18 horas. O material colhido no dia 1, ainda líquido, foi armazenado em garrafas plásticas secas e estéreis de 2,0 L. As amostras dos dias 15 e 30, em processo de secagem, foram colhidas e acondicionadas em sacos plásticos estéreis. Todo o material colhido foi transportado imediatamente ao laboratório para serem analisadas. Para a colheita das amostras seguiu-se as exigências mínimas, segundo a metodologia para análise parasitológica em lodo de esgoto (Soccol et al., 2000).

As amostras do primeiro dia (10,0 L) foram colhidas aleatoriamente de cada lado do leito de secagem (A e B). Já, as demais colheitas foram efetuadas pela retirada aleatória de 10 Kg de lodo seco das camadas superior e inferior, dispostos em sacos plásticos individuais contendo 1,0 Kg cada. As colheitas do lodo seco foram efetuadas sempre no mesmo horário e foram avaliados os seguintes parâmetros: 1) temperatura ambiente; 2) temperatura média da massa do lodo de esgoto e 3) contagem de ovos de *Taenia* sp.



Figura 3 – Lodo líquido depositado na caixa de decantação após permanência no Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado

3.2.1 Análise do Lodo Líquido

Do lodo líquido depositado na caixa de decantação foram colhidos 10,0 L (Figura 4), que foram divididos em dez baldes com capacidade para 5,0 litros cada, resultando em 1,0 L por balde. As amostras foram homogeneizadas e filtradas em 10 cálices, utilizando o filtro Papel higiênico Neve® fino folha única.

Os cálices foram cobertos com papel alumínio e as amostras mantidas em repouso para sedimentação por 24 horas. Foi desprezado o sobrenadante com o auxílio de um sifão. Foram dispostos 14,0 mL de sedimento em cada tubo de Falcon, totalizando 10 tubos, centrifugados por 15 minutos e novamente desprezado o sobrenadante, resultando para análise 1,0 mL de sedimento. Foram avaliados 10 μ L de sedimento diluído em 100 μ L de água destilada por lâmina, sendo analisadas três lâminas de cada amostra, totalizando 30 avaliações nesta fase do experimento.



Figura 4 – Caixa de decantação de lodo líquido após permanência no Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF)

3.2.2 *Análise do Lodo Sólido*

No 15º dia do experimento foram colhidos aleatoriamente 10,0 kg de lodo seco, sendo 5,0 kg de cada lado (A e B) do leito de secagem (Figura 5). As amostras foram homogeneizadas e pesadas em balança digital. O material foi subdividido em 20 baldes de 5,0 L, sendo 500 g de lodo seco para cada balde, totalizando 20 amostras. Após a divisão do lodo, em cada balde acrescentou-se 1,0 L de água destilada. O conteúdo foi homogeneizado e filtrado em 20 cálices com filtro de Papel higiênico fino folha única.



Figura 5 – Lodo de esgoto seco colhido aos 30 dias de secagem na caixa de decantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), unidade Aero Rancho, Águas Guariroba, Campo Grande - MS

Os cálices foram cobertos com papel alumínio e mantidos em repouso para sedimentação por 24 horas. Foi desprezado o sobrenadante com o auxílio de um sifão. Foi disposto 14 mL de sedimento em cada tubo de Falcon, centrifugado por 15 minutos e novamente desprezado o sobrenadante, resultando para análise 1,0 mL de sedimento. Foram avaliados 10 μ L de sedimento diluído em 100 μ L de água destilado por lâmina, sendo analisadas três lâminas de cada amostra, totalizando 60 lâminas desta fase do experimento. No trigésimo dia foi repetida a etapa acima resultando em 60 lâminas analisadas.

A temperatura da massa do lodo (Figura 6), assim como, a temperatura ambiente foi medida em todas as fases de colheitas.



Figura 6 – Medição da temperatura do lodo de esgoto seco colhido aos 30 dias de secagem

3.3 Análise dos Dados

Os resultados são apresentados de acordo com a estatística descritiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa do trabalho padronizou-se o tipo de filtro mais adequado às exigências do experimento.

A média de ovos de *Taenia saginata* por amostra, obtida mediante a avaliação de cinco lâminas confeccionadas com a amostra positiva foi 1826 ± 263 ovos (Tabela 1). Esta média foi considerada como padrão para avaliar os diferentes tipos de filtro utilizados no experimento.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados médios do número de ovos de *T. saginata* da avaliação de três lâminas, obtidas na superfície e no sedimento dos Tubos de Falcon, da amostra positiva diluída em água destilada submetidas aos diferentes tipos de filtros, utilizados para avaliar a passagem de ovos de *T. saginata*.

Observou-se que os vários tipos de filtros permitiram a passagem de ovos de *T. saginata*, sendo que o Papel higiênico Neve[®] fino folha única foi o filtro que permitiu a passagem do maior número de ovos de *T. saginata*, tanto no sedimento do tubo A, contendo sulfato de zinco, como no tubo B, com água destilada somente.

Tabela 2 - Número médio de ovos de *Taenia saginata* da amostra positiva diluída em água destilada mais sulfato de zinco (Tubo A) e água destilada (Tubo B) submetida a diferentes tipos de filtro (n=2)

Tipo de Filtro	Número de ovos		
	Tubo A		Tubo B
	Superfície	Sedimento	Sedimento
Gaze estéril malha única	-	1	-
Gaze estéril malha dupla	-	1	1
Lenço de papel folha única Klin maxi [®]	-	-	1
Lenço de papel folha dupla Klin maxi [®]	-	-	1
Papel higiênico Neve [®] fino folha única	1	4	74
Papel higiênico Neve [®] fino folha dupla	-	1	1
Peneira plástica malha dupla	-	2	1
Coador de papel Melitta [®]	-	-	1
Coador de nylon Melitta [®]	-	1	1
Coador de pano	-	-	2

Para a avaliação da amostra positiva diluída em lodo líquido foram escolhidos os cinco tipos de filtro, que permitiram a passagem do maior número de ovos de *T. saginata* observados na Tabela 2.

O critério de escolha dos filtros, foi baseado na somatória dos números médios de ovos de *T. saginata* encontrados nos sedimentos dos tubos de Falcon A e B, da amostra positiva diluída em água destilada. A gaze estéril malha dupla apresentou o mesmo número de ovos dos coadores de nylon e de pano. Entretanto, este tipo de filtro foi descartado, pelo fato da amostra diluída em lodo líquido permitir a passagem de elementos sólidos, os quais prejudicaram o processo de avaliação microscópica. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de ovos totais e de *Taenia saginata* da amostra positiva diluída em lodo líquido submetida a diferentes tipos de filtro (n=2)

Tipo de Filtro	Número de ovos	
	Total	<i>T. saginata</i>
Papel higiênico Neve [®] fino folha única	2	2
Papel higiênico Neve [®] fino folha dupla	1	-
Peneira plástica malha dupla	-	-
Coador de nylon Melitta [®]	-	-
Coador de pano	-	-

Nesta etapa do experimento ratificou-se que ovos de *T. saginata* passaram pelo filtro papel higiênico fino folha única com mais facilidade, sendo então o material adotado para a segunda etapa do experimento. A porosidade do material utilizado foi mais eficiente para reter partículas sólidas de maiores dimensões, portanto, o filtrado mostrou-se com aspecto limpo e adequado para a análise microscópica.

Na segunda etapa do experimento foram avaliadas as amostras de lodo líquido e sólido, colhidas nos dias 1, 15 e 30 do experimento, no período das 17 às 18 horas, no mês de janeiro de 2004.

Verificou-se que as temperaturas do ambiente e da massa do lodo (Tabela 4), estiveram abaixo da temperatura ideal para destruir os ovos de parasitas, que segundo Andreolli e Pegorini (1998) é de 60°C.

Tabela 4 - Temperatura ambiente e das camadas superior e inferior da massa de lodo no momento da coleta, medidas entre 17 e 18 horas durante o mês de janeiro de 2004

Dia da Colheita	Temperatura Ambiente (°C)	Temperatura Média da Massa de Lodo (°C)	
		Camada Superior	Camada Inferior
1	28,0	38,0	32,0
15	30,0	38,2	33,3
30	26,0	38,0	32,3

Este fato, provavelmente pode explicar a presença de ovos de helmintos aos 30 dias de tratamento, que estão apresentados na Tabela 5, encontrados após passagem do lodo de esgoto em filtro de Papel higiênico fino folha única. Os ovos foram classificados pelo seu gênero, segundo sua morfologia similar e assim denominados.

Tabela 5 – Número de ovos de helmintos encontrados em lodo de esgoto líquido e sólido, em diferentes dias de colheita, filtrados em filtro de Papel higiênico fino folha única

Helmintos*	Dia 1	Dia 15	Dia 30
<i>Ancylostoma</i>	2	6	19
<i>Ascarís</i>	8	14	2
<i>Dipylidium</i>	7	-	-
<i>Strongyloides</i>	1	-	-
<i>Taenia</i>	1	-	-
<i>Trichuris</i>	-	-	1

* Ovo de helmintos com morfologia similar a...

Ovos de helmintos com morfologia similar a ancilostomídeos e ascarídeos estiveram presentes em todas as colheitas do experimento. Os ovos de *Taenia* sp, *Trichuris*, *Dipylidium* e *Strongyloides* foram encontrados somente em uma das colheitas.

Pouco se conhece sobre a fauna helmíntica presente no esgoto e biossólidos das diferentes regiões brasileiras, entretanto sabe-se que os ovos de helmintos são muito resistentes e podem sobreviver por vários meses nesses materiais (Soccol & Paulino, 2000; Paulino et al., 2001).

Segundo Ferreira et al. (2003), os ovos de helmintos apresentam elevada resistência, principalmente dos ascarídeos. Temperaturas acima de 60°C são necessárias para a eliminação dos ovos de helmintos (Andreolli et al., 2000).

Observou-se também, que ovos de ancilostomídeos e ascarídeos foram encontrados em maior quantidade nas colheitas dos dias 15 e 30. Este resultado está de acordo com os encontrados pela EPA (1992) e Soccol et al. (1999). A presença de ovos de ascarídeos tem sido utilizada como indicador da qualidade

sanitária do lodo, por apresentarem elevada resistência em lodos tratados (Ferreira et al. 2003).

O número de ovos de nematóides (ancilostomídeos, ascarídeos, *Trichostrongylus*, *Trichuris* e *Strongyloides*) prevaleceu sobre os ovos de cestóides (*Dipylidium* e *Taenia*), com predominância de ancilostomídeos e ascarídeos (Tabela 5). A variação do número de ovos nos gêneros encontrados está relacionada a região geográfica de colheita, assim como ao perfil sócio-econômico dos habitantes onde as ETE's recebem o esgoto. Provavelmente, uma análise parasitológica das populações atendidas por esta ETE corroboraria com estes resultados.

Segundo Tsutiya (2001) as condições sócio-econômicas da população, assim como as condições sanitárias da região, presença de indústrias agro-alimentares e o tipo de tratamento do lodo de esgoto acabam influenciando a quantidade de patógenos presentes no lodo de esgoto. Essa variação quantitativa de patógenos pode estar relacionada com o tempo de permanência do lodo no leito de secagem, dificultando a comparação dos resultados, assim como a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento ao comparar a situação sanitária de ambos, podendo-se considerar que quanto melhor o padrão sanitário, menor a densidade de alguns patógenos no lodo, como os ovos de helmintos.

Inicialmente, o sistema para tratamento dos esgotos tinha como único objetivo a redução da matéria orgânica, reduzindo assim seu potencial poluidor. Porém, hoje se sabe da necessidade de efetuar também uma desinfecção eficaz do lodo, eliminando os microrganismos patogênicos e determinando sua utilização segura como adubo orgânico na agricultura, podendo assim descaracterizar o seu papel de agente veiculador de doenças (Cherubini et al., 2000).

No presente trabalho foram encontrados ovos de helmintos em números variados conforme o gênero (Tabela 5), indicando a necessidade de serem efetuados outros tratamentos químicos que, no entanto, onerariam o processo de produção. A simples presença de vírus, bactérias, cistos de protozoários no lodo não garante a contaminação de humanos e animais, pois para infectar os hospedeiros estes agentes patogênicos necessitam de uma dose mínima. Enquanto os helmintos necessitam de apenas um ovo viável (ovo embrionado para uns e larvas filarióides para outros) (Soccol & Paulino, 2000).

Os helmintos intestinais constituem um grave problema de saúde pública em diversas regiões do mundo. A presença destes microrganismos está associada,

quase sempre, ao baixo desenvolvimento econômico, carência de saneamento básico e falta de higiene (Carvalho et al., 2002). O efluente dos esgotos, mesmo dos previamente tratados, pode conter, portanto, ovos viáveis que se dispersam pelos rios e campos, quando há inundações, ou quando as águas são desviadas para irrigação (Rey, 2001).

Foram listados também outros achados como ácaros, coccídeos, larvas de nematódeos mortas e vivas, leveduras, oocisto e organismos de vida livre, que estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Organismos encontrados em lodo de esgoto submetidos ao filtro de Papel higiênico fino folha única, em diferentes dias de colheita

Tipo de Organismo	Dia 1	Dia 15	Dia 30
Ácaro	5	5	-
LMN*	-	63	12
LVN**	-	34	2
Levedura	10	5	1
Oocisto	25	16	7
OVL***	-	21	19

*LMN: Larva morta de nematódeo; **LVN: Larva viva de nematódeo; ***OVL: Organismos de vida livre

Os resultados apresentados na Tabela 6 demonstram que apesar do lodo de esgoto ter permanecido no leito de secagem durante 30 dias, ainda foi possível encontrar organismos que resistem a este período de tratamento. A presença desses patógenos indica que o período de permanência do lodo no leito de secagem poderá ser aumentado, assim como deverá ser efetuado o revolvimento do material para possibilitar uma secagem melhor e tornar o ambiente menos favorável ao desenvolvimento de agentes patógenos. O tempo maior de secagem, associado a um tratamento químico, possivelmente, poderia proporcionar um produto com menor concentração de microrganismos.

O aproveitamento do lodo de esgoto avaliado neste experimento deverá ser feito de forma criteriosa, preferencialmente, em culturas onde a parte comestível

não esteja em contato direto com o biossólido, como por exemplo, cana-de-açúcar ou espécies florestais.

5. CONCLUSÃO

O Papel higiênico Neve® fino folha única foi eficaz para a filtração de ovos de *Taenia* sp e outros ovos de helmintos existentes em lodo de esgoto, mostrando-se adequado e de baixo custo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABDUSSALM, M. **El problema de la teniasis-cisticercosis**. Washington: Organizacion Panamericana de la Salud, 1975. (Publicacion cientifica, 295).

ACHA, P.N., SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmissibles comunes al hombre y a los animales**. 2 ed. Washington: Organizacion Panamericana de la Salud, 1996. (Publicacion cientifica, n. 505)

ALUJA, A.S.de; VILLALOBOS, A.N.M. Cisticercosis por *Taenia solium* en cerdos de México. **Veterinaria México.**, v.31, n.3, p.239-244, 2000.

ANDREOLI, C.V., BONNET, B.R.P. **Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto**. Curitiba: SANEPAR, 2000. 86p.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 22p.
BIOSIS. **Serial sources for the BIOSIS preview database**. Philadelphia, 1996. 468p.

ANDREOLI, C.V., PEGORINI, E.S. Gestão de biossólidos: situação e perspectiva. In: I SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS DO MERCOSUL. **Anais...**Curitiba, 1998. CD-ROM.

ANDREOLI, C.V., PEGORINI, E.S. Gestão pública do uso agrícola do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Eds). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.281-312.

ANDREOLI, C.V., FERREIRA, A.C., TELES, C.R., CHERUBINI, C., BERNET, P.M., FAVARIN, F., CASTRO, L.A.R. de. Operacionalização das alternativas de desinfecção e secagem de lodo digerido anaerobicamente. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO. **Anais...**Vitória, 2000. p.1-11.

BALLARIS, A.L. **Estudo da resistência de ovos de *Taenia saginata* submetidos a diferentes temperaturas e intervalos de tempo através da prova de viabilidade da oncosfera**. 2003. 66p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

CARVALHO, P.C.T., CARVALHO, F.J.P.C. Legislação sobre biossólidos. In: TSUTYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T de; MELFI, A.J., MELO, W.J. de; MARQUES, M.O. (Eds) **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.209-226.

CARVALHO, O.S., GUERRA, H.L., CAMPOS, Y.R., CALDEIRA, R.L., MASSARA, C.L. Prevalência de helmintos intestinais em três mesorregiões do Estado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.35, n.6, p.597-600, nov-dez. 2002.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Aplicação de biossólidos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – Critérios para projeto e operação (4.230): Manual Técnico, CETESB, São Paulo, 1999. 32p.

CHERUBINI, C., FERREIRA, A.C., TELES, C.R., ANDREOLI, C.V. Avaliação de parâmetros para desinfecção e secagem do lodo de esgoto através da temperatura. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO. **Anais...** Vitória, 2000. CD-ROM.

CÔRTEZ, J. A. Complexo teníase humana – Cisticercose bovina e suína. I Teníase humana. **Revista Educação Continuada - CRMV-SP**, v.3, n.1, p.55-61, 2000.

CRUZ, M., DAVIS, A., DIXON, H., PAWLOWSKI, Z.S., PROANO, J. Operational studies on the control of *Taenia solium* *Taeniasis*/ cysticercosis in Ecuador, **Bulletin of the World Health Organization**. V. 67, n.4, p.401-407. 1989.

CRUZ, M., DAVIS, A., DIXON, Z.S., PAWLOWSKI, PROANO, J. Estudios Operativos sobre el Control de la Teniasis/Cisticercosis por *Taenia solium* en el Ecuador, **Boletim Oficina Sanitaria Panamericana**. v. 108, n.2, p.113-122. 1990.

DAVID, A.C. **Secagem térmica de lodos de esgoto. Determinação da umidade de equilíbrio**. 2002. 151p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Control of Pathogens and vector attraction in sewage sludge under 40CFR part 503**. Washington: Office of Water/ Office of Science and Technology Sludge/ Risk Assessment Branch, 1992.

FERNANDES, F. Estabilização e higienização de biossólidos. In: BETTIOL, W., CAMARGO, O.A. (Eds). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.45-67.

FERREIRA, A.C., ANDREOLI, C.V., FRANÇA, M., CHERUBINI, C. Desinfecção e secagem térmica do lodo de esgoto anaeróbio em leito de secagem pelo uso de biogás. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Joinville, 2003. CD-ROM.

FLISSER, A., SARTI, E., LIGHTOWLERS, M.W., SCHANTZ, P. Neurocysticercosis: regional status, epidemiology, impact and control measures in the Americas. **Acta Tropica**, 87, p. 43-51, 2003.

GERMANO, P.M.L., GERMANO, M.I.S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. São Paulo: Varela, 2001. 629p.

HESPANHOL, I. Biossólido, meio ambiente e saúde pública. Critérios para o estabelecimento de diretrizes. In: TSUTYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T de; MELFI, A.J., MELO, W.J. de; MARQUES, M.O. (Eds). **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.273-287.

HESPANHOL, I., PROST, A.M.E. WHO Guidelines and national standards for reuse and water quality. **Water Research**., v.28, n.1, 1994

HOBERG, E.P. *Taenia* tapeworms: their biology, evolution and socioeconomic significance. **Microbes and Infection: a Journal on infectious Agents and Host Defenses**, Beltsville, 2002 (In Press).

LAWSON, J.R., GEMMELL, M.A. Hydatidosis and Cysticercosis: The Dynamics of Transmission. **Advances in Parasitology**., v.22, p.261-308, 1983.

LIGHTOWLERS, M.W., ROLFE, R., GAUCI, C. G. *Taenia saginata*: Vaccination against Cysticercosis in Cattle with Recombinant Oncosphere Antigens., **Experimental Parasitology**, 84, p.330-338, 1996.

MAGALHÃES, N.F., NUNES, A.B.A, OVRUSKI DE CEBALLOS, B.S., KONIG, A. Principais impactos nas margens do baixo Rio Bodocongó – PB, decorrentes da irrigação com águas poluídas com esgotos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2001. p.1-10.

MENDONÇA, L.C. **Microbiologia e cinética de sistema de lodos ativados como pós-tratamento de efluente de reator anaeróbio de leito expandido**. 2002. 240p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

MIKI, M.K.; ANDRIGUETI, E.J.; SOBRINHO, P.A.. Tratamento da fase sólida em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T de; MELFI, A.J., MELO, W.J. de; MARQUES, M.O. (Eds) **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.41-87.

MINOZZO, J.C., GUSSO, R.L.F., CASTRO, E.A., LAGO, O., SOCCOL, V.T. Experimental bovine infection with *Taenia saginata* eggs: recovery rates and cysticerci location. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.45, n.4, p.451-455, dec. 2002.

PAULINO, R.C., CASTRO, E.A., SOCCOL, V.T. Tratamento anaeróbio de esgoto e sua eficiência na redução da viabilidade de ovos de helmintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**., v.34, n.5, p.421-428, set-out. 2001.

PEGORINI, E.S., ANDREOLI, C.V., SOUZA, M.L.P. Desenvolvimento de um sistema de avaliação da aptidão de solos e de impactos ambientais para a disposição agrícola do lodo de esgoto. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO de CIÊNCIAS do SOLO. **Anais...** Londrina, 2001. CD-ROM.

QUEIROZ, R.P.V., SANTOS, W.L.M., BARBOSA, H.V., SOUZA, R.M., SANTOS FILHO, A.M.P. A importância do diagnóstico da cisticercose bovina. **Higiene Alimentar**, Belo Horizonte, v.11, p. 12-5, 2000.

REY, L. Tênia e teníases. **Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 519p.

SANTOS, A.D. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo**. 2003. 265p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHENONE, H. Epidemiology of human cysticercosis in Latin América. In: FLISSER, A. et al. (Eds). **Cysticercosis present state of knowledge and perspectives**. New York: Academic Press, 1982. p.25-38.

SOBRINHO, P.A., Tratamento de esgoto e geração de lodo. In: TSUTYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T de; MELFI, A.J., MELO, W.J. de; MARQUES, M.O. (Eds). **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.7-40.

SOCCOL, V.T., PAULINO, R.C. Riscos de contaminação do agroecossistema com parasitos pelo uso do lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Eds). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.245-258.

STRAUS, E.L. Normas da utilização de lodos de esgoto na agricultura. In: BETTIOL, W., CAMARGO, O.A. (Eds). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.215-220.

SOCCOL,V.T.; PAULINO, R.C.; CASTRO, E.A. Agentes Patogênicos: helmintos e protozoários. In: ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos: transformando problemas em soluções**. 1999. p.156-179.

TSUTIYA, M.T. Tecnologias emergentes para a disposição final de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO de ENGENHARIA SANITÁRIA e AMBIENTAL. ABES, **Anais...** Rio de Janeiro. 1999. 10p.

TSUTIYA, M.T. Características de bio sólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTYA, M.T., COMPARINI, J.B., SOBRINHO, P.A., HESPANHOL, I., CARVALHO, P.C.T., MELFI, A.J., MELO, W.J., MARQUES, M.O. (Eds)

Bio sólidos na Agricultura. São Paulo: SABESP, 2001. p.89-131.

URQUHART, G.M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; DUNN, A.M.; JENNINGS, F.W.

Parasitologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1990.306p.

WORLD DEVELOPMENT REPORT - WDR. **Development and the environment.**

Oxford, University Press, 1992. 134 p.

WEF – Water Environmental Federation. **Operation of municipal wastewater treatment plants.** Manual of practise. 5 ed. Alexandria, 1996.

WHO – World Health Organization. **Guidelines for drinking water quality.** v.1. Recommendations. Geneva, 1984.

VERÁSTEGUI, M., GONZÁLES, A., GILMAN, R.H., GAVIDIA, C., FALCÓN, N., BERNAL, T., GARCIA, H.H., Cysticercosis Working Group in Peru. Experimental infection model for *Taenia solium* cysticercosis in swine. **Veterinary Parasitology**, v.27, p.1311-4, 1997.

TSUTIYA, M.T. Características de bio sólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTYA, M.T., COMPARINI, J.B., SOBRINHO, P.A., HESPANHOL, I., CARVALHO, P.C.T., MELFI, A.J., MELO, W.J., MARQUES, M.O. (Eds)

Bio sólidos na Agricultura. São Paulo: SABESP, 2001. p.89-131.

URQUHART, G.M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; DUNN, A.M.; JENNINGS, F.W.

Parasitologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1990.306p.

WORLD DEVELOPMENT REPORT - WDR. **Development and the environment.**

Oxford, University Press, 1992. 134 p.

WEF – Water Environmental Federation. **Operation of municipal wastewater treatment plants.** Manual of practise. 5 ed. Alexandria, 1996.

WHO – World Health Organization. **Guidelines for drinking water quality.** v.1. Recommendations. Geneva, 1984.

VERÁSTEGUI, M., GONZÁLES, A., GILMAN, R.H., GAVIDIA, C., FALCÓN, N., BERNAL, T., GARCIA, H.H., Cysticercosis Working Group in Peru. Experimental infection model for *Taenia solium* cysticercosis in swine. **Veterinary Parasitology**, v.27, p.1311-4, 1997.