

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Saúde Pública
Departamento de Saúde Ambiental

**Análise parasitológica em esgotos tratados
utilizados na agricultura**

Jeferson Gaspar dos Santos

**Dissertação apresentada ao programa de Pós
Graduação em Saúde Pública para a obtenção
do título de Mestre em Saúde Pública.**

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientadora: Prof^ª Dra. Silvana Audrá Cutolo

São Paulo

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

SANTOS JG

Análise parasitológica em esgotos tratados utilizados na agricultura

MESTRADO
FSP-USP
2010

Análise parasitológica em esgotos tratados utilizados na agricultura

Jeferson Gaspar dos Santos

**Dissertação apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Saúde Pública da
Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Saúde Pública.**

Área de Concentração: Saúde Ambiental

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Audrá
Cutolo**

São Paulo

2010

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida **exclusivamente** para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese/dissertação.

À minha esposa Fabiana, aos meus pais Sonia e Neno, minha irmã Paula e minha sobrinha Isabela pelo apoio e paciência durante todo este processo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, por me dar todas as possibilidades necessárias para a chegada até aqui.

A Prof. Dra. Silvana Audrá Cutolo por ter me orientado em mais uma etapa de grande importância na minha formação.

A todo o grupo do NUPEGEL/ESALQ/USP em nome do Prof. Dr. Adolpho José Melfi coordenador do projeto temático financiado pela FAPESP (Processo 04/14315-4) intitulado “Uso de efluentes de esgotos tratados por processos biológicos em lagoas de estabilização, reatores UASB e lodos ativados em solos agrícolas”

Ao professor Roque Passos Piveli do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, por permitir a utilização dos laboratórios daquela casa na realização desta pesquisa.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e a Subcomissão de Bolsas da CPG, em nome da Prof^a Claudia Roberta de Castro Moreno, pela concessão deste benefício.

Ao aluno de doutorado Gilberto Sundefeld, pela coleta de amostras e pelo auxílio prestado no aprendizado dos sistemas de tratamento de esgoto.

Aos amigos do laboratório de saneamento Fabio Campos, Laerte Carvalho, Humberto Ruggieri, Luciano e Carolina, pela troca de experiências e pelas assistências.

À secretaria da Pós-Graduação da FSP- USP, em nome de Ângela Andrade, pelo pronto atendimento na elucidação de minhas dúvidas quanto aos protocolos e prazos a serem seguidos.

As alunas de iniciação científica Carolina Martins e Thaila Souza, pelo auxílio prestado nas atividades no laboratório.

Ao Alex Cassenote pela assistência na realização dos cálculos estatísticos.

“Possuímos em nós mesmos pelo pensamento e a vontade um poder de ação que se estende muito além dos limites de nossa esfera corpórea.”

Allan Kardec

RESUMO

A diminuição da disponibilidade de água de boa de qualidade em nível mundial é resultado, entre outros fatores, do consumo elevado exercido pela agricultura irrigada. A fim de minimizar os impactos ocasionados por essa atividade aos recursos hídricos, muitos países demonstram a viabilidade do emprego de efluentes de esgoto tratado na agricultura. Contudo, esta prática oferece riscos à saúde pública através dos organismos patogênicos capazes de sobreviver no esgoto. Entre estes patógenos a OMS destaca os protozoários e os helmintos parasitas do homem, pelo fato de apresentarem maior período de sobrevivência em condições adversas e alto poder de infecção. O presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento qualitativo e quantitativo dos parasitas intestinais de importância sanitária presentes no esgoto afluente, no efluente tratado e no efluente desinfetado de duas estações de tratamento localizadas na cidade de Piracicaba. A ETE Cecap é composta por um sistema australiano com uma lagoa anaeróbia, lagoas facultativas primária e secundária e tratamento por filtração e desinfecção por cloração. A ETE Piracicamirim é constituída por reatores UASB seguidos por lagoa aerada, decantadores secundários de lodo ativado, tratamento por filtro de areia e desinfecção por radiação ultravioleta. Entre maio de 2008 e dezembro de 2009 foram coletadas amostras do esgoto bruto e dos efluentes tratado e desinfetado, seguindo as orientações de AYRES e MARA (1996). As técnicas de preparo e análises parasitológicas foram realizadas segundo YANKO (1987) e WHO (1999). A ETE Cecap apresentou uma frequência de amostras positivas de 40% para o efluente desinfetado, sendo *Toxocara* sp o parasita mais presente com 46,17 ovos/l. A média de ovos de helmintos para o período de estudo foi 3,78 ovos/l de efluente desinfetado. A ETE Piracicamirim apresentou uma frequência de 100% para o efluente desinfetado. *Ascaris* sp foi o parasita mais encontrado nos três pontos de coleta. A média de ovos de helmintos para o período foi de 0,89 ovos/l de efluente desinfetado. A ETE Cecap não apresentou um efluente final propício à utilização na irrigação. Já o efluente proveniente da ETE Piracicamirim atende as recomendações da WHO (2006), para a presença de ovos de helmintos, para utilização na irrigação irrestrita.

Descritores: protozoários, helmintos, reúso de água, tratamento de esgoto, saúde pública.

ABSTRACT

Decreased availability of good water quality worldwide is a result, among other factors, high consumption exerted by irrigated agriculture. In order to minimize the impacts caused by this activity to water, many countries demonstrate the viability of using treated sewage effluent in agriculture. However, this practice provides a public health risk through the pathogens can survive in sewage. Among these pathogens, WHO stresses the protozoa and helminths of human, because they presented greater period of survival in adverse conditions and high power of infection. This paper aims to evaluate the quality and quantity of intestinal parasites of sanitary importance present in the raw sewage in the treated effluent and disinfected from two treatment plants located in the city of Piracicaba. The sewage treatment plant CECAP comprises an Australian system with an anaerobic pond, facultative ponds primary and secondary treatment by filtration and disinfection by chlorination. The sewage treatment plant Piracicamirim consists of UASB followed by aerated lagoon, activated sludge secondary clarifiers, treatment by sand filter and disinfection by ultraviolet radiation. Between May 2008 and December 2009 were collected and samples of raw sewage effluent treated and disinfected, following the guidelines of AYRES and MARA (1996). The techniques of preparation and analysis were performed according parasitological YANKO (in 1987) and WHO (1999). CECAP showed rates of positive samples of 40% for the effluent disinfected with *Toxocara* sp parasite more present with 46.17 eggs/l. The mean helminths eggs for the study period was 3.78 eggs/l effluent disinfected. Piracicamirim showed rates of 100% for the effluent disinfected. *Ascaris* sp was the parasite most commonly found in the three collection sites. The mean helminths eggs for the period was 0.89 eggs/l effluent disinfected. CECAP not produced a final effluent suitable for irrigation use. Already the effluent from the sewage treatment plant Piracicamirim meets the recommendations of WHO (2006), for the presence of helminths eggs for use in unrestricted irrigation.

Key words: protozoa, helminths, water reuse, wastewater treatment, public health.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 IRRIGAÇÃO E ESCASSEZ DE ÁGUA.....	1
1.2 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO	4
1.3 RISCOS A SAÚDE	6
1.4 DOENÇAS PARASITÁRIAS	7
1.4.1 DOENÇAS TRANSMITIDAS POR PROTOZOÁRIOS	10
1.4.2 DOENÇAS CAUSADAS POR HELMINTOS	11
1.5 O ECOSSISTEMA E A TRANSMISSÃO DAS DOENÇAS	15
1.6 REGULAMENTAÇÕES DO REÚSO DE ÁGUAS	23
1.7 REVISÃO DA LITERATURA.....	31
2. OBJETIVO	36
2.1 OBJETIVO GERAL	36
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	37
3. JUSTIFICATIVA	37
4. MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1. ÁREA DE ESTUDO	43
4.2. COLETA DAS AMOSTRAS	48
4.3. TÉCNICAS DE ANÁLISE PARASITOLÓGICAS EM AMOSTRAS AMBIENTAIS	48
4.4 EXPRESSÃO DOS RESULTADOS	50
4.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	51
5. RESULTADOS	52

5.1 ETE CECAP	52
5.1.1 RESULTADOS QUALITATIVOS	53
5.1.2 RESULTADOS QUANTITATIVOS.....	55
5.1.3 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DOS PARASITOS INTESTINAIS	58
5.1.4 RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS	59
5.1.5 RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	60
5.2. ETE PIRACICAMIRIM.....	61
5.2.1 RESULTADOS QUALITATIVOS	62
5.2.2 RESULTADOS QUANTITATIVOS.....	63
5.2.3 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DOS PARASITOS INTESTINAIS	67
5.2.4 RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS	68
5.2.5 RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	69
5.3 DADOS ESTATÍSTICOS	70
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO	79
7. CONCLUSÃO	92
8. RECOMENDAÇÕES	92
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
APÊNDICE:	109
FOTOS DAS ESTRUTURAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS NAS AMOSTRAS DE ESGOTO TRATADO. ...	109
CURRICULO LATES DO AUTOR	117
CURRICULO LATES DO ORIENTADOR	118

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA DOS HELMINTOS INTESTINAIS NAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS, SOLO E PLANTAÇÕES	23
TABELA 2 - DIRETRIZES DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA RECOMENDADA PARA ESGOTOS TRATADOS UTILIZADOS PARA A IRRIGAÇÃO DE CULTURAS AGRÍCOLAS ^a .	24
TABELA 3- DATAS DAS COLETAS REALIZADAS NA ETE CECAP.....	53
TABELA 4 - PARASITOS ENCONTRADOS NAS AMOSTRAS DA ETE CECAP	53
TABELA 5 - PONTOS DE COLETA COM PRESENÇA DE PARASITOS NA ETE CECAP	54
TABELA 6- VALORES DE PARASITOS ENCONTRADOS NO ESGOTO BRUTO DO SISTEMA CECAP.....	55
TABELA 7 VALORES DE PARASITOS ENCONTRADOS NO EFLUENTE TRATADO DO SISTEMA CECAP.....	56
TABELA 8 VALORES DE PARASITOS ENCONTRADOS NO EFLUENTE DESINFETADO DO SISTEMA CECAP	57
TABELA 9 - RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS DA ETE CECAP.....	60
TABELA 10 - RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ETE CECAP, PIRACICABA NOS ANOS DE 2008 E 2009	61
TABELA 11 - DATAS DAS COLETAS REALIZADAS NA ETE PIRACICAMIRIM	62
TABELA 12 - PARASITOS ENCONTRADOS NAS AMOSTRAS DA ETE PIRACICAMIRIM, PIRACICABA NOS ANOS DE 2008 E 2009	62
TABELA 13 - PONTOS DE COLETA COM PRESENÇA DE PARASITOS.....	63

TABELA 14 - VALORES DE PARASITOS ENCONTRADOS NO ESGOTO BRUTO DO SISTEMA PIRACICAMIRIM, PIRACICABA NOS ANOS DE 2008 E 2009	64
TABELA 15 - VALORES DE PARASITOS ENCONTRADOS NO EFLUENTE TRATADO DO SISTEMA PIRACICAMIRIM, PIRACICABA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	65
TABELA 16 - VALORES DE PARASITOS ENCONTRADOS NO EFLUENTE DESINFETADO DO SISTEMA PIRACICAMIRIM, PIRACICABA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	66
TABELA 17 - RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS ETE PIRACICAMIRIM	68
TABELA 18 - RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DA ETE PIRACICAMIRIM.....	69
TABELA 19 - CORRELAÇÃO ENTRE AS FORMAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS E OS INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS NO ESGOTO BRUTO DA ETE CECAP	74
TABELA 20 - CORRELAÇÃO ENTRE AS FORMAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS E OS INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS NO EFLUENTE TRATADO DA ETE CECAP	75
TABELA 21 - CORRELAÇÃO ENTRE AS FORMAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS E OS INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS NO EFLUENTE DESINFETADO DA ETE CECAP.....	76
TABELA 22 - CORRELAÇÃO ENTRE AS FORMAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS E OS INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS NO ESGOTO BRUTO DA ETE PIRACICAMIRIM.....	77

TABELA 23 - CORRELAÇÃO ENTRE AS FORMAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS E OS INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS NO EFLUENTE TRATADO DA ETE PIRACICAMIRIM.....	78
---	----

TABELA 24 - CORRELAÇÃO ENTRE AS FORMAS PARASITÁRIAS ENCONTRADAS E OS INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS NO EFLUENTE DESINFETADO DA ETE PIRACICAMIRIM	79
--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA	44
FIGURA 2 - VISTA GERAL DA ETE CECAP	45
FIGURA 3 - VISTA AMPLIADA DA ETE CECAP E CAMPO DE CULTIVO DE CANA-DE- AÇÚCAR	45
FIGURA 4 - VISTA GERAL DA ETE PIRACICAMIRIM.....	47
FIGURA 5 - VISTA AMPLIADA DA ETE PIRACICAMIRIM E CAMPO DE CULTIVO DE LARANJA.....	47
FIGURA 6 - PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS.....	49
FIGURA 7 - EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE PARASITOS NO SISTEMA CECAP	59
FIGURA 8 - EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE PARASITOS NO SISTEMA PIRACICAMIRIM	67
FIGURA 9- PARASITOS DE IMPORTÂNCIA SANITÁRIA COM MAIOR FREQUÊNCIA NO ESGOTO BRUTO DAS ETES PIRACICAMIRIM E CECAP.....	71
FIGURA 10 - PARASITOS DE IMPORTÂNCIA SANITÁRIA COM MAIOR FREQUÊNCIA NO EFLUENTE TRATADO DAS ETES PIRACICAMIRIM E CECAP.....	72
FIGURA 11 - PARASITOS DE IMPORTÂNCIA SANITÁRIA COM MAIOR FREQUÊNCIA NO EFLUENTE DESINFETADO DAS ETES PIRACICAMIRIM E CECAP	73
FIGURA 12 - CISTO DE ENTAMOEBA SPP.VISTO EM MICROSCÓPIO ÓPTICO COMUM EM AUMENTO DE 100X.....	109
FIGURA 13- CISTO DE ENTAMOEBA SPP VISTO EM MICROSCÓPIO ÓPTICO COMUM EM AUMENTO DE 100X.....	110

FIGURA 14 - Ovo fértil de <i>Ascaris</i> visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.....	111
FIGURA 15 - Ovo fértil de <i>Ascaris</i> visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.....	112
FIGURA 16 - Cisto de <i>Giardia duodenalis</i> visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.....	113
FIGURA 17 - Larva de helminto visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.....	114
FIGURA 18 - Ovo larvado de <i>T. trichiura</i> visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.....	115
FIGURA 19 - Ovo de <i>T. trichiura</i> visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.....	116

SIGLAS UTILIZADAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DALY - Disability Adjusted Life Year

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EET – Efluente de esgoto tratado

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

L/s – Litros por segundo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OMS - Organização Mundial da Saúde

P/L – Parasitos por litro

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico

QMRA – Quantitative Microbial Risk Assessment

RALF – Reatores Anaeróbios de Leito Fluidizado

SST – Sólidos em Suspensão

ST - Sólidos Totais

TCC – Tanque de Contato de Cloro

TDH - Tempo de Detenção Hidráulica

UASB - Upflow anaerobic sludge blanket

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

WHO – World Health Organization

1. INTRODUÇÃO

1.1 IRRIGAÇÃO E ESCASSEZ DE ÁGUA

Em todo o mundo, devido a sua escassez, existe uma crescente competição pelo uso da água entre os diversos setores da sociedade. O consumo de água na agricultura é considerado elevado quando comparado aos outros tipos de uso exercidos pelo homem, podendo afetar a disponibilidade deste recurso para a população urbana se este não for bem administrado.

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (MI, 2008) “água azul” aquela que é medida, controlada e objeto da gestão dos recursos hídricos, sendo também utilizada para atender aos diversos usos da sociedade. Cita ainda que 3.830 Km³ desta água sejam captados em níveis globais e 2.644 Km³ são destinados à agricultura.

Vários países, localizados tanto em regiões áridas como úmidas, têm mostrado a viabilidade da utilização dos efluentes de esgotos tratados (EET) na irrigação, de forma sustentável. A utilização de esgotos domésticos, com base na reutilização dos nutrientes originários da decomposição da matéria orgânica, a fim de beneficiar o crescimento das culturas agrícolas, mostra-se uma atividade promissora, sobretudo nas condições encontradas em nosso país (TONON, 2007).

Os sistemas de tratamento de esgoto, sobretudo aqueles que utilizam processos biológicos, geram dois subprodutos: o lodo de esgoto e o efluente de esgoto tratado (EET). O resíduo semi-sólido, denominado de lodo de esgoto, tem sido disposto com frequência em aterros sanitários, incinerado e utilizado

na agricultura como adubo. O EET, também denominado de água residuária, consiste em um subproduto líquido do tratamento de esgoto, cujo destino final normalmente tem sido os cursos d' água.

Alternativamente, ao lançamento dos efluentes nos corpos hídricos, estes subprodutos podem ser dispostos no solo. Atividade, que, segundo SOUZA (2005), foi e ainda é empregada de forma muito intensa pelo homem. Podendo ser realizada através dos sistemas de irrigação, infiltração ou escoamento à superfície.

Os métodos de infiltração e escoamento à superfície objetivam, primeiramente, um tratamento adicional ao esgoto ou efluente, além de permitir alguma produção de cultura. Na irrigação, tem-se o objetivo de otimizar o uso da água e dos nutrientes, presentes nos esgotos ou efluentes, para a produção de culturas. Os métodos mais utilizados nestes casos são: irrigação por aspersão, gotejamento superficial e sub-superficial, irrigação por sulcos e canais e irrigação por inundação (SOUZA, 2005).

SOUZA (2005) demonstra como benefícios da disposição de esgotos ou efluentes no solo a proteção do corpo hídrico receptor, a utilização do potencial hídrico de uma fonte não convencional de água, utilização dos nutrientes presentes no esgoto e um possível retorno financeiro devido à comercialização de culturas. O autor ressalta ainda o baixo custo de implantação e manutenção de um sistema de polimento de efluente ou tratamento de esgoto por disposição no solo, por não necessitar de tecnologia importada, equipamentos e edificações.

Dependendo da carga orgânica lançada, o ambiente pode ter condições de receber e decompor os compostos em níveis que não causem danos ao

ecossistema local e circunvizinho. Isto porque alguns processos naturais têm condições de promover o tratamento dos esgotos, desde que não ocorra sobrecarga e haja boas condições ambientais que permitam a evolução, reprodução e crescimento de organismos que decompõem e estabilizam a matéria orgânica.

Os microrganismos presentes no solo são responsáveis pela redução parcial da matéria orgânica proveniente do esgoto tratado e atuam com maior intensidade nos primeiros 10 a 15 cm de profundidade. Esta ação tem períodos distintos para cada tipo de composto a ser tratado, sendo os mais simples, como a glicose, degradados em poucos minutos e os agregados complexos, em até cem anos. O tamanho relativamente grande das bactérias, dos protozoários e dos helmintos (ovos), maior que 25 micra, resulta numa remoção altamente eficiente através da filtração física nos solos, e pela atividade microbiológica na primeira camada orgânica de aproximadamente 1,0 cm de espessura (PAGANINI, 1997).

A taxa de aplicação nos cultivos agrícolas deve ser adaptada às necessidades específicas da cultura em questão assim como outras características do sistema. Um ponto importante que favorece a utilização de EET na irrigação de culturas é o fato do solo, juntamente com as plantas, atuarem como “filtro vivo”, absorvendo e retendo nutrientes e poluentes. Portanto, os efluentes que causam impacto negativo ao ambiente, quando lançados diretamente nos corpos d’água, podem ser utilizados como fonte de água e de nutrientes para o sistema solo-planta (FEIGIN e col., 1978). A qualidade requerida a esse efluente depende do uso previsto, sendo, portanto, fundamentais estudos que visam sua determinação (FONSECA, 2001).

1.2 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Os primeiros indícios de aproveitamento de água residuária para reúso na agricultura remontam há mais de 5000 anos. Nos meados do século XIX surgiram as fazendas de esgoto em Edinburg e, posteriormente em Londres, Manchester e em outras principais cidades do Reino Unido. Estas fazendas eram utilizadas como forma de tratamento para manter as águas superficiais livres de patógenos. Com a introdução dos sistemas de captação de águas servidas em algumas cidades européias e norte americanas, no século XIX, tem início a irrigação com águas residuárias (SOUZA, 2005).

Em 1865 é publicado na Inglaterra “First Royal Commission”, o qual regulamentava a utilização de dejetos na agricultura. Em Paris, entre 1868 e 1904, foram interrompidas as descargas de esgotos no rio Sena para aplicação em propriedades rurais. Em Melbourne, Austrália, no ano de 1897, os esgotos gerados eram utilizados na irrigação de pasto para gado e ovelhas segundo Shuval (1986), citado por RAZZOLINI (2003).

No início do século XX, constata-se um declínio desta prática, decorrente de uma combinação de fatores como: a preocupação com a saúde, devido à possibilidade da transmissão de doenças por vegetais irrigados com esgoto bruto; e o crescimento das cidades, que ao atingirem os limites das fazendas passaram a sofrer com o odor ali gerado. Por volta de 1912, é completamente abandonada nos países urbanizados com a descoberta da possibilidade de tratamento por processos biológicos que exigiam menos área, como o de lodo ativado. E, após a Segunda Guerra Mundial, cientistas e engenheiros interessaram-se em desenvolver o reúso de águas residuárias tanto em países industrializados quanto nos em desenvolvimento (SOUZA, 2005).

No Brasil entre as décadas de 30 a 50, várias estações de tratamento de esgoto (ETEs), principalmente no estado de São Paulo, utilizavam os tanques Imhoff, tendo como tratamento complementar o filtro biológico seguido de decantador secundário, para populações inferiores a 10.000 habitantes. Esta foi, possivelmente, a primeira combinação de sistema depurador de esgoto sanitário com o uso de pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. A maioria destas ETES acabou abandonada, após relativamente pouco tempo de implantação, por falta de operação adequada (SOBRINHO e JORDÃO, 2001).

O uso de processos anaeróbios para tratamento de esgotos tem início na década de 60 e, nos anos 70, era restrito basicamente às lagoas anaeróbias, consideradas os reatores anaeróbios mais econômicos (desde que o terreno para a sua implantação fosse adequado), aos decanto-digestores (fossas sépticas e tanques Imhoff, para a estabilização do lodo retido) e aos digestores de lodos produzidos no tratamento da fase líquida de estações de tratamento de esgotos. O tratamento de esgotos era quase que exclusivamente através de lagoas de estabilização, de filtros biológicos, ou de processo de lodos ativados (SOBRINHO e JORDÃO, 2001).

No começo da década de 80, iniciavam-se no Brasil estudos para a utilização do reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (reator UASB), desenvolvido na década anterior na Holanda, para o tratamento de esgotos sanitários. Com elevado número de unidades implantadas no Paraná, na década de 90, e mais recentemente, os trabalhos de pesquisa e de divulgação da UFMG e do Grupo do PROSAB – Tema 2 (Tratamento de Esgotos), os reatores UASB têm a sua utilização em vários estados do país (SOBRINHO e JORDÃO, 2001).

Muitos são os exemplos das ETES tipo lagoa de estabilização,

demonstrando que a remoção de ovos de helmintos atinge 99% (CUTOLO e ROCHA, 2000). Sua eficiência na remoção de patógenos é atribuída ao tempo de retenção do esgoto, o que torna este método de particular interesse para os países em desenvolvimento. Entretanto, estações que fazem uso de processo de lodos ativados são ineficientes na remoção efetiva de helmintos (HESPANHOL, 1997). Autores como FEACHEM e col. (1983), SHUVAL e col. (1986), consideram a ausência destes microrganismos no efluente final resultado da transferência destes organismos para o sedimento, não indicando assim, sua real destruição.

De acordo com PAGANINI (2001), as lagoas de estabilização e a disposição no solo são as opções de tratamento de esgoto doméstico, mais adequadas à realidade brasileira, desde que se disponha de área para tal. Isto porque em regiões com luz solar abundante e terras relativamente baratas um sistema de lagoas pode ser construído com investimentos menos dispendiosos, além de não exigir mão de obra especializada. Estes sistemas fazem uso de reservatórios artificialmente construídos onde ocorrem os fenômenos responsáveis pelo tratamento dos esgotos (MANCUSO, 2003). São mais comumente empregadas em nações em desenvolvimento, onde há maior prevalência das doenças parasitárias intestinais.

1.3 RISCOS A SAÚDE

Os organismos patogênicos possíveis de serem encontrados em esgotos domésticos incluem todos os grandes grupos: bactérias, protozoários, helmintos e vírus. Esses agentes representam um importante risco sanitário, não apenas pelo tipo de prejuízo a saúde que podem causar, mas principalmente pelo

tempo relativamente curto de resposta entre a infecção e o desenvolvimento da doença. Esses organismos são eliminados nas fezes por pessoas e animais infectados e podem ser transmitidos a outras por via oral ou dérmica (SOUZA, 2005).

Os riscos à saúde pública estão relacionados à contaminação dos trabalhadores rurais ou da estação de tratamento, dos consumidores de produtos vegetais e de produtos animais, os quais tenham pastoreado em terrenos irrigados com esgotos ou efluentes e de populações que residem próximas a estações de tratamento de esgotos ou a áreas agricultáveis. O maior risco à saúde ocorre quando o microrganismo é capaz de sobreviver por grandes períodos de tempo e se movimentar vigorosamente pelo solo (CAVINATTO e PAGANINI, 2007).

As doenças infecciosas podem ser transmitidas por contato pessoal, ingestão ou inalação do agente infeccioso. A infecção pode ser conceituada como a capacidade do microrganismo instalar-se e multiplicar-se no hospedeiro sem necessariamente causar sintomas clínicos da doença. Para que a infecção por um determinado agente tenha início através da exposição à água de reúso, esse agente deve estar presente na comunidade e, portanto nos esgotos dessa comunidade. Deve ainda sobreviver aos processos de tratamento do esgoto e estar em concentrações suficientes para causar a infecção no momento da exposição. Após a infecção, o fato de a doença ocorrer ou não depende de uma série de relações complexas entre o agente e o hospedeiro, incluindo a patogenicidade do primeiro e a suscetibilidade do segundo (RAZZOLINI, 2003).

1.4 DOENÇAS PARASITÁRIAS

As doenças infecciosas e parasitárias têm ocupado um papel relevante entre as causas de morte no Brasil. Este grupo de doenças se reveste de importância por seu expressivo impacto social, já que está diretamente associado à pobreza e à qualidade de vida, enquadrando enfermidades relacionadas a condições de habitação, alimentação e higiene, precárias. Além disso, a análise do comportamento das doenças infecciosas e parasitárias pode servir para avaliar as condições de desenvolvimento de determinada região, através da relação entre níveis de mortalidade e morbidade e condições de vida da população (PAES e SILVA, 1999).

Pessoa e Martins (1982) citados por ARAÚJO 2003, já alertavam para a importância do estudo dos helmintos que parasitam o intestino do homem, não só para os médicos e autoridades sanitárias, mas também para a população em geral, devido às numerosas espécies de helmintos que parasitam o homem brasileiro, pelos males que ocasionam e pela vasta disseminação desses parasitos entre os habitantes de todas as regiões do país.

Entre as causas de óbitos conhecidas, em 1980, as doenças infecciosas e parasitárias ficaram entre as duas primeiras em quantidade de anos potenciais de vida perdidos. Em 1990, o risco de morte por doenças infecciosas e parasitárias caiu de forma considerável. Esses valores ainda parecem elevados; o prejuízo nacional provocado pelas doenças infecciosas e parasitárias em anos potenciais perdidos é extremamente elevado e assume maior importância quando fica comprovado que se está morrendo de uma causa que, diferentemente das demais, é de fácil prevenção, denotando que os avanços obtidos no âmbito social e da saúde durante a década foram insuficientes para manter o controle das doenças infecciosas e parasitárias no Brasil (PAES e SILVA, 1999; MS, 2008).

As enteroparasitoses contribuem para a morbidade e mortalidade de pessoas em todo mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, sendo um fator de grande relevância à saúde pública no Brasil. As infecções por helmintos acometem aproximadamente 3,5 bilhões de pessoas no país, sendo a maioria crianças. A cada ano cerca de 65.000 óbitos acontecem devido à ancilostomídeos e 60.000 associados a *A. lumbricóides*, mas, de um modo geral as informações sobre a prevalência de helmintos intestinais no Brasil são escassas ou mesmo nulas para determinadas regiões (MARQUES e col., 2005).

É importante ressaltar que a morte por doenças infecciosas intestinais denuncia problemas com hábitos alimentares, saneamento básico e tratamento da água, dentre outros, e, no outro extremo, com a capacidade de defesa do organismo do paciente enfermo, em particular da criança (no Brasil, o grupo mais acometido pelas doenças infecciosas intestinais). Aqui a desnutrição repercute nos indivíduos menos favorecidos, os quais se tornam susceptíveis aos agentes desencadeadores dessas enfermidades, resultando na morte por uma causa certamente evitável. A implantação de medidas que visam melhoria da renda familiar, escolaridade materna, moradia, saneamento e acesso ao serviço de saúde, mostram uma redução significativa das infecções parasitárias (FERREIRA e col., 2000).

As condições de higiene ambiental refletem as condições sanitárias em que vive o homem, e estas, por sua vez, parecem exercer profunda influência na cadeia de transmissão das enteroparasitoses. O indivíduo parasitado, por meio de seus dejetos, contamina seu próprio ambiente com ovos, cistos e larvas de parasitos intestinais, e a água pode acumulá-los e transportá-los a grandes distâncias. As hortaliças, em especial as consumidas em saladas, podem conter larvas e ovos de helmintos e cistos de protozoários, provenientes

de águas contaminadas por dejetos fecais de animais e/ou do homem. Um estudo-piloto realizado em Florianópolis mostrou que todas as amostras analisadas de alface e agrião provenientes de um “sacolão” continham um ou mais tipos de enteroparasitas, sendo a *Giardia lamblia* o parasita mais prevalente, seguido de *Entamoeba coli* e *Endolimax nana* (SOARES e CANTOS, 2005).

1.4.1 DOENÇAS TRANSMITIDAS POR PROTOZOÁRIOS

Os protozoários englobam todos os organismos protistas, eucariotas, constituídos por uma única célula. Apresentam as mais variadas formas, sendo, uma única célula que, para sobreviver, realiza todas as funções mantenedoras da vida: alimentação, respiração, reprodução, excreção e locomoção. Para cada função existe uma organela própria, sendo, cada organela mais ou menos semelhante nas várias espécies. Quanto à morfologia, os protozoários apresentam grandes variações, conforme sua fase evolutiva e meio a que estejam adaptados. Podem ser esféricos, ovais ou mesmos alongados. Alguns são revestidos de cílios, outros possuem flagelos, e existem ainda os que não possuem nenhuma organela locomotora especializada. Dependendo da sua atividade fisiológica, algumas espécies possuem fases bem definidas (NEVES, 2005).

As amebas que se encontram frequentemente nos exames de fezes humanas são protozoários da ordem Amoebida. Muitas pertencem à família Endamoebidae e vivem como inquilinos inofensivos de nosso intestino exceção feita a *Entamoeba histolytica*, responsável pela amebíase. São amebas de pequenas dimensões, sem flagelos e desprovidas em geral de vacúolo pulsátil.

Três gêneros têm importância médica: *Entamoeba*, *Endolimax* e *Iodamoeba* (REY, 1992; 2010).

Em sua forma ativa (trofozoíto) *E. histolytica* vive na luz do intestino grosso causando a amebíase que pode ou não apresentar manifestações clínicas. Ocasionalmente ao penetrar a mucosa pode produzir ulcerações intestinais ou em outras regiões do organismo, como fígado, pulmão, rim e mais raramente o cérebro (NEVES, 2005).

O parasitismo pela *Giardia duodenalis* é em geral assintomático, mas também pode estar relacionado com quadros clínicos de diarreia aguda ou com formas crônicas de diarreia e má absorção intestinal. Os quadros sintomáticos são predominantes em hospedeiros menores de 5 anos de idade e declinando depois da adolescência. Após a ingestão do cisto, o desencistamento é iniciado no meio ácido do estômago e completado no duodeno e jejuno, onde ocorre a colonização do intestino delgado pelos trofozoítos (REY, 1992; NEVES, 2005).

1.4.2 DOENÇAS CAUSADAS POR HELMINTOS

Os helmintos constituem um grupo muito numeroso de animais, incluindo espécies de vida livre e de vida parasitária. Apresentam os parasitos distribuídos nos filos *Platyhelminthes*, *Nemathelminthes* e *Acanthocephala*. As ocorrências de helmintos no homem são muito comuns. Estas infecções, em geral, resultam, para o hospedeiro, em danos que se manifestam de formas variadas (NEVES, 2005), e diferem das causadas por bactérias, protozoários e vírus porque o agente causador não se multiplica no corpo humano do hospedeiro, salvo exceções. Essas pessoas, com certeza, são portadoras de

vermes intestinais e comportam-se como sãs (ARAÚJO, 2003).

Os Platyhelminthes se caracterizam por apresentarem simetria bilateral, uma extremidade anterior com órgãos sensitivos e de fixação e uma extremidade posterior; são achatados dorsoventralmente. Podem ser de vida livre, ecto ou endoparasitos (NEVES, 2005).

A classe Digenea ou Trematoda possui o corpo não segmentado e ventosas como órgãos de fixação. Na família Schistosomatidae, as espécies parasitos do homem são todas do gênero *Schistosoma*, sendo que *S. mansoni* determina uma infecção denominada esquistossomose mansônica ou intestinal. A família Fasciolidae tem como representante a *Fasciola hepatica* que apresenta ampla distribuição geográfica, sendo uma zoonose dos países criadores de carneiros. Tem como hospedeiro intermediário um molusco do gênero *Lymnaea* (REY, 1992; FERREIRA e col., 2003).

Outra classe importante é a dos cestóides ou Cestoidea, que compreende platelmintos cuja extremidade anterior diferenciou-se em um órgão de fixação, o escólex, e provido de estruturas adesivas (ventosas, bótrias, botridias, acúleos ou espinhos). O corpo ou estróbilo é geralmente alongado, em forma de fita, e dividido em certo número de segmentos, as proglotes. Na família *Taeniidae* há espécies de grande significação médica. *Taenia solium* e *Taenia saginata* são parasitos que na fase adulta têm o homem por único hospedeiro normal. Na fase larvária, *T. solium* parasita obrigatoriamente o porco e *T. saginata* os bovídeos. A doença que produzem, quando da ingestão de carne crua ou mal cozida de animais contaminados, é a teníase, que apresenta o mesmo quadro, qualquer que seja a espécie de tênia em causa. A família Hymenolepididae compreende as espécies *Hymenolepis nana* e *Hymenolepis diminuta*. O parasitismo humano por *H. diminuta* é assintomático

ou com sintomas leves e as infecções por *H. nana* não são usualmente acompanhadas por manifestações clínicas (NEVES, 2005; REY, 1992).

Dentro do filo Nematelminthes são encontrados representantes com os mais diversos tipos de vida e hábitat, desde espécies saprófitas de vida livre aquática ou terrestre até parasitos de vegetais e todos os invertebrados e vertebrados (NEVES, 2005), que apresentam um dos mais bem sucedidos planos de organização funcional desenvolvidos pela natureza. A evolução dos nematóides, de ovo à verme adulto, faz-se através de quatro estádios larvários que terminam por outras tantas mudas. Nas espécies de vida livre e nos parasitos cujas larvas nascem no meio exterior, a eclosão é regulada de um lado pelo desenvolvimento larvário, de outro pelas condições ambientais, especialmente temperatura e umidade, assim, o processo de eclosão assegura certa proteção às formas juvenis e maior probabilidade de sobrevivência dos helmintos. Em alguns casos, a eclosão fica na dependência de um estímulo específico, fornecido pelo hospedeiro (MC ADAM, 1989; REY, 1992).

Pertencente a família Strongyloididae, o *Strongyloides stercoralis*, desenvolve um ciclo de vida livre, no solo, onde são encontrados indivíduos machos e fêmeas, e as larvas filarióides podem permanecer vivas por cinco semanas até completar sua evolução ao penetrarem através da pele do hospedeiro adequado. Tem início, então, o ciclo parasitário com sua etapa final desenvolvida, na mucosa intestinal do homem, onde só se existem fêmeas. (REY, 1992).

Na família Ancylostomatidae encontra-se as espécies *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, particularmente importantes para nós, por parasitarem com frequência o homem e serem responsáveis por uma doença tipicamente anemiante, a ancilostomíase. O habitat dos vermes adultos é

constituído pelas porções altas do intestino delgado, posteriormente a ampola de Vater, mas nas infecções pesadas podem ser encontrados até no íleo e no ceco. A única forma de infecção por *N. americanus* se dá pela penetração da larva filarióide na pele do hospedeiro, sendo que para *A. duodenale* pode ainda ocorrer por via oral, onde, as larvas são ingeridas com alimentos ou água contaminada (REY, 1992; BUSH e col., 2001).

A família *Ascarididae* compreende helmintos grandes, como *Ascaris lumbricoides* frequentemente encontrados no intestino do homem ocasionando a ascaríase ou ascaridíase. Esta é a mais cosmopolita e mais frequente das helmintíases humanas acometendo mais severamente crianças, razão pela qual é assunto de alto interesse pediátrico e social. No intestino dos pacientes, cerca de 90% dos *Ascaris* localizam-se ao longo das alças jejunais, encontrando-se os restantes no íleo. Nas infecções intensas todo o intestino delgado encontra-se povoado. Migrações mais extensas dos vermes jovens ou adultos podem ocorrer, de preferência nas crianças fortemente parasitadas, não sendo rara a eliminação de vermes pela boca ou pelas narinas. O embrionamento dos ovos se dá no meio exterior e requer a presença de oxigênio. Em temperaturas entre 20 e 30 °C, pode completar-se em duas semanas. Experimentalmente, comprovou-se a infectividade após sete anos de permanência no solo, mas em condições naturais a viabilidade dos ovos deve ser muito menor. Após a ingestão, dá-se a eclosão, que é desencadeada por estímulos fornecidos pelo hospedeiro, dentre os quais se destaca a concentração de CO₂. A longevidade dos *ascaris* adultos é estimada em um a dois anos (MC ADAM, 1989; REY, 1992, 2010).

Enterobius vermicularis é um parasito representante da família *Oxiuridae* comum do intestino humano, sobretudo em climas temperados. A verminose intestinal devida a este pequeno nematóide, também conhecido como oxiúro, é

a enterobíase, enterobiose ou ainda oxiurose. A infecção costuma ser benigna, mas incômoda, pelo intenso prurido anal que produz e por suas complicações, sobretudo em crianças. No interior dos ovos encontra-se uma larva já formada, por ocasião da postura – pois ela pode se desenvolver até o segundo estágio em condições de anaerobiose. Mas para a continuação do seu desenvolvimento é necessária uma atmosfera com oxigênio. Na temperatura da pele (cerca de 30°C), a maturação do ovo se faz em 4 a 6 horas. No solo, o processo é mais lento. Completada a evolução no meio externo, os ovos tornam-se infectantes e, ao serem ingeridos, vão eclodir assim que chegarem ao intestino delgado do novo hospedeiro (REY, 1992; BUSH e col, 2001).

Noutra família de nematóides a *Trichuridae*, a espécie que infecta o homem é *Trichuris trichiura*. A doença é dita tricuriase, tricurose ou tricocefalose. Na grande maioria dos casos, o parasitismo é silencioso. Mas os pacientes que, em vista de suas condições físicas, ou das condições gerais de vida, contraem elevado número de vermes, passam a sofrer de perturbações intestinais cuja gravidade chega inclusive a provocar a morte. No laboratório, seus ovos embrionados podem conservar seu poder infectante durante cinco anos. Em condições naturais devem sobreviver no meio durante vários meses (REY, 1992).

1.5 O ECOSSISTEMA E A TRANSMISSÃO DAS DOENÇAS

O parasitismo representa uma forma de associação muito estreita e profunda, pois entre os indivíduos das duas espécies é estabelecido um contato íntimo e duradouro, a nível histológico. Na maioria dos casos um organismo – o hospedeiro – passa a constituir o meio ecológico onde vive o outro – o parasito.

Há entre os dois um vínculo de natureza primordialmente nutritiva: o parasito retira do animal parasitado todos, ou parte dos materiais de que necessita. Cada espécie de parasito tem seus próprios hospedeiros, sendo que alguns só podem infectar uma ou poucas espécies muito próximas e outros podem viver em uma grande variedade deles. (REY, 1992).

Os parasitos não se encontram em qualquer parte. Como os outros organismos da biosfera, cada um deles ocupa determinados territórios e nichos ecológicos bem precisos. A área onde circula o parasito é chamada de foco elementar por REY (1992). A reunião dos focos elementares constitui o foco natural da parasitose. O autor descreve algumas das condições essenciais para que existam tais focos:

- A presença simultânea, no espaço e no tempo, dos membros da cadeia epidemiológica que asseguram a circulação do parasito;
- A densidade populacional dos hospedeiros a um nível que possa assegurar boa probabilidade de passagem do parasito de um hospedeiro a outro;
- A existência de condições do meio ambiente compatíveis com as necessidades que os cistos, ovos ou larvas dos parasitos têm, para que possam sobreviver até encontrar um novo hospedeiro. Se houver insetos ou moluscos vetores do parasito, a longevidade deste deve estar assegurada pelas condições ambientais por tempo suficiente para que a transmissão se efetue;
- E, naturalmente, a presença do parasito ou sua introdução, em dado momento, no ecossistema adequado a sua manutenção.

Entre os protozoários parasitos do homem, a contaminação ocorre através da ingestão de cistos maduros, sendo que a água contaminada por dejetos humanos com ou sem tratamento figura como uma das principais vias de transmissão. Outro importante veículo de cistos são os alimentos contaminados, tanto os consumidos crus, como os processados, que podem ser contaminados por cistos veiculados nas patas de insetos (NEVES, 2005). Poços rasos, abertos, ou construídos em terrenos calcários, onde o fendilhamento natural impede uma filtração perfeita da água que chega a tais poços, estão sujeitos a contaminação fecal. As coleções de águas superficiais estão expostas ao mesmo risco. Na água os cistos de *E. histolytica* mantêm-se viáveis cerca de 10 dias e, dada sua baixa densidade, a velocidade de sedimentação é pequena (3 metros em 4 dias), o que assegura prolongada permanência em suspensão. Em temperaturas de refrigerador os cistos resistem, na água, até 6 ou 7 semanas. Já os cistos de *Giardia* não podem ser destruídos pela concentração de cloro utilizada habitualmente para o tratamento da água (REY, 1992; BUSH e col., 2001; FERNANDES, 2009).

Para que a esquistossomose exista ou se instale como endemia em determinada região, é necessário que estejam presentes certas condições particulares e características do ecossistema em que circulam os parasitos. 1. fonte de infecção, que são as pessoas parasitadas por esquistossomos humanos. Em algumas áreas, animais domésticos ou silvestres podem ser fontes acessórias. 2. presença, na área, de pelo menos uma espécie de planorbideo. 3. coleções de água doce, de superfície, adequadas a vida dos moluscos hospedeiros intermediários e as fases de vida livre dos parasitos: ovos, miracídios, e cercarias. 4. hábitos da população em relação ao contato frequente com essas coleções de água e ainda sua poluição com excretas humanas e que levam o indivíduo a se expor ao ataque da cercaria. Nos

lugares onde não há abastecimento de água domiciliar ou outras fontes adequadas de água potável, a população fica na dependência de frequentar as coleções de águas superficiais para suas atividades cotidianas. Margens de rios, lagos e lagoas, riachos, pequenas represamentos ou simples depressões do terreno, canais de irrigação ou de drenagem, escavações onde se acumula água, são visitados pelos moradores das imediações para tomar banho, lavar roupa ou utensílios diversos, buscar água para fins domésticos etc. Aí são vistas crianças em grande número, brincando na água, jovens e adultos nadando, pescando ou trabalhando.

O caráter mundial da distribuição da fasciolíase mostra que as condições ambientais exigidas são encontradas por quase toda parte, principalmente em climas subtropicais e temperados. Tanto os moluscos hospedeiros (*Lymnaea*) como as formas larvárias do parasito suportam melhor, as temperaturas baixas do que temperaturas persistentemente elevadas. O ecossistema em que circula a *Fasciola hepática* é constituído basicamente pela interação dos campos de criação de gado com as coleções de águas superficiais, bem como os pântanos e terrenos sedimentares recobertos de gramíneas, com água o ano todo. Aí se criam os moluscos hospedeiros intermediários. A resistência dos ovos no solo é grande, pois podem sobreviver durante nove meses ou mais nas fezes hidratadas. Porém, se caem diretamente na água, ou são arrastados para elas pelas chuvas, seu desenvolvimento embrionário começa logo e, ao fim de dez a vinte dias, a larva completamente formada (miracídio) pode abandonar a casca e sair nadando, em busca de seu hospedeiro invertebrado. Os homens contraem a infecção quando, ocasionalmente, ingerem vegetais aquáticos onde as metacercarias estejam encistadas ou quando bebem água contendo os cistos (metacercaria) (REY, 1992, 2010).

A prevalência e a intensidade do parasitismo pelas tênias do homem são

funções de vários fatores importantes. O número de ovos produzidos pela população de parasitos e lançados no meio por seus hospedeiros definitivos; os mecanismos de dispersão dos ovos, que asseguram seu encontro com os hospedeiros intermediários; a longevidade dos ovos nas diferentes condições ambientais, e sua infectividade para os hospedeiros. A capacidade de resistir às condições do meio externo evidencia-se também quando se estuda o destino dos ovos de tênia transportados pelos esgotos. Verificou-se que eles suportam a maioria dos processos de tratamento das águas residuárias: são encontrados no líquido decantado dos tanques de sedimentação e resistem ao processo fermentativo que se desenvolve no sistema de lodos ativados cujo produto, denominado lodo digerido seco, é utilizado como fertilizante orgânico. O efluente dos esgotos, mesmo dos previamente tratados, pode conter, portanto, ovos viáveis que se disseminam pelos rios e campos, quando há inundações, ou quando as águas são desviadas para a irrigação. Certas aves frequentam os locais de lançamento dos esgotos, nos rios ou nos mares, assim como os leitões de secagem das estações de tratamento. Ao ingerir os ovos, com os detritos que lhes servem de alimento, as aves podem espalhá-los depois amplamente pelos campos, através de suas dejeções, já que animais que são inadequados para a eclosão dos ovos de tênia podem transportá-los mecanicamente. A resistência dos ovos no meio externo é bastante grande, perdurando a infectividade durante três, quatro ou mais meses (REY, 1992, 2010).

A estrogiloidíase é uma parasitose cosmopolita onde, a única fonte de infecção é o homem, segundo as evidências atuais, ainda que cães, gatos e outros animais possam infectar-se e apresentar um parasitismo transitório. A contaminação do solo resulta do hábito de defecar no chão, sendo necessárias algumas condições para que a larva sobreviva e se desenvolva no meio. O terreno deve ter como características um certo grau de umidade, riqueza de

matéria orgânica e ser poroso. O clima quente e úmido mostra maior prevalência da parasitose em relação às regiões do semi-árido. Temperaturas menores que 25 °C tornam o ciclo evolutivo lento e abaixo de 8 °C matam a larva rabditóide. Outra via de infecção possível, mas não usual, é a digestiva, quando o paciente venha a ingerir água contaminada com larvas infectantes (REY, 1992; BUSH e col., 2001).

A distribuição geográfica dos ancilostomídeos parasitos do homem costumava ser vista, no passado, como ocupando territórios mais ou menos exclusivos. Esse quadro foi profundamente modificado pelas migrações humanas, que fizeram desaparecer os limites entre essas áreas de distribuição. A existência desta parasitose depende de condições ecológicas estritamente locais e circunscritas. A natureza do solo pode favorecer ou dificultar a vida das larvas. Em condições naturais, verificou-se que nos terrenos arenosos a prevalência da ancilostomíase é mais alta que nos argilosos. Deve-se isso à capacidade que tem as partículas de areia (entre 0,02 e 2 mm de diâmetro) de reter água, nos ângulos e espaços da estrutura porosa do solo. Como os estádios larvários são eminentemente aquáticos, a umidade do solo é essencial. Por essa razão, os regimes de chuvas frequentes e bem distribuídas durante os meses do ano, os locais abrigados de insolação direta e protegidos de intensa evaporação oferecem condições ideais. A endemia é favorecida pelos climas tropicais e subtropicais pelo fato das temperaturas ótimas para o desenvolvimento larvário estarem compreendidas entre 23 e 30 °C, para *A. duodenale* e 30 e 35 °C para *N. americanus*. Se o terreno está sujeito à dessecação periódica ou ao frio intenso durante o inverno, pode ocorrer a esterilização do solo. Grande número de substâncias de origem vegetal é capaz de interferir na biologia das larvas dos ancilostomídeos e estrogilóides, destruindo-as no solo. O tratamento do terreno por pequenas concentrações

dessas substâncias pode ser conseguido com o plantio das espécies vegetais adequadas nas áreas em que se encontrem focos de transmissão dessas verminoses. As plantas mais recomendadas são: *Cymbopogon citratus* (capim-limão ou capim-cidreira), *C. martinii*, *Vetiveria zizanoides*, *Ruta graveolens*, *Menta spicata* e *Chrysanthemum* sp (REY, 1992; BUSH e col., 2001).

Amplamente distribuída pelas regiões tropicais e temperadas do mundo a ascaríase incide mais nos locais com clima quente e úmido, bem como onde as condições higiênicas da população são mais precárias. A ecologia da ascaríase envolve o estudo dos setores da população humana que, por razões socioeconômicas e culturais, vive em precárias condições sanitárias, bem como o do meio ambiente, isto é, habitações, solo e clima. O homem é a única fonte de parasitos, sendo a população infantil, em idade escolar e pré-escolar, a mais pesadamente infectada e, portando, a que promove maior poluição do meio. O solo úmido e sombreado é muito favorável para a sobrevivência e embrionamento dos ovos, sendo melhor o argiloso que o de areia, devido às condições higroscópicas da argila. Mas, graças a sua casca espessa e impermeável, os ovos de *Ascaris* resistem muito à insolação e dessecação. Em condições favoráveis, permanecem infectantes no solo por vários meses, e, segundo certos autores, alguns ovos mantêm-se viáveis por um ano ou mais. As temperaturas baixas não os afetam. Mas o calor (a 50°C) mata-os em 45 minutos. Ainda assim, muitos ovos resistem às técnicas habituais de tratamento dos esgotos e são encontrados vivos nos efluentes lançados nos rios, ou nos lodos secos empregados como adubo, mesmo seis meses depois. A dispersão dos ovos pode ser feita pelas chuvas, pelos ventos, por insetos coprófilos e outros, inclusive por animais insetívoros como batráquios ou aves, que os transportam mecanicamente no intestino e os disseminam com suas dejeções. Visto que a poeira dos solos muito poluídos é rica em ovos, estes podem ser

aspirados, retidos pelo muco nasal ou pelas secreções brônquicas e, depois deglutidos (REY, 1992; FERREIRA e col., 2003).

Enterobius vermicularis é um parasito exclusivo da espécie humana. O parasitismo passa de uma pessoa a outra pela transferência de ovos, que devem permanecer pelo menos algumas horas no meio externo para completarem sua evolução larvária e tornarem-se infectantes. As temperaturas adequadas para a evolução situam-se entre 23 e 43 °C. O desenvolvimento cessa abaixo ou acima desses limites; entretanto o frio conserva melhor os ovos do que o calor. A umidade requerida para a sobrevivência é tanto maior quanto mais alta a temperatura, razão pela qual são rapidamente destruídos pelo calor seco. Os ambientes muito ventilados matam os ovos ao provocarem sua desidratação. Normalmente, os ovos dispersam-se no meio ambiente e se misturam com a poeira, onde podem sobreviver por três dias. Em atmosfera úmida podem sobreviver mais tempo. Estes ovos resistem aos desinfetantes comuns nas concentrações habituais, mas são destruídos em 5 minutos pelo cresol saponificado (a 10%), pelo fenol (a 7%) e pela cloramina (a 4%) (REY, 1992).

Trichuris trichiura tem distribuição geográfica cosmopolita. Quase sempre, sua prevalência segue paralelamente a de *A. lumbricóides*, devido a ser idêntico o modo de transmissão, grande a fertilidade dos helmintos, bem como a resistência dos ovos as condições do meio externo. Sua prevalência é maior nos lugares de clima quente e úmido, onde falte o saneamento básico. O homem é a única fonte de infecção para esta helmintíase, que se transmite através do solo (geo-helmintíase), das mãos sujas, dos alimentos contaminados e das poeiras. Um terreno úmido e sombreado assegura maior sobrevivência e grande longevidade aos ovos embrionados. Os ovos de *T. trichiura* são mais sensíveis à dessecação e aos efeitos da insolação direta que os de *Ascaris*

(REY, 1992, 2010).

Tabela 1 - Tempo de sobrevivência dos helmintos intestinais nas águas residuárias, solo e plantações

Agente Patogênico	Meio	Tipo de Aplicação	Tempo de Sobrevivência
<i>Ascaris lumbricóides</i>	Solo	Não determinado	Acima de 7 anos
	Vegetais	Contaminação artificial	27-35 dias
<i>Necator americanus</i>	Águas residuárias	Não determinado	< 18 dias
	Solo Arenoso	Não determinado	< 10 dias
	Solo	Fezes infectadas	6 semanas
<i>Taenia saginata</i>	Águas residuárias	Não determinado	> 16 dias
	Solo arenoso	Não determinado	< 210 dias (no inverno) (poucos dias no verão)

Fonte: Cutolo, 2009

1.6 REGULAMENTAÇÕES DO REÚSO DE ÁGUAS

As regulamentações relativas ao reúso de águas servidas na agricultura têm evoluído através da influência histórica e de tendências sociais. No princípio do século, as normas eram extremamente severas principalmente em relação aos coliformes. Sofreram diversas correções, até que, em uma reavaliação feita por um grupo de especialistas da OMS e de outras entidades, em relação ao reúso de águas residuárias na agricultura e aquicultura e efeitos à saúde humana, considerou não se justificar uma concentração tão restritiva,

pois julgaram que não havia evidências epidemiológicas para tanto. Novas diretrizes menos restritivas foram estabelecidas para coliformes fecais, entretanto mais restritivas em relação aos ovos de helmintos que, reconhecidamente oferecem maior risco a saúde pública, especialmente em áreas endêmicas (RAZZOLINI, 2003).

O desenvolvimento de programas para a reutilização planejada de águas residuárias teve início nos Estados Unidos. O estado da Califórnia foi o primeiro a promover a recuperação e reutilização dessas águas e as primeiras normas de qualidade de água foram promulgadas em 1918 (SOUZA, 2005). Por muitos anos os regulamentos do Estado da Califórnia eram a única referência legal válida para recuperação, reúso e reciclagem de águas residuárias. Este fato fez com que qualquer técnico de qualquer lugar do mundo assumisse os conceitos ali produzidos, como a verdade incontestável e indiscutível. Foi declarado que estes padrões foram copiados e re-copiados até que fossem reconhecidos oficialmente. Durante as décadas de 70 e 80 houve uma considerável evolução. Os diferentes estados nos EUA e várias agências internacionais, como o Banco Mundial e a OMS (Organização Mundial de Saúde) iniciaram um processo de extrema atividade na produção de legislação (MUFFAREG, 2003).

Em 1973, a OMS produziu a publicação “Reuse of effluents: Methods of wastewater treatment and public health safeguards”. Este documento fornecia orientações sobre o modo de proteger a saúde pública e os meios de facilitar a utilização racional das águas residuais e excretas na agricultura e na aquicultura. Uma profunda revisão de estudos epidemiológicos e de novas informações levou à publicação de uma segunda edição deste documento em 1989: “Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture”. Estas orientações apresentadas na **Tabela 2** tiveram grande influência no que diz respeito às normas técnicas e em nível político, pois

Tabela 2 - Diretrizes de qualidade microbiológica recomendada para esgotos tratados utilizados para a irrigação de culturas agrícolas^a.

Categoria	Condições de Reúso	Grupo de exposição	Nematodos Intestinais (ovos/L)^(b)	Coliformes Fecais (Nº/100 ml)^(c)	Nível de tratamento esperado para se alcançar a qualidade biológica requerida
A	Irrigação de vegetais consumidos crus, campos de esporte, parques públicos	Trabalhadores, consumidores, público	≤1	≤1000 ^(d)	Série de lagoas de estabilização projetadas para se alcançar a qualidade biológica indicada, ou tratamento equivalente
B	Irrigação de culturas de cereais, culturas industriais, culturas forrageiras, pastagens e árvores	Trabalhadores	≤1	Sem recomendação de padrão	Retenção em lagoas de estabilização por 8-10 dias ou remoção equivalente de helmintos e coliformes fecais
C	Irrigação localizada de culturas na categoria "B" sem exposição de trabalhadores e público em geral	Não há	Não se aplica	Não se aplica	Pré-tratamento, de acordo com os requisitos de tecnologia de irrigação empregada, mas não inferior a sedimentação primária

Fonte: Adaptado de WHO (1989) e BASTOS (1998)

Notas:

- Em situações específicas, fatores epidemiológicos, socioculturais e ambientais locais devem ser levados em consideração e as diretrizes modificadas de acordo com as necessidades;
- Espécies de *Ascaris*, *Trichuris*, *Necator* e *Ancylostoma*, média aritmética do número de ovos por litro;
- Média geométrica do número de CF por 100mL, durante o período de irrigação;
- Para a irrigação de parques e jardins onde o acesso de público é permitido, deve-se utilizar um padrão mais restritivo (≤ 200 coliformes fecais por 100 mL);
- No caso de árvores frutíferas, a irrigação deve ser interrompida duas semanas antes da colheita e nenhum fruto deve ser apanhado do chão. A irrigação por aspersão não deve ser utilizada.

muitos países adotaram ou adaptaram na prática de utilização das águas residuárias e excretas (WHO, 2006).

Em 2006, foi lançada a terceira edição do guia, demonstrando a posição da Organização das Nações Unidas nas questões do uso das águas residuárias, excretas e águas cinzas e saúde através do órgão de coordenação das 24 agências das Nações Unidas (UN-water) e programas relacionados com a questão de águas como conceitos, abordagens e informações das edições anteriores. A atual edição inclui a informação sobre o contexto global de carga de doenças de veiculação hídrica em uma população, e como o uso de águas residuárias, excretas e águas cinzas na agricultura e aquicultura pode contribuir para essa carga epidemiológica; apresenta o Tratado de Estocolmo para o desenvolvimento de diretrizes relacionadas à água e o estabelecimento de saúde com base em metas; e por fim, apresenta análise de riscos; estratégias de gestão de riscos, incluindo a quantificação das diferentes medidas de proteção da saúde e estratégias de implementações das diretrizes (WHO, 2006).

A abordagem adotada na nova versão das diretrizes da WHO (2006) está focada nos riscos causados aos trabalhadores com exposição e contato direto com as águas residuárias utilizadas na irrigação irrestrita e restrita, e através do consumo das culturas de alimentos ingeridos crus. A avaliação dos riscos de ocorrência de doenças infecciosas, em decorrência do emprego de águas residuárias na irrigação, foi elaborada a partir de estudos epidemiológicos, microbiológicos e na Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico (Quantitative Microbial Risk Assessment - QMRA).

Para proporcionar proteção suficiente contra infecções por vírus, bactérias e protozoários na irrigação irrestrita, a redução de patógenos de 6-7

logs é utilizada como meta estabelecida para atingir a carga aceitável de $\leq 10^{-6}$ dias perdidos por pessoa no ano. Contra infecções por helmintos baseados em resultados de estudos epidemiológicos e microbiológicos, não é empregado o sistema QMRA. Um desempenho indicado de ≤ 1 ovo de helminto por litro de água residuária tratada é recomendada para irrigação irrestrita apoiado por evidências microbiológicas de estudos de campo realizados no Brasil, quando efluentes de lagoas facultativas com $\leq 0,5$ ovos por litro são utilizados para a irrigação, não são detectados ovos nas culturas (WHO, 2006).

Utilizando os mesmos critérios da irrigação irrestrita para a redução de vírus, bactérias e protozoários patogênicos, mostrou-se necessário atingir uma redução de 4 unidades logarítmicas para *E. coli* para se obter a meta de $\leq 10^{-6}$ DALY, por pessoa por ano para rotavírus para irrigação irrestrita. De acordo com OMS (2003), DALY significa “Anos de Vida Adaptados à Incapacidade” (Disability adjusted life year) considerada como uma medida de falta de saúde, correspondendo a um ano de vida saudável perdido.

Segundo WHO (2006), a meta satisfatória para irrigação restrita é ≤ 1 ovo de helminto por litro de água residuária tratada. Em estudos epidemiológicos realizados no México, (BLUMENTHAL e col., 2000) essa meta mostrou-se insatisfatória na proteção de crianças menores de 15 anos expostas aos campos irrigados com águas residuárias através de atividades recreativas ou laborais, embora sejam eficazes na proteção de trabalhadores adultos. Assim, quando crianças menores de 15 anos forem expostas às áreas irrigadas, medidas adicionais de proteção à saúde são necessárias.

O uso de águas residuárias, excreta e águas cinzas na agricultura e aquicultura tem relevância política em relação à redução da pobreza, à proteção da saúde pública e ao ambiente, segurança alimentar e dependência

energética. Nos países onde a escala das práticas de reúso são substanciais ou onde existe um considerável potencial de reúso, há a necessidade da criação de um sistema de políticas distintas para o uso de águas residuárias, excreta e águas cinzas (WHO, 2006). Em outros países, a questão esta interligada com uma série de áreas das políticas fundamentais, bem como a sua administração (WHO 2006). Essas diretrizes têm apoiado alguns países a desenvolver ou atualizar a reciclagem de águas residuárias e os sistemas de reúso adaptando-as às suas próprias condições técnicas, socioeconômicas e culturais de forma ambientalmente sólida e segura (JIMENEZ e ASANO, 2008).

No Brasil não há uma legislação específica regulando a utilização de esgotos na agricultura.

O Código de Águas datado de 1934 previa a propriedade privada de corpos d'água, assegurava o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente e lidava com os conflitos sobre o uso das águas como meras questões de vizinhança, considerando a água como bem inesgotável passível de utilização abundante e farta. A consciência de que os recursos hídricos têm fim, e, portanto, merecem um tratamento jurídico mais atento, ganha contorno definido com a Constituição Federal de 1988 e a lei que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (MUFFAREG, 2003).

Após a promulgação da Lei nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos a gestão do uso da água passou a ser tratada sob outro enfoque. A administração dos recursos hídricos sob a lógica de bacias hidrográficas, utilizando o conceito de usuário pagador, deixa para trás a gestão intuitiva e/ou descompromissada onde não havia grandes preocupações com a quantidade de água captada e a qualidade das águas servidas devolvidas aos corpos hídricos (MUFFAREG, 2003).

A norma ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13.969/97 dispõe sobre os usos previstos para o esgoto tratado em seu item 5.6.2. “Devem ser considerados todos os usos que o usuário precisar, tais como lavagens de pisos, calçadas, irrigação de jardins e pomares, manutenção das águas nos canais e lagos dos jardins, nas descargas dos banheiros, etc. Não deve ser permitido o uso, mesmo desinfetado, para irrigação das hortaliças e frutas de ramos rastejantes (por exemplo, melão e melancia). Admite-se seu reúso para plantações de milho, arroz, trigo, café e outras árvores frutíferas, via escoamento no solo, tomando-se o cuidado de interromper a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita”. A Legislação Brasileira para Padrões Microbiológicos de Hortaliças estabelece um número mínimo de cinco “unidades amostrais”, das quais duas podem apresentar densidade de coliformes termotolerantes, até o valor máximo de 10^2 org g^{-1} , em qualquer unidade do lote (ANVISA, 2001).

A lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água – ANA (2000), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em 11 de março de 2003, o decreto nº 4.613, regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que tem entre outras competências estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em novembro de 2005 o Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabeleceu critérios gerais para a prática de reúso de água direto não potável por meio da Resolução nº 54. Ela determina que os parâmetros para cada modalidade de reúso, seja para fins urbanos, agrícolas, florestais, ambientais, industriais e aquicultura sejam estabelecidos pelos respectivos órgãos competentes.

Em 17 de março do mesmo ano, foi revogada a Resolução CONAMA nº 20/86 pela Resolução CONAMA nº 357. Nos objetivos da nova Resolução, foram estipulados princípios mais protetivos de qualidade hídrica, considerando-se as exigências da Constituição Federal de 1988 e da PNMA a respeito da proibição de lançamentos de fontes poluidoras em níveis nocivos aos seres humanos e demais formas de vida; inclusão dos princípios de função ecológica da propriedade, da prevenção e precaução, além da necessidade de se manter o equilíbrio ecológico aquático. Os parâmetros microbiológicos foram alterados para coliformes termotolerantes em todas as classes, exigindo-se aumento no número de coletas com frequência bimestral, e eliminando-se a possibilidade de flexibilização dos valores limites de coliformes fecais quando das dificuldades para sua detecção laboratorial (PIZELLA e SOUZA, 2007).

É importante ressaltar que para um efluente atingir as especificações recomendadas pela CONAMA 357 (MMA, 2005) há a necessidade de inclusão de uma etapa de desinfecção. Basicamente existem dois métodos de desinfecção possíveis de serem aplicados: um por intermédio de agentes químicos como o cloro, dióxido de cloro, cloraminas e ozônio e outro pela utilização de agentes físicos como calor e radiação ultravioleta (TONON, 2007).

A desinfecção de águas e esgotos por intermédio do cloro tem ampla utilização em todo o globo, sendo a técnica de maior domínio e viabilidade econômica empregada em nosso país. As dosagens requeridas para a desinfecção são determinadas pelas características do esgoto a ser tratado, das metas a serem atingidas e das diretrizes estabelecidas pela legislação ambiental. Para que a desinfecção ocorra, efetivamente, deve haver um tempo mínimo de contato entre o cloro e o esgoto compreendido entre 30 e 60 minutos. O mecanismo de ação utilizado pelo cloro interfere em nível celular penetrando nas células dos microrganismos e reagindo com suas enzimas. Nas

bactérias produz alterações na permeabilidade da membrana celular e modifica os ácidos nucleicos induzindo mutações. Já com relação aos vírus além de produzir alterações nos ácidos nucleicos ocasiona danos também na envoltória protéica. Este processo mostra-se limitado quando empregado da inativação de protozoários e helmintos (BASTOS, 2003).

A radiação ultravioleta, por ter grande ação germicida, oferece um alto potencial de utilização no tratamento do esgoto sanitário. A desinfecção por radiação UV baseia-se em alterações por fotólise do material genético dos organismos presentes no esgoto. Estes organismos são expostos à radiação emitida por lâmpadas ultravioleta dentro de canais ou dutos denominados de reatores UV. A radiação UV atravessa a parede celular e é absorvida pelos ácidos nucleicos, pelas proteínas e por outras moléculas biologicamente importantes alterando sua composição e comprometendo sua funcionalidade. Como na cloração as bactérias e os vírus são muito sensíveis à radiação UV. Entretanto, as formas encistadas de protozoários e os ovos de helmintos são muito resistentes às radiações UV, o que exige doses extremamente elevadas e, na maioria dos casos, antieconômicas, para resultar em uma inativação eficiente (BASTOS, 2003).

1.7 REVISÃO DA LITERATURA

Em análises realizadas nos efluentes da ETE Barueri, CUTOLO & ROCHA (2000) constataram a presença frequente de larvas e ovos de helmintos e de cistos de protozoários. Com base nos resultados obtidos recomendaram a utilização destes parasitos como indicadores sanitários no reúso de águas residuárias, parâmetro utilizado nas orientações descritas pela

OMS (1989), mas não considerado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (1986) para a classificação da qualidade das águas.

Ao determinar a prevalência e a viabilidade de ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários em biossólido e em esgoto submetido ao tratamento anaeróbio por reatores de lodo fluidizado (RALF). PAULINO e col. (2001) concluíram que no tratamento biológico baseado na digestão anaeróbia a eficácia depende do tempo e da temperatura e mostram a necessidade de tratamentos higienizantes antes de sua utilização na agricultura.

Os riscos à saúde oriundos da utilização de águas residuais na agricultura foram investigados na cidade de Faisalabad, no Paquistão, demonstraram um aumento do risco de infecção por nematóides intestinais e infecção por ancilostomídeos, em particular, nos agricultores e seus filhos, que utilizavam águas residuárias, quando comparada com famílias de agricultores que faziam uso regular de água não residuária. A utilização de calçados e melhora nos cuidados com a higiene e a construção de instalações sanitárias em combinação com um tratamento regular com anti-helmínticos foram alternativas consideradas adequadas para salvaguardar a saúde dos agricultores e de suas famílias na utilização de águas residuárias (ENSINK e col., 2005).

Ao avaliar a presença de parasitos em efluentes e no lodo, em quatro ETEs localizadas na Patagônia Argentina, SEMENAS e col. (1999) observaram que todas as amostras de semi-sólidos analisadas foram consideradas aptas para seu uso como fertilizantes porque não se registrou em nenhuma delas a presença de ovos viáveis de *Ascaris lumbricoides*, e somente seis, das 10 amostras líquidas analisadas, foram consideradas aptas para rego, por carecer de ovos ou por ser sua concentração igual ou inferior a 1 ovo por litro.

Com objetivo de avaliar o perfil longitudinal de *Escherichia Coli* e ovos de helmintos em um sistema de tratamento de esgotos domésticos constituído por um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB), seguido por uma lagoa de polimento com chicanas, SOARES e col. (2000) desenvolveram um estudo em uma ETE localizada na cidade de Itabira/MG. Os resultados obtidos após oito meses de operação, monitoramento e coleta de análises indicaram que a remoção ocorreu ao longo do sistema, sendo que na média, a partir da terceira chicana não foram encontrados ovos de helmintos. A remoção de ovos de helmintos ao longo das duas primeiras chicanas está associada a um tempo de detenção hidráulica em torno de apenas 4 dias, havendo um forte indicativo de que o projeto de lagoas de polimento objetivando a remoção desses patogênicos poderá ser otimizado, com relação às diretrizes comumente utilizadas de 8 dias.

OLANCZUK-NEYMAN e col. (2003), em estudo realizado na Polônia, obtiveram uma eficiência na remoção de helmintos próxima a 100%. A estação estudada era constituída por um sistema multifásico de lodos ativados (sistema UCT modificado). As análises parasitológicas do afluente de esgoto bruto mostrara um número de ovos viáveis de *Ascaris* entre 0 – 8 em 1 l e 0 – 5 ovos inviáveis em 1L. Já o conteúdo de ovos no esgoto mecanicamente tratado mostrou-se relativamente baixo em 0 – 2 ovos viáveis por litro e 0 – 1 ovo inviável por litro. Não foram detectados ovos de *Trichuris* durante todo o estudo. Durante o tratamento mecânico, o número de ovos de *Ascaris* férteis decresceu aproximadamente 77%, chegando no tratamento biológico a quase 100% de eliminação, sendo detectados ovos inférteis em apenas 4% das amostras de esgoto tratado.

CAVINATTO & PAGANINI (2007) realizaram uma pesquisa que incluía ovos de helmintos nos esgotos afluentes e efluentes, e no solo da estação de

tratamento de esgotos de Populina (SP), que opera com método de escoamento superficial do solo. Apontaram, neste estudo, que embora a estação estivesse operando acima da capacidade para qual foi projetada, houve redução dos ovos de helmintos presentes no esgoto. No solo, os parasitos foram encontrados com maior frequência na superfície e nos pontos de amostragem mais próximos ao local de aplicação do esgoto.

Em um estudo que também visava a remoção de parasitos intestinais por disposição no solo, após tratamento por reator UASB, dirigido em Itabira (MG). ZERBINI e col. (1999) obtiveram uma remoção satisfatória para ovos de helmintos indicando seu potencial uso na irrigação irrestrita, mas este mesmo efluente indicava uma qualidade bacteriana insatisfatória para a irrigação, de acordo com as diretrizes da OMS (1989).

Em Marrakesh, Marrocos, região árida com uma grave escassez da água, efluentes de estações de tratamento de esgoto municipais eram utilizadas para irrigar cerca de 3.000 ha. Para avaliar o impacto da reutilização das águas residuais na qualidade microbiológica de culturas, cistos de protozoário (*Giardia* e *Entamoeba histolytica*) e ovos helmintos (*Ascaris* e *Trichuris*) foram pesquisados em produtos vegetais recolhidos nesses campos. A produtividade das hortaliças irrigadas por diferentes tipos de água (esgoto bruto, águas residuais tratadas em lagoas de estabilização e de água doce, como controle) foi comparada para determinar os benefícios de irrigação às plantas. A análise dos produtos revelou que a irrigação com águas residuais não tratadas conduziu à contaminação das culturas por patógenos. O número de patógenos detectado variou de acordo com o tipo de produtos irrigados. A maioria dos produtos contaminados são hortaliças com folhagem densa e crescentes rentes a superfície do solo. Quando utilizadas águas residuais tratadas em lagoas de estabilização, não foi detectado organismo patogênico nas hortaliças irrigadas.

Aplicação de efluentes de lagoas de estabilização resultou em um aumento das colheitas, em comparação com controles irrigados com água fresca (BOUHOUM e AMAHMID, 2002).

GUILHERME e col. (1999). pesquisando enteroparasitos em hortaliças e horticultores da feira de produtores de Maringá, Paraná, observaram que de 144 amostras de hortaliças analisadas, 24 (16,6%) apresentaram contaminação. O agrião foi o mais contaminado (100%), seguido de alface mimosa (25%), alface lisa (21,4%), rúcula (21,4%), escarola (9,0%), alface crespa (6,6%). O autor pondera que, com base nos resultados obtidos nas análises da água utilizada para a irrigação, esta constitui um importante veículo de disseminação de enteroparasitoses. Atribui ainda este fato à grande descarga de dejetos sobre os remansos de água.

Organismos patogênicos presentes nos esgotos não penetram no tecido vegetal, a não ser que a planta esteja danificada, mas alguns patógenos podem ser encontrados na superfície das plantas fertirrigadas com esgotos tratados. Neste caso, os microrganismos presentes na superfície das culturas estão expostos às condições ambientais desfavoráveis. Os métodos de irrigação contribuem, sobremaneira, para a contaminação dos produtos; aconselha-se, neste caso, a irrigação sub-superficial e localizada, uma vez que, mesmo havendo a possibilidade de risco de contato direto dos trabalhadores com o efluente, este sistema é o de menor risco de contaminação; portanto, do ponto de vista do indicador de contaminação fecal, o pimentão produzido no experimento apresenta qualidade sanitária aceitável para serem consumidos apenas os frutos irrigados com efluentes da lagoa de polimento (SOUSA e col. 2006).

A utilização de esgotos tratados em irrigação resulta em benefícios para

as culturas, reduzindo ou mesmo eliminando a aplicação de fertilizantes. Além disso, o reúso do esgoto resulta no aproveitamento da água disponível, para outros fins, principalmente o abastecimento da população. Obviamente, a utilização de águas servidas em irrigação deve ser acompanhada de algumas medidas de controle, tais como: definição do tipo adequado de tratamento a ser aplicado ao esgoto; escolha correta das culturas a serem irrigadas; ações de proteção sanitária e ambiental a serem adotadas, visando minimizar os impactos negativos (MOTA e col., 1997).

BASTOS e col. (2002) avaliaram a contaminação de hortaliças irrigadas com esgotos sanitários tratados por um reator anaeróbio seguido por três lagoas de estabilização em série, com tempo de detenção hidráulica (TDH) de nove dias cada. Os autores relataram que no efluente da primeira lagoa e nas alfaces irrigadas com os efluentes os parasitos estiveram sistematicamente ausentes. Consideraram que as hortaliças irrigadas com o efluente da terceira lagoa, de excelente qualidade, indicaram qualidade similar a controle, irrigadas com água, e plenamente aceitáveis pelos critérios da legislação brasileira.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem por objetivo detectar a presença de ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários em amostras de efluentes de esgoto tratado por processos biológicos, submetidos a sistemas de desinfecção por cloração e radiação ultravioleta, e aplicados na irrigação agrícola no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, procurando verificar os riscos potenciais de

acordo com as diretrizes da OMS.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Realizar um levantamento qualitativo e quantitativo dos parasitos intestinais de importância sanitária presentes nas amostras líquidas da ETE por lagoas de estabilização e sistema de filtração e desinfecção por hipoclorito de sódio;

Realizar um levantamento qualitativo e quantitativo dos parasitos intestinais de importância sanitária presentes nas amostras líquidas da ETE por reator UASB seguido de processos de decantação, filtração e desinfecção por Ultra-Violeta;

Analisar os resultados qualitativos e quantitativos dos parasitos intestinais detectados e verificar a concordância com as diretrizes recomendadas pela OMS (2006).

3. JUSTIFICATIVA

A agricultura é uma ferramenta de desenvolvimento vital para o cumprimento da Meta de Desenvolvimento do Milênio, que propõe reduzir pela metade a proporção da população que sofre com a extrema pobreza e a fome. O aumento da produtividade agrícola é fundamental para estimular o crescimento em outras vertentes da economia. Mas o crescimento acelerado requer um drástico aumento da produtividade da agricultura de pequena escala

associado ao apoio mais eficaz aos milhões de pessoas que enfrentam dificuldades trabalhando como agricultores de subsistência (CUTOLO, 2009).

Christofidis (2003) afirma existir atualmente no mundo cerca de 777 milhões de pessoas em condições de insegurança alimentar, segundo as previsões de crescimento populacional e estimativas vinculadas a produção, conservação e distribuição de alimentos. Com o aumento previsto da população mundial em 10 bilhões de habitantes nos próximos 50 anos, 79% dos habitantes do planeta sofrerão deficiências no suprimento de água, repercutindo em cerca de 1,6 bilhão de pessoas que não terão água para obtenção de alimentação básica.

Na América Latina, o uso agrícola requer cerca de 76% do total de água, seguido pelos usos doméstico e industrial, 15%. Mais água residuária é reutilizada, intencionalmente ou não, para a irrigação agrícola devido ao alto crescimento da população urbana que, por um lado, gera uma maior quantidade de água residuária não tratada, e por outro, necessita de alimento. Frequentemente, fazendeiros não só aceitam o uso de águas residuárias, mas solicitam-na para impulsionar a produtividade e, conseqüentemente o seu rendimento, embora, frequentemente, eles sejam desconhecedores dos riscos associados à saúde (JIMENEZ e ASANO, 2008).

CUTOLO (2009), ao citar a relação das porcentagens com o uso das águas em diferentes áreas geográficas realizado por Raven (1998), demonstra que os valores para irrigação são elevados mesmo para as nações desenvolvidas. O continente africano disponibiliza 88% dos seus recursos hídricos para este fim; a América do Sul 61% e a América do Norte 46%. Este quadro é um pouco diferenciado na Europa, que utiliza apenas 31% de suas reservas.

A ampla utilização de águas residuais na agricultura tem promovido uma série de investigações em vários países da América Latina. Elas demonstram que as diferentes culturas não são poluídas da mesma forma. Algumas culturas, como a do alho e a da cebola, têm compostos que limitam, pelo menos parcialmente, o crescimento bacteriano. Outras, como a do arroz, têm sido procuradas por possuir importante capacidade de tratamento de águas residuais através de filtração do solo, enquanto outras ainda (como abobrinha, coentro, salsa) são descritas por concentrar bactérias e patógenos (JIMENEZ e ASANO 2008).

Segundo a ANA (2009), a atividade de irrigação é responsável por 69% da vazão de consumo de água no país. O Estado de São Paulo gera, considerando somente as estações de tratamento operadas pela Sabesp, um volume de 3.097 L s^{-1} de EET nas estações de tratamento que usam a técnica de lagoas de estabilização. Dada a importância do crescimento do agronegócio no país e a busca pelo desenvolvimento sustentável, há enorme potencial para o uso deste efluente na irrigação (FONSECA e col., 2007).

Os aspectos relacionados com a saúde pública são apontados como responsáveis por grande parte do sucesso ou fracasso de qualquer programa de reúso de efluentes tratados (HESPANHOL e PROST, 1994). A sobrevivência e a maneira como potenciais patógenos podem infectar o homem devem ser estudados no intuito de se eliminar ou minimizar riscos à saúde pública associados ao uso de águas provenientes de esgotos sanitários (RAZZOLINI, 2003). A partir dos anos 90, no Brasil, a preocupação com o tratamento de esgoto e sua disposição final sofre um sensível incremento. Mas, pouco se conhece sobre a fauna helmíntica presente no esgoto e no biossólido resultante destes tratamentos (PAULINO e col., 2001) e não existem normas nem critérios próprios para reúso de água de qualidade inferior (SOUSA e col., 2005).

Os efluentes de esgoto tratados são líquidos procedentes da atividade humana, que levam em sua composição grande parte de água, (SEOANEZ, 1995). Contudo, no uso dos efluentes de esgoto tratados existe uma via potencial de exposição humana e de animais, sendo, os principais riscos associados à presença de patógenos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Muitos dos patógenos causam gastroenterites, febres tifóides e paratifóide, desintéria, diarreia e cólera (AYRES e MARA, 1997).

Vários fatores influem não só na ocorrência como também na concentração destes microrganismos patogênicos nas águas de esgotos sanitários. Dentre elas são destacadas o estado geral de saúde da população geradora, a existência de portadores assintomáticos e a capacidade do agente em sobreviver, após eliminação pelo hospedeiro, sob uma variedade de condições ambientais, que quando favoráveis, permitem aos microrganismos patogênicos sobreviver por longos períodos em culturas, na água ou no solo (RAZZOLINI, 2003).

A Organização Mundial de Saúde (1989; 2006) recomenda que os efluentes de esgoto tratado, destinados à irrigação, devem conter quantidade ≤ 1 ovo de nematoda por litro, quando este solo for exposto direta ou indiretamente via alimento, água ou ar a população. Assim, os riscos à saúde pública devem ser considerados no uso de efluentes de esgoto tratado, pois podem estar presentes diversos agentes como *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *Yersinia* sp, *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium* sp, *Entamoeba histolytica*, *Giardia duodenalis*, *Balantidium coli*, *Toxoplasma gondii*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Toxocara* spp., *Taenia saginata*, *Taenia solium*, *Necator americanus*, *Hymenolepis nana*.

O uso de efluentes como fonte d'água e nutrientes às plantas, apesar de

ser uma alternativa atrativa e popular (BOUWER e IDELOVITCH, 1987; FEIGIN e col., 1991; PESCOD, 1992) não é uma prática isenta de riscos, e tem se constituído em um desafio à Ciência do Solo (BOND, 1998), pela complexidade do entendimento do comportamento dos constituintes do efluente no solo (CAMERON e col., 1997). SOUZA (2005) menciona que a movimentação e a sobrevivência de microrganismos patogênicos no solo são dependentes entre outros fatores, das características e propriedades do solo, das condições e da carga hidráulica a que os mesmos estão expostos.

Estimativas recentes sugerem que, mundialmente, *A. lumbricóides* infecte mais de 1 bilhão de pessoas, *T. trichiura* 795 milhões e *A. duodenale* e *N. americanus* 740 milhões (WHO, 2008). Estas infecções são causadas pela ingestão de ovos, ou penetração de larvas filarióides na pele, encontrados no solo. Os nematodas (*Ascaris*, *Trichuris* e os Ancilostomídeos) possuem um período de latência no solo antes de atingirem o hospedeiro e não necessitam de hospedeiro intermediário. Dessa forma, a importância de estudá-los deve-se à relação direta com o tipo de infecção que causam. Porém, o risco para a saúde humana depende do ciclo de vida e da rota de transmissão dos parasitos, além das condições ambientais que podem favorecer ou não a sobrevivência destes (ZERBINI, 1999).

Uma questão fundamental para a avaliação do risco de transmissão diz respeito à dose necessária para causar a doença. Para protozoários como *G. duodenalis* e *E. coli* foi observada uma porcentagem de 60 a 70% de infecção em pessoas que receberam cerca de 100 cistos dos parasitos. A maior parte destes estudos é realizada em populações homogêneas, com voluntários saudáveis, situação bastante diferente daquela verificada nas comunidades expostas, cujo estado geral de saúde e faixa etária são mais variados (RAZZOLINI, 2003)

Grande parte da literatura relacionada à exposição humana às águas de esgoto sanitário refere-se aos operadores e pessoal de manutenção de estações de tratamento. De acordo com uma revisão da literatura realizada por Cooper (1991) citada por RAZZOLINI (2003), raramente é relatada a ocorrência de doença pela exposição ocupacional nesses trabalhadores. Portanto, é razoável supor que os agricultores expostos a águas residuárias para irrigação estarão sob menor risco de infecção que os trabalhadores das ETEs (USEPA, 1992).

Desta maneira, para garantir a proteção dos trabalhadores e dos consumidores torna-se importante avaliar a presença de ovos de helmintos e de outros indicadores microbiológicos, além da adoção de medidas integradas de manejo que passam pela escolha da técnica adequada de irrigação e do tipo de cultura a ser utilizada no solo (ZERBINI, 1999).

SOUZA (2005) aborda a associação da prática de disposição de esgotos ou efluentes no solo com o aumento de incidência de doenças em populações expostas, relatadas em estudos e pesquisas. Define ainda, os conceitos de riscos potenciais e riscos reais: “Os riscos potenciais referem-se simplesmente a presença de um agente patogênico no solo ou na cultura. Os riscos reais são baseados em evidências epidemiológicas que demonstram um aumento de incidência de doenças em populações expostas ou um agravamento à saúde”. E conclui que: “A simples detecção de um determinado agente patogênico em esgotos, solos ou culturas não significa o imediato desenvolvimento da doença, pois existem fatores característicos dos microrganismos, dos hospedeiros e fatores extrínsecos que atuam como barreiras de proteção”.

A finalidade maior das estações de tratamento de esgotos é a de que elas venham a representar reais barreiras sanitárias destinadas à proteção do

meio ambiente e à manutenção dos recursos naturais, os quais são finitos (CAVINATTO e PAGANINI 2007).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

As áreas escolhidas para realização dos estudos propostos neste projeto são os campos de cultivo anexos as ETEs de Cecap e Piracicamirim, pertencentes ao município de Piracicaba, no Estado de São Paulo, e sob responsabilidade do SEMAE (Serviço Municipal de Água e Esgoto).

Este município está localizado a 22°43'31" de latitude sul e a 47°38'57" de longitude oeste, a uma altitude de 547 metros. Ocupa uma área aproximada de 1.370 Km² e sua população estimada em 2009 era de 368.843 habitantes. No ano de 2008 ocorreram 916 óbitos, sendo 105 (58 homens, 47 mulheres), ou seja 11,5%, por doenças infecciosas e parasitárias (IBGE, 2009).

Figura 1- Localização do Município de Piracicaba



Fonte: Wikipédia

A ETE Cecap foi inaugurada no ano de 1993, composta por um sistema australiano constituído de um tratamento preliminar com grade, caixa de areia e calha Parshal, seguido de tratamento secundário com lagoa anaeróbia, lagoa facultativa primária e secundária. Foi projetada para atender uma população de 12.000 habitantes com uma vazão de 25 L/s. Atualmente, serve uma população aproximada de 7.000 habitantes, recebendo também chorume de aterros sanitários e despejos de caminhões limpa-fossa. Durante o período de pesquisa, a vazão média observada foi de 9,73 L/s.

Os efluentes são submetidos a um processo de desinfecção por cloração composto por um reservatório de controle de vazões de afluente do sistema

(R1), um filtro de areia pressurizado, com objetivo de reter os sólidos em suspensão, cistos de protozoários e os ovos de helmintos, um tanque de contato de cloro (TCC) através da aplicação de solução de hipoclorito de sódio, no qual a finalidade é eliminar principalmente as bactérias termotolerantes e *E. coli*, e um reservatório de controle de vazões e irrigação (R2), a fim de atender às necessidades de aplicação na cultura de cana-de-açúcar.

Figura 2 - Vista geral da ETE Cecap



Figura 3 - Vista Ampliada da ETE Cecap e Campo de Cultivo de cana-de-açúcar



A fim de atender a uma população de 90.000 habitantes através de uma vazão de 290 L/s, foi inaugurada, em 1997, a ETE Piracicamirim. Em 2003, prestava serviços a aproximadamente 65.000 munícipes, operando com uma vazão de 217 L/s. O tratamento preliminar é realizado através de uma peneira rotativa e caixa de areia aerada, seguido por um tratamento secundário com reatores UASB, uma lagoa aerada e decantadores secundários de lodo ativado.

Seus efluentes são tratados por um processo de desinfecção por um filtro de areia com a finalidade de remoção de cistos de protozoários e ovos de helmintos seguido por um reator UV onde se pretende inativar as bactérias termotolerantes e *Escherichia coli*. A vazão de projeto deste sistema é 3 m³/h utilizada na irrigação do cultivo de laranjas.

Os efluentes de esgoto tratado são aplicados, no cultivo de laranjas, por meio de gotejamento (tubo gotejador) e no cultivo de cana-de-açúcar por irrigação subsuperficial. O sistema de gotejamento proporciona uma irrigação invariável por ser composto por tubos de diâmetro, geralmente inferior a 25 mm, preenchidos por orifícios ou dispositivos por onde ocorre a rega (PAGANINI, 1997).

Figura 4 - Vista geral da ETE Piracicamirim



Figura 5 - Vista Ampliada da ETE Piracicamirim e Campo de Cultivo de Laranja



4.2. COLETA DAS AMOSTRAS

O cronograma inicial estabelecia coletas mensais em cada ETE no período de fevereiro de 2008 a maio de 2009. No entanto, por motivos de ordem estruturais e técnicos houve a impossibilidade de realizá-las em alguns meses em ambas as estações.

As amostras foram coletadas seguindo as orientações de AYRES e MARA (1996) onde são necessários 1 litro para o esgoto bruto, coletado antes do início do tratamento biológico, e 10 litros de efluente tratado e efluente desinfetado coletados respectivamente após o processo biológico e após os processos de filtração e desinfecção por cloração ou radiação ultravioleta. Os frascos foram devidamente identificados e transportados ao laboratório sob refrigeração a 4°C.

4.3. TÉCNICAS DE ANÁLISE PARASITOLÓGICAS EM AMOSTRAS AMBIENTAIS

A técnica utilizada para detecção de ovos e larvas de helmintos em amostras ambientais consistem na concentração das partículas em suspensão através de sedimentação com auxílio de centrífuga e posterior flutuação dos ovos com a adição de solução de sulfato de zinco a 33 % com densidade específica de 1.20, para proporcionar a flotação das estruturas parasitárias. O levantamento qualitativo e/ou quantitativo de ovos de helmintos de importância sanitária existentes em determinado volume de amostra foi realizado através da observação em microscópio óptico comum (LEVENTHAL e CHEADLE, 2000;

OMS, 1992; WHO 1989; YANKO, 1987).

No laboratório, as amostras foram colocadas em descanso para sedimentação por gravidade, por no mínimo 3 e no máximo 12 horas. Com o auxílio de sifão ou bomba de sucção, 90% do sobrenadante foi removido e o restante transferido junto com o sedimento para tubos de 250ml. Os frascos foram submetidos à centrifugação por 15 minutos a 2500rpm e o sobrenadante descartado, sendo esta etapa repetida até se obter um líquido límpido. O material foi dividido em 2 frascos de 15ml com fundo cônico. Cada tubo identificado como amostra “A” e amostra “B” foi submetido a mais um processo de centrifugação, o sobrenadante desprezado, o sedimento (pellet) foi agitado com a adição de 5 ml de solução de sulfato de zinco a 33% e o volume final registrado.

Da mistura obtida fez-se a divisão em três alíquotas de 1 ml, que posteriormente foram transferidas para câmara de Sedgwick-Rafter e submetidas à análise em microscópio óptico comum, em aumento de 100 vezes.

Figura 6 - Processamento das Amostras



4.4 EXPRESSÃO DOS RESULTADOS

As amostras foram analisadas em nível qualitativo e quantitativo. A análise qualitativa foi realizada através da identificação dos ovos e larvas de helmintos e os cistos de protozoários encontrados de acordo com o formato e o tamanho, com auxílio de Atlas de parasitologia e chaves de classificação segundo orientação da OMS. Já a análise quantitativa foi realizada pela determinação numérica de ovos e larvas de helmintos e protozoários em determinada alíquota.

As observações em amostras líquidas devem, segundo regras internacionais, ser expressas por litro (SANEPAR, 1998). Para tanto, após a realização da identificação microscópica os valores obtidos são aplicados na seguinte equação:

$$\text{Ovos por Litro} = \frac{n^{\circ} \text{ parasitos} \times \text{volume final.}}{\text{vol. câmara} \times a. \text{ coletada}}$$

Onde:

n° parasitos = número de parasitos quantificados na câmara de Sedgwick-Rafter;

volume final = volume do produto final (ml);

vol. câmara = volume da câmara de Sedgwick-Rafter;

a. coletada = volume original da amostra (Litro)

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

A apresentação dos resultados está distribuída de forma individual para cada estação de tratamento e os dados classificados em qualitativos e quantitativos. Os dados quantitativos são apresentados de acordo com o ponto de amostragem.

Por motivos de ordem técnica, em alguns momentos não foi possível a diferenciação entre as espécies de helmintos e protozoários, sendo utilizada uma classificação somente até os respectivos gêneros.

Entre os ovos encontrados do gênero *Ascaris*, no momento das análises foi feita uma divisão entre ovos férteis ou embrionados e ovos inférteis, desprovidos de embrião.

Foi calculada a eficiência de remoção dos patógenos de cada um dos sistemas estudados. Este cálculo foi aplicado para os dados de densidade absoluta e para distribuição absoluta ao longo do período de estudo.

Para tanto utilizou-se a equação:

$$\text{Eficiência de remoção} = \frac{DA1 - DA3}{\dots DA1}$$

Onde: DA1 = Densidade absoluta dos ovos de helmintos do ponto 1;

DA3 = Densidade absoluta dos ovos de helmintos do ponto 3.

Os valores obtidos foram correlacionados aos resultados das análises físico-químicas de sólidos totais, sólidos em suspensão, demanda bioquímica

de oxigênio (DBO) e análises microbiológicas de coliformes totais e *E. coli*.

Os dados das análises microbiológicas e físico-químicas foram obtidos junto ao Laboratório de Saneamento da Escola Politécnica da USP. As análises foram realizadas seguindo-se as recomendações contidas no Standard Methods (APHA, 1998). Para a determinação dos coliformes foi empregada a formulação comercial Colilert®.

Os resultados das análises biológicas e físico-químicas dos efluentes tratados das estações de tratamento de esgoto são apresentados em tabelas e gráficos com dados quantitativos, valores médios, mínimos e máximos e desvio padrão com nível de significância de $\alpha \leq 0.05$ encontrados nas amostras líquidas dos sistemas da ETE Cecap e Piracicamirim, nos pontos de coleta estabelecidos.

Matrizes foram construídas com os dados quantitativos, médias, desvio padrão, valores mínimo, medianos e máximos das análises físico-químicas, biológicas das amostras líquidas das estações de tratamento e aplicado o teste de correlação de Spearman $r_s \geq 0,05$ e nível de significância $\alpha \leq 0.05$.

5. RESULTADOS

5.1 ETE CECAP

Na ETE Cecap foram realizadas quinze campanhas de coleta nos três pontos de amostragem propostos inicialmente. As datas destas coletas encontram-se listadas na Tabela 3.

Tabela 3- Datas das Coletas realizadas na ETE Cecap

ANO	Datas das Coletas				
2008	20 /2	23/4	21/5	18/6	30/7
	13/8	24/9	8/10	5/11	3/12
2009	28/1	11/2	11/3	8/4	20/5

5.1.1 RESULTADOS QUALITATIVOS

A Tabela 4 mostra os grupos e espécies dos parasitos encontrados em cada ponto de coleta da ETE Cecap.

Tabela 4 - Parasitos encontrados nas amostras da ETE Cecap

Grupo	Esgoto Bruto	Efluente Tratado	Efluente Desinfetado
Protozoários	<i>Entamoeba</i> spp	<i>Entamoeba</i> spp	<i>Entamoeba</i> spp
	<i>Giardia</i> sp	<i>Giardia</i> sp	<i>Giardia</i> sp
Cestoda	<i>Hymenolepis</i> spp	<i>Hymenolepis</i> spp	<i>Taenia</i> spp
	<i>Taenia</i> spp	<i>Taenia</i> spp	
Nematoda		<i>Ancylostoma</i> sp	<i>Ascaris</i> sp
	<i>Ascaris</i> sp	<i>Ascaris</i> sp	<i>Toxocara</i> sp
	<i>Enterobius</i> sp	<i>Enterobius</i> sp	
	<i>Trichuris</i> sp	<i>Trichuris</i> sp	
		<i>Toxocara</i> sp	

Todos os pontos de coleta, do sistema Cecap, apontaram a presença de parasitos intestinais.

Entre os protozoários os gêneros *Entamoeba* sp e *Giardia* sp foram encontrados em todos os pontos de coleta.

Entre os helmintos pertencentes à classe Cestoda encontrados, o gênero *Taenia* esteve presente em todos os pontos de coleta, já os espécimes do

gênero *Hymenolepis* não estiveram presentes no efluente desinfetado. A classe Nematoda foi a que contribuiu com maior número de espécies encontradas. *Ascaris* sp esteve presente nos três pontos de coleta, mostrando um comportamento diferente das espécies *Enterobius* sp e *Trichuris* sp, presentes apenas no esgoto bruto e no efluente tratado. *Toxocara* sp foi encontrado no efluente tratado e no efluente desinfetado e *Ancylostoma* sp apenas do tratado.

A tabela 5 ilustra a presença e ausência dos parasitos por data e ponto de coleta na ETE Cecap.

Tabela 5 - Pontos de coleta com presença de parasitos na ETE Cecap

Data Pto. Coleta	2/08	4/08	5/08	6/08	7/08	8/08	9/08	10/08	11/08	12/08	1/09	2/09	3/09	4/09	5/09	
Bruto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Tratado	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Desinfetado	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

É possível observar que nas amostras de esgoto bruto não houve presença de parasitos apenas na coleta realizada no de maio de 2009, o que representou uma frequência de positividade de 93%. No esgoto tratado, as amostras negativas ocorreram nos meses de outubro e novembro de 2008 e março, abril e maio de 2009, sendo a frequência de positividade apresentada de 67%. Já no efluente desinfetado as amostras negativas ocorreram entre os meses de setembro de 2008 a maio de 2009, mostrando uma frequência de positividade de 40%.

5.1.2 RESULTADOS QUANTITATIVOS

Os valores obtidos através das análises realizadas nas amostras do sistema Cecap são apresentados e comentados neste item através das tabelas 6, 7 e 8.

A tabela 6 ilustra os parasitos encontrados no esgoto bruto.

Tabela 6- Valores de Parasitos encontrados no esgoto bruto do sistema CECAP

Bruto						
PARASITOS	Total	Min.	Max	M	DP	Fr.
<i>Ascaris sp - Fértil</i>	3,82	0,00	0,70	0,25	0,22	15%
<i>Ascaris sp - Infértil</i>	6,65	0,00	1,86	0,44	0,57	26%
<i>E. vermiculares</i>	0,32	0,00	0,32	0,02	0,08	1%
<i>Hymenolepis spp</i>	0,33	0,00	0,33	0,02	0,08	1%
<i>T. trichiura</i>	0,58	0,00	0,29	0,04	0,10	2%
<i>Taenia spp</i>	3,10	0,00	2,23	0,21	0,57	12%
<i>Toxocara sp</i>	0,28	0,00	0,28	0,02	0,07	1%
Total Helmintos	15,69	0,00	2,79	1,05	0,88	63%
<i>Entamoeba spp</i>	4,45	0,00	0,82	0,30	0,30	18%
<i>Giardia sp</i>	4,96	0,00	2,80	0,33	0,74	20%
Total Protozoários	9,41	0,00	3,50	0,63	0,92	37%
TOTAL GERAL	25,10	0,00	5,60	1,67	1,45	100%

M – Média; DP – Desvio Padrão; Fr. - Frequencia

No esgoto bruto foi observado um total de 25,10 parasitos por litro. Deste total, 15,69 p/l são relativos a helmintos e 9,41 p/L relativos aos protozoários. Os ovos de *Ascaris sp*, pertencente ao grupo dos helmintos, foram as formas mais encontradas, em um total de 10,47 ovos/L. Outro gênero pertencente aos helmintos a apresentar uma alta taxa de ovos por litro foi *Taenia*, com um total

de 3,10 ovos/L. As demais espécies de helmintos encontradas somaram um total de 2,12 ovos/L. Entre os protozoários, a espécie mais encontrada foi *Giardia* sp em um total de 4,96 cistos por litro de esgoto. O gênero *Entamoeba* apresentou um resultado de 4,45 cistos/L. Em relação à frequência, *Ascaris* sp apresentou 41%, *G. duodenalis* 20%, *Entamoeba* spp 18%, *Taenia* spp 12% do total de parasitos encontrados.

Na tabela 7 estão descritos os valores observados nas amostras de efluente tratado no sistema Cecip.

Tabela 7 Valores de Parasitos encontrados no efluente tratado do sistema CECAP

PARASITOS	Tratado					
	Total	Min.	Max	M	DP	Fr.
<i>Ancylostoma</i> sp	0,26	0,00	0,26	0,02	0,07	0%
<i>Ascaris</i> sp - Fértil	26,13	0,00	22,19	1,74	5,69	38%
<i>Ascaris</i> sp - Infértil	23,78	0,00	22,70	1,59	5,84	34%
<i>E. vermiculares</i>	0,51	0,00	0,51	0,03	0,13	1%
<i>Hymenolepis</i> spp	3,06	0,00	3,06	0,20	0,79	4%
<i>T. trichiura</i>	0,61	0,00	0,35	0,04	0,11	1%
<i>Taenia</i> spp	1,79	0,00	1,79	0,12	0,46	3%
<i>Toxocara</i> sp	0,77	0,00	0,77	0,05	0,20	1%
Total Helmintos	56,88	0,00	51,51	3,79	13,22	82%
<i>Entamoeba</i> spp	9,76	0,00	6,63	0,65	1,69	14%
<i>Giardia</i> sp	1,82	0,00	1,02	0,12	0,29	3%
Total Protozoários	12,08	0,00	8,16	0,81	2,08	18%
TOTAL GERAL	68,96	0,00	59,67	4,60	15,25	100%

M – Média; DP – Desvio Padrão; Fr. - Frequencia

As características observadas no efluente tratado apontam para um aumento no total das formas parasitárias encontradas, 68,96/ l. Os helmintos

apresentam-se como as formas mais observadas 56,88 por litro, sendo *Ascaris* sp seu representante mais presente com um total de 49,91 ovos por litro. O total de protozoários foi de 12,08 por litro tendo *Entamoeba* spp como a forma mais notada 9,76 cistos por litro. Os cistos de *Giardia* sp apresentaram uma queda contribuindo apenas com 1,82 ovos por litro. As frequências de ovos *Ascaris* sp e cistos de *Entamoeba* spp corresponderam, respectivamente, a 72 e 14% do total.

A tabela 8 mostra os valores das observações realizadas nas amostras do efluente desinfetado no sistema Cecap.

Tabela 8 Valores de Parasitos encontrados no efluente desinfetado do sistema CECAP

Desinfetado						
PARASITOS	Total	Min.	Max	M	DP	Fr.
Ascaris sp - Fértil	5,31	0,00	3,48	0,35	0,93	8%
Ascaris sp - Infértil	3,92	0,00	3,92	0,26	1,01	6%
Taenia spp	0,77	0,00	0,77	0,05	0,20	1%
Toxocara	46,17	0,00	46,17	3,08	11,92	73%
Total Helmintos	56,69	0,00	54,33	3,78	13,99	90%
Entamoeba spp	4,43	0,00	1,32	0,30	0,52	7%
Giardia sp	2,04	0,00	1,79	0,14	0,46	3%
Total Protozoários	6,47	0,00	1,79	0,43	0,67	10%
TOTAL GERAL	63,15	0,00	55,65	4,21	14,26	100%

M – Média; DP – Desvio Padrão; Fr. - Frequencia

Foi observado um total de 63,15 parasitos por litro de esgoto desinfetado, havendo uma diminuição na presença de ambas as formas de *Ascaris* sp 9,23 ovos por litro. Em contra partida essas amostras apresentaram uma grande concentração de ovos de *Toxocara* sp 46,17 ovos/L. Entre os protozoários spp

mostrou maior presença 4,43 cistos/L. Os ovos de *Toxocara* sp contribuíram com uma frequência de 73% e os cistos de *Entamoeba* spp 7% do total observado.

5.1.3 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DOS PARASITOS INTESTINAIS

Os cálculos para se estabelecer a eficiência de remoção dos parasitos intestinais foram realizados para cada coleta e para os valores médios durante o período. Em três das quinze campanhas de coleta foi observado no efluente desinfetado uma quantidade maior de parasitos do que a obtida nas contagens do esgoto bruto não havendo uma remoção satisfatória. Em uma das campanhas restantes não foi observado nenhuma forma parasitária nos três pontos de amostragem, o que inviabiliza o cálculo. Nas outras onze coletas, onde houve remoção, oito apresentaram remoção total (100%), as três restantes apresentaram remoção de 40, 50 e 53%. A média de eficiência de remoção para o período de estudos foi negativa, o que significa que houve um aumento do número de parasitos no efluente final.

Figura 7 - Eficiência de Remoção de parasitos no sistema Cecap



5.1.4 RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS

Durante o período de estudo foram realizadas algumas análises bacteriológicas nos efluentes tratados e desinfetados. Os valores observados em relação à densidade de Coliformes Termotolerantes e *E. coli* estão representados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados bacteriológicos da ETE Cecip

Datas das Coletas	Coli-Termot. (NMP/100 mL)			<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)		
	Tratado	Desinfetado	Remoção	Tratado	Desinfetado	Remoção
23/04/2008	$6,60 \times 10^4$	<1	$1,00 \times 10^2$	$7,80 \times 10^2$	<1	$1,00 \times 10^2$
18/06/2008	$1,01 \times 10^5$	<1	$1,00 \times 10^2$	$8,40 \times 10^3$	<1	$1,00 \times 10^2$
13/08/2008	$7,60 \times 10^3$	$9,80 \times 10^2$	$8,71 \times 10^1$	$9,60 \times 10^2$	$1,00 \times 10^2$	$8,96 \times 10^1$
24/09/2008	$9,60 \times 10^4$	<1	$1,00 \times 10^2$	$2,30 \times 10^4$	<1	$1,00 \times 10^2$
08/10/2008	$8,70 \times 10^4$	<1	$1,00 \times 10^2$	$2,10 \times 10^4$	<1	$1,00 \times 10^2$
03/12/2008	$1,00 \times 10^5$	$1,30 \times 10^3$	$9,87 \times 10^1$	$3,40 \times 10^4$	$3,60 \times 10^2$	$9,89 \times 10^1$
08/04/2009	$1,01 \times 10^5$	$7,90 \times 10^3$	$9,22 \times 10^1$	$2,99 \times 10^4$	$5,20 \times 10^1$	$9,98 \times 10^1$
20/05/2009	$7,60 \times 10^5$	$7,30 \times 10^1$	$1,00 \times 10^2$	$3,20 \times 10^4$	<1	$1,00 \times 10^2$
MÉDIA	$1,65 \times 10^5$	$1,28 \times 10^3$	$9,92 \times 10^1$	$1,88 \times 10^4$	$6,40 \times 10^1$	$9,97 \times 10^1$
DESVIO PADRÃO	$2,43 \times 10^5$	$2,72 \times 10^3$	$4,91 \times 10^1$	$1,36 \times 10^4$	$1,25 \times 10^2$	$3,63 \times 10^1$

Coli-Termot – Coliformes Termotolerantes; *E. coli* – *Escherichia coli*

Os valores médios de coliformes termotolerantes, encontrados durante o período de coleta foram de $1,65 \times 10^5$ NMP/100 mL no esgoto tratado e $1,28 \times 10^3$ NMP/100 mL no esgoto desinfetado. *E. coli* apresentou médias de $1,88 \times 10^4$ NMP/100 mL no esgoto tratado e $6,40 \times 10^1$ NMP/100 mL no esgoto desinfetado. Neste sentido, podemos observar uma eficiência de remoção do sistema de desinfecção por cloração em tanque de contato de 99% para os coliformes termotolerantes e 100% para *E. coli*.

5.1.5 RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

Foram realizadas também durante o estudo análises físico-químicas. Os resultados observados de Sólidos Totais (ST), Sólidos em Suspensão (SST) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados Físico-Químicos da ETE Cecap, Piracicaba nos anos de 2008 e 2009

Datas das Coletas	Sólidos Totais (ST) - mg/L			Sólidos em Suspensão (SST) - mg/L			DBO		
	Bruto	Tratado	Desinfetado	Bruto	Tratado	Desinfetado	Bruto	Tratado	Desinfetado
20/02/2008	...	...	...	...	...	...	372,00	...	...
23/04/2008	720,00	380,00	410,00	236,00	72,00	52,00	...	...	...
21/05/2008	1050,00	420,00	420,00	436,00	104,00	92,00	599,00	47,00	44,00
18/06/2008	3010,00	440,00	500,00	608,00	88,00	48,00	449,00	19,00	19,00
13/08/2008	980,00	630,00	580,00	376,00	144,00	72,00	317,00	50,00	44,00
24/09/2008	1130,00	610,00	590,00	432,00	120,00	102,00	618,00	57,00	...
08/10/2008	970,00	520,00	...	...	...	...	...	...	...
05/11/2008	1000,00	660,00	...	368,00	188,00	90,00	...	...	...
03/12/2008	840,00	720,00	720,00	216,00	176,00	126,00	...	...	...
08/04/2009	720,00	810,00	630,00	282,00	212,00	90,00	342,00	109,00	53,00
20/05/2009	1050,00	630,00	660,00	476,00	114,00	72,00	505,00	38,00	...
MÉDIA	1147,00	582,00	670,00	335,50	172,50	94,50	423,50	73,50	26,50
D. PADRÃO	669,13	138,87	111,73	124,71	47,83	24,54	121,45	30,26	14,63

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Ao observar os dados da tabela 10 nota-se que para todos os indicadores descritos houve redução do valor médio entre o esgoto bruto e o efluente desinfetado. No entanto os ST presentes no efluente desinfetado apresentam maior concentração em relação ao efluente tratado.

5.2. ETE PIRACICAMIRIM

Na ETE Piracicamirim foram realizadas nove coletas nos três pontos de amostragem. Estas datas estão detalhadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Datas das Coletas realizadas na ETE Piracicamirim

ANO	Datas das Coletas					
2008	26/3	14/5	16/7	20/8	15/10	25/11
2009	4/2	4/3	9/12	...	...	...

5.2.1 RESULTADOS QUALITATIVOS

A tabela 12 ilustra a diversidade de espécies dos parasitos encontrados em cada ponto de coleta da ETE Piracicamirim. As espécies encontradas estão divididas em grupos por ponto de amostragem.

Tabela 12 - Parasitos encontrados nas amostras da ETE Piracicamirim, Piracicaba nos anos de 2008 e 2009

Grupo	Esgoto Bruto	Efluente Tratado	Efluente Desinfetado
Protozoários	<i>Entamoeba</i> spp	<i>Entamoeba</i> spp	<i>Entamoeba</i> spp
Cestoda	<i>Hymenolepis</i> spp	<i>Hymenolepis</i> spp	<i>Hymenolepis</i> spp
	<i>Taenia</i> spp	<i>Taenia</i> spp	<i>Taenia</i> spp
Nematoda	<i>Ascaris</i> sp	<i>Ascaris</i> sp	<i>Ancylostoma</i> sp
	<i>Trichuris</i> sp	<i>Trichuris</i> sp	<i>Ascaris</i> sp
	<i>Toxocara</i> sp	<i>Toxocara</i> sp	<i>Enterobius vermicularis</i>
			<i>Trichuris</i> sp
			<i>Toxocara</i> sp

No sistema Piracicamirim foi observada a presença de parasitos intestinais em todos os pontos de coleta.

Entre os cestodas encontrados o gênero *Taenia* esteve presente em todos os pontos de coleta, já o gênero *Hymenolepis* não esteve presente no efluente desinfetado.

O grupo dos nematodas também foi o maior em número de espécies

presentes. *Ascaris* spp, *Trichuris* spp e *Toxocara* spp estiveram presentes nos três pontos de coleta, mostrando um comportamento diferente das espécies *Enterobius vermicularis* e *Ancylostoma* spp, presentes apenas no efluente desinfetado.

A tabela 13 ilustra a presença ou ausência de parasitos por data e ponto de coleta.

Observa-se que nas amostras de esgoto bruto não houve presença de parasitos nas coletas realizadas nos meses de novembro de 2008 e dezembro de 2009, correspondendo assim a uma frequência de positividade de 78%. No esgoto tratado as amostras negativas ocorreram nos meses de agosto de 2008 e dezembro de 2009, apresentando uma frequência de positividade de 78%. Já no efluente desinfetado não houve amostras negativas durante todo o período de estudo sendo a frequência de positividade de 100%.

Tabela 13 - Pontos de coleta com presença de parasitos

Data	03/08	05/08	07/08	08/08	10/08	11/08	02/09	03/09	12/09
Pto. de Coleta									
Bruto	X	X	X	X	X	-	X	X	-
Tratado	X	X	X	-	X	X	X	X	-
Desinfetado	X	X	X	X	X	X	X	X	X

5.2.2 RESULTADOS QUANTITATIVOS

Os valores obtidos nas amostras do sistema Piracicamirim são apresentados e comentados neste item através das tabelas 14, 15 e 16.

A tabela 14 ilustra os parasitos encontrados no esgoto bruto.

Tabela 14 - Valores de Parasitos encontrados no esgoto bruto do sistema Piracicamirim, Piracicaba nos anos de 2008 e 2009

Bruto						
PARASITOS	Total	Min.	Max	M	DP	Fr.
<i>Ascaris</i> sp - Fértil	4,86	0,00	2,40	0,54	0,75	31%
<i>Ascaris</i> sp - Infértil	3,71	0,00	2,06	0,41	0,71	24%
<i>Hymenolepis</i> spp	0,60	0,00	0,60	0,07	0,20	4%
<i>T. trichiura</i>	0,27	0,00	0,27	0,03	0,09	2%
<i>Taenia</i> spp	0,57	0,00	0,30	0,06	0,12	4%
<i>Toxocara</i> sp	0,28	0,00	0,28	0,03	0,09	2%
Total Helminthos	10,54	0,00	5,36	1,17	1,66	67%
<i>Entamoeba</i> spp	4,22	0,00	1,07	0,47	0,42	27%
<i>Iso spora</i> sp	0,88	0,00	0,60	0,10	0,21	6%
Total Protozoários	5,09	0,00	1,50	0,57	0,52	33%
TOTAL GERAL	15,63	0,00	6,86	1,74	2,04	100%

M – Média; DP – Desvio Padrão; Fr. - Frequencia

O resultado da contagem geral encontrada no esgoto bruto foi de 15,63 parasitos por litro. Deste total 10,54 correspondem a espécies de helmintos dentre as quais *Ascaris* sp mostra-se como a maior contribuinte 8,57 ovos/L (55%). Os protozoários contados somaram 5,09 cistos por litro sendo, *Entamoeba* spp a espécie mais encontrada com 4,22 cistos/L. As frequências calculadas para helmintos e protozoários são respectivamente 67% e 33%.

Na tabela 15 são mostrados os resultados das análises do efluente tratado.

Tabela 15 - Valores de Parasitos encontrados no efluente tratado do sistema Piracicamirim, Piracicaba nos anos de 2008 e 2009

PARASITOS	Tratado					
	Total	Min.	Max	M	DP	Fr.
<i>Ascaris</i> sp - Fértil	3,49	0,00	1,77	0,39	0,60	25%
<i>Ascaris</i> sp - Infértil	3,14	0,00	1,12	0,35	0,44	23%
<i>Hymenolepis</i> spp	0,60	0,00	0,30	0,06	0,20	4%
<i>T. trichiura</i>	1,20	0,00	0,58	0,13	0,21	9%
<i>Taenia</i> spp	0,58	0,00	0,58	0,06	0,19	4%
<i>Toxocara</i> sp	0,57	0,00	0,30	0,06	0,13	4%
Total Helmintos	9,56	0,00	4,66	1,06	1,48	69%
<i>Entamoeba</i> spp	1,73	0,00	0,59	0,19	0,25	12%
<i>Isospora</i> sp	2,64	0,00	1,18	0,29	0,46	19%
Total Protozoários	4,36	0,00	1,77	0,48	0,64	31%
TOTAL GERAL	13,91	0,00	6,43	1,55	2,04	100%

M – Média; DP – Desvio Padrão; Fr. - Frequencia

O efluente tratado proveniente do sistema Piracicamirim apresentou uma quantidade de 13,91 p/l. A maior parcela de espécies encontradas pertence ao grupo dos helmintos, 9,56 p/l, sendo *Ascaris* spp a espécie mais observada com 6,63 ovos/L. Entre os protozoários, que correspondem a 4,36 cistos/l de amostra, a espécie com maior número de indivíduos contados foi *Isospora* sp com 2,64 cistos/L. As frequências ficaram divididas em 69% para os helmintos e 31% para os protozoários.

Na tabela 16 encontramos descritos os valores observados nas amostras do efluente desinfetado no sistema Piracicamirim.

Tabela 16 - Valores de parasitos encontrados no efluente desinfetado do sistema Piracicamirim, Piracicaba nos anos de 2008 e 2009

Desinfetado						
PARASITOS	Total	Min.	Max	M	DP	Fr.
<i>Ancylostoma</i> sp	0,30	0,00	0,30	0,03	0,10	3%
<i>Ascaris</i> sp - Fértil	1,69	0,00	0,83	0,19	0,31	15%
<i>Ascaris</i> sp - Infértil	2,46	0,00	1,66	0,27	0,53	22%
<i>E. vermiculares</i>	0,29	0,00	0,29	0,03	0,10	3%
<i>Hymenolepis</i> spp	1,08	0,00	0,56	0,12	0,28	10%
<i>T. trichiura</i>	0,55	0,00	0,29	0,06	0,12	5%
<i>Taenia</i> spp	1,09	0,00	0,54	0,12	0,20	10%
<i>Toxocara</i> sp	0,28	0,00	0,28	0,03	0,09	2%
Total Helmintos	7,99	0,00	3,86	0,89	1,20	72%
<i>Entamoeba</i> spp	2,51	0,00	1,09	0,28	0,36	23%
<i>Isospora</i> sp	0,55	0,00	0,55	0,06	0,18	5%
Total Protozoários	3,06	0,00	1,09	0,34	0,40	28%
TOTAL GERAL	11,05	0,27	4,69	1,23	1,34	100%

M – Média; DP – Desvio Padrão; Fr. - Frequencia

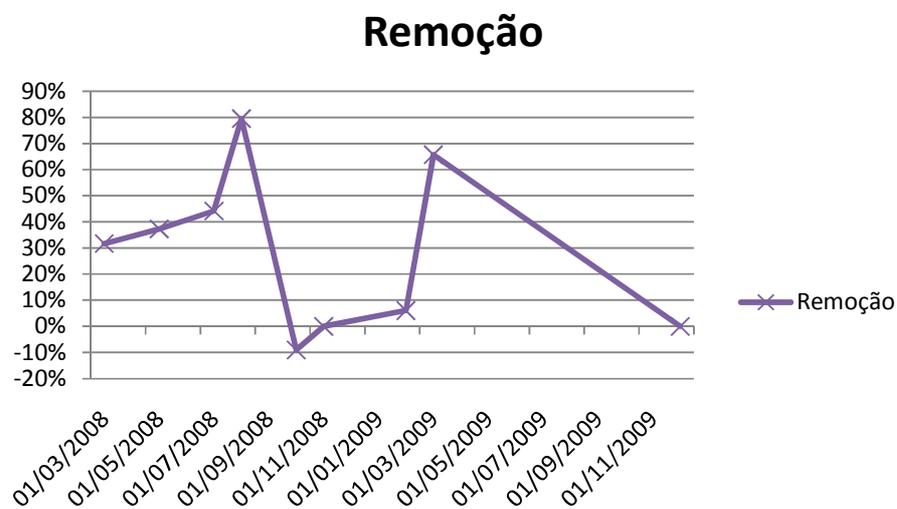
Nas amostras do efluente tratado houve um aumento do número de espécies de helmintos observadas de cinco no esgoto bruto e efluente tratado, para sete. As espécies identificadas apenas nestas amostras foram *Ancylostoma* spp e *E.vermiculares*.

A contagem geral dos parasitos encontrados foi de 11,05 p/l. As espécies de helmintos observadas em maior quantidade somando 7,99 p/l, tendo como principal representante *Ascaris* sp 4,15 ovos/L. A somatória das espécies de protozoários encontradas foi 3,06 cistos/L com 2,51 destes pertencentes ao gênero *Entamoeba*. As frequências observadas foram de 72% para helmintos e 28% para protozoários.

5.2.3 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DOS PARASITOS INTESTINAIS

Os cálculos para se estabelecer a eficiência de remoção dos parasitos intestinais foram realizados para cada coleta e para os valores médios durante o período. Em três das nove campanhas de coleta realizadas na ETE Piracicamirim, foi observado, no efluente desinfetado, uma quantidade maior de parasitos do que a obtida nas contagens do esgoto bruto, não havendo uma remoção satisfatória. Já nas seis coletas restantes, a taxa percentual de remoção variou de 6 a 79%. A média de eficiência de remoção para o período de estudos foi de 29%.

Figura 8 - Eficiência de Remoção de parasitos no sistema Piracicamirim



5.2.4 RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS

Durante o período de estudo foram realizadas algumas análises bacteriológicas nos efluentes tratados e desinfetados. Os valores observados em relação à densidade de Coliformes Termotolerantes e *E.coli* estão representados na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados bacteriológicos ETE Piracicamirim

Datas das Coletas	Coli-Termot. (NMP/100 mL)			<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)		
	Tratado	Desinfetado	Remoção	Tratado	Desinfetado	Remoção
14/05/2008	$8,70 \times 10^5$	$4,40 \times 10^5$	$4,94 \times 10^1$	$3,30 \times 10^3$	$6,30 \times 10^2$	$8,09 \times 10^1$
16/07/2008	$1,00 \times 10^6$	$1,00 \times 10^3$	$9,99 \times 10^1$	$4,80 \times 10^5$	$1,00 \times 10^5$	$7,92 \times 10^1$
20/08/2008	$1,00 \times 10^6$	$2,50 \times 10^4$	$9,75 \times 10^1$	$8,70 \times 10^5$	$1,90 \times 10^3$	$9,98 \times 10^1$
04/03/2009	$1,66 \times 10^6$	$1,45 \times 10^5$	$9,13 \times 10^1$	$3,20 \times 10^5$	$3,00 \times 10^4$	$9,06 \times 10^1$
MÉDIA	$1,13 \times 10^6$	$1,53 \times 10^5$	$8,65 \times 10^1$	$4,18 \times 10^5$	$3,31 \times 10^4$	$9,21 \times 10^1$
DESVIO PADRÃO	$3,57 \times 10^5$	$2,02 \times 10^5$	$2,37 \times 10^1$	$3,60 \times 10^5$	$4,66 \times 10^4$	$9,54 \times 10^1$

Coli-Termot – Coliformes Termotolerantes; *E. coli* – *Escherichia coli*

Os valores médios de coliformes totais, encontrados durante o período de coleta foram de $1,13 \times 10^6$ NMP/100 mL no esgoto tratado e $1,53 \times 10^5$ NMP/100 mL no esgoto desinfetado. *E. coli* apresentou médias de $4,18 \times 10^5$ NMP/100 mL no esgoto tratado e $3,31 \times 10^4$ NMP/100 mL no esgoto desinfetado. Neste sistema, estes valores representam uma eficiência de remoção do sistema de desinfecção por radiação U.V. de 87% para os coliformes totais e 92% para *E. coli*.

5.2.5 RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

Foram realizadas também, durante o estudo, análises físico-químicas. Os resultados observados de Sólidos Totais (ST), Sólidos em Suspensão (SST) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) estão descritos na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados Físico-Químicos da ETE Piracicamirim

Datas das Coletas	Sólidos Totais (ST) - mg/L			Sólidos em Suspensão (SST) - mg/L			DBO		
	Bruto	Tratado	Desinfetado	Bruto	Tratado	Desinfetado	Bruto	Tratado	Desinfetado
26/03/2008	508,00	390,00	390,00	308,00	168,00	56,00	...	...	...
14/05/2008	550,00	390,00	320,00	168,00	88,00	24,00	198,00	38,00	33,00
16/07/2008	530,00	450,00	380,00	164,00	130,00	68,00	188,00	65,00	41,00
20/08/2008	...	...	...	...	...	...	227,00	61,00	40,00
15/10/2008	530,00	490,00	400,00	146,00	206,00	68,00	171,00	59,00	32,00
04/03/2009	480,00	770,00	360,00	122,00	506,00	74,00	226,00	104,00	38,00
MÉDIA	505,00	630,00	380,00	134,00	356,00	71,00	202,00	65,40	36,80
D. PADRÃO	26,66	157,86	31,62	73,96	166,00	20,10	24,36	23,99	4,09

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Ao observar os dados da tabela 18, nota-se que para todos os indicadores descritos houve redução do valor médio entre o esgoto bruto e o efluente desinfetado. No entanto, os ST e SST presentes no efluente tratado apresentara maior concentração em relação ao esgoto bruto.

5.3 DADOS ESTATÍSTICOS

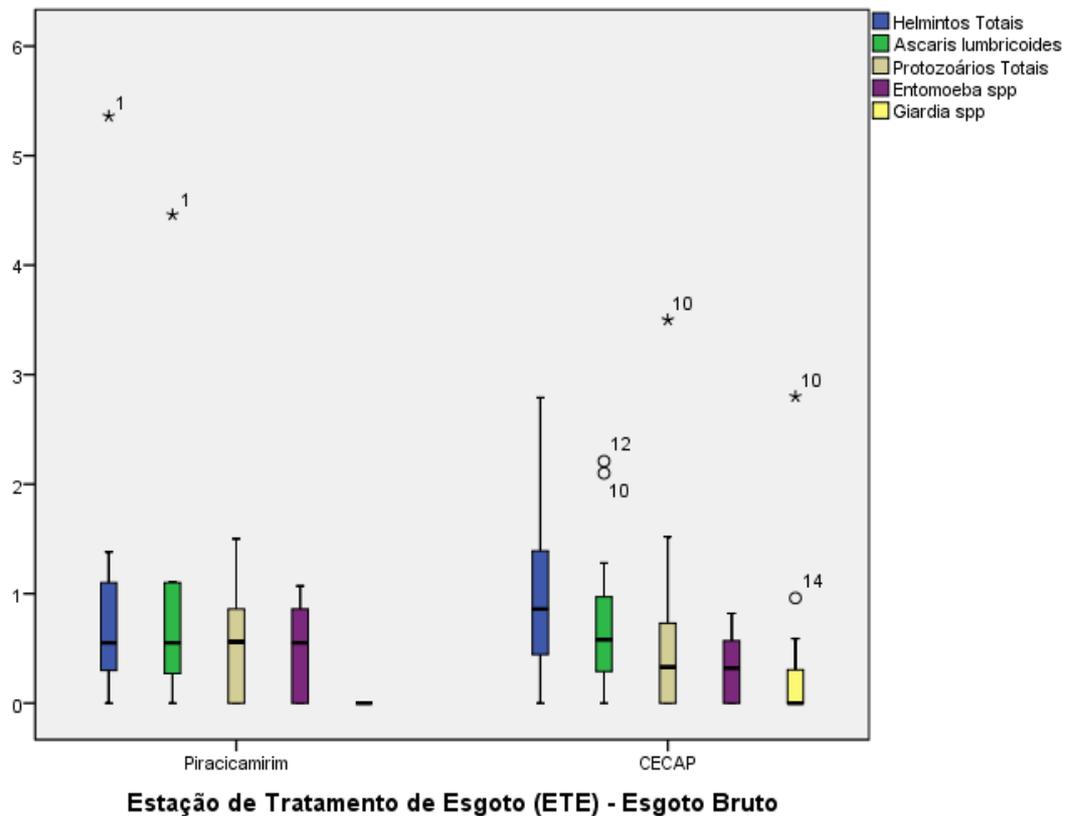
Os testes estatísticos foram aplicados aos dois grupos de parasitos estudados: protozoários e helmintos. Dentre estes grupos foram destacados os representantes observados com maior incidência no estudo e que apresentam relevância sanitária, oferecendo risco à saúde da população. Estas espécies são: *Ascaris* sp, *Entamoeba* spp e *Giardia* spp.

Na ETE Cecap houve correlação significativa entre os ovos de *Ascaris* sp e *E. coli*. (r_s ,005) presentes no efluente tratado. No efluente desinfetado não houve correlação. Também não foi verificada uma correlação significativa entre parasitos e indicadores microbiológicos nos efluentes tratado e desinfetado da ETE Piracicamirim.

Na ETE Cecap, a correlação foi significativa entre o valor de helmintos totais encontrados e os sólidos totais (r_s ,037) e a DBO (r_s ,016) do efluente tratado e entre ovos de *Ascaris* spp e sólidos totais (r_s ,039) e DBO (r_s ,027). O esgoto bruto da ETE Cecap não apresentou correlação significativa para estes parâmetros. Na ETE Piracicamirim a correlação apontou significância entre os protozoários e os sólidos totais (r_s ,040) do esgoto bruto e entre *Entamoeba* spp e sólidos totais (r_s ,041) do efluente desinfetado. No efluente tratado não houve correlação entre parasitos e indicadores físico-químicos de qualidade de água residual.

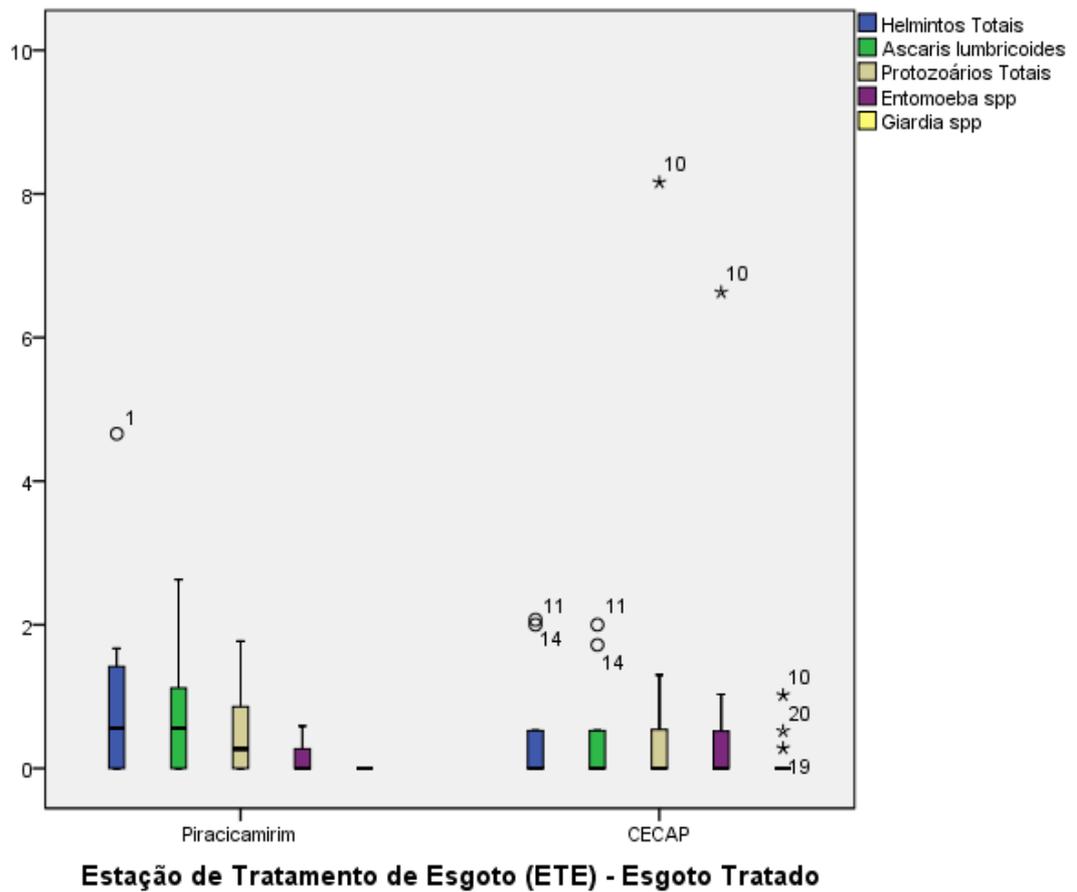
As figuras 9,10 e 11 ilustram a comparação entre a fauna parasitaria encontrada em cada ponto de coleta entre os dois sistemas de tratamento.

Figura 9- Parasitos de Importância Sanitária com Maior Frequência no Esgoto Bruto das ETEs Piracicamirim e Cecap



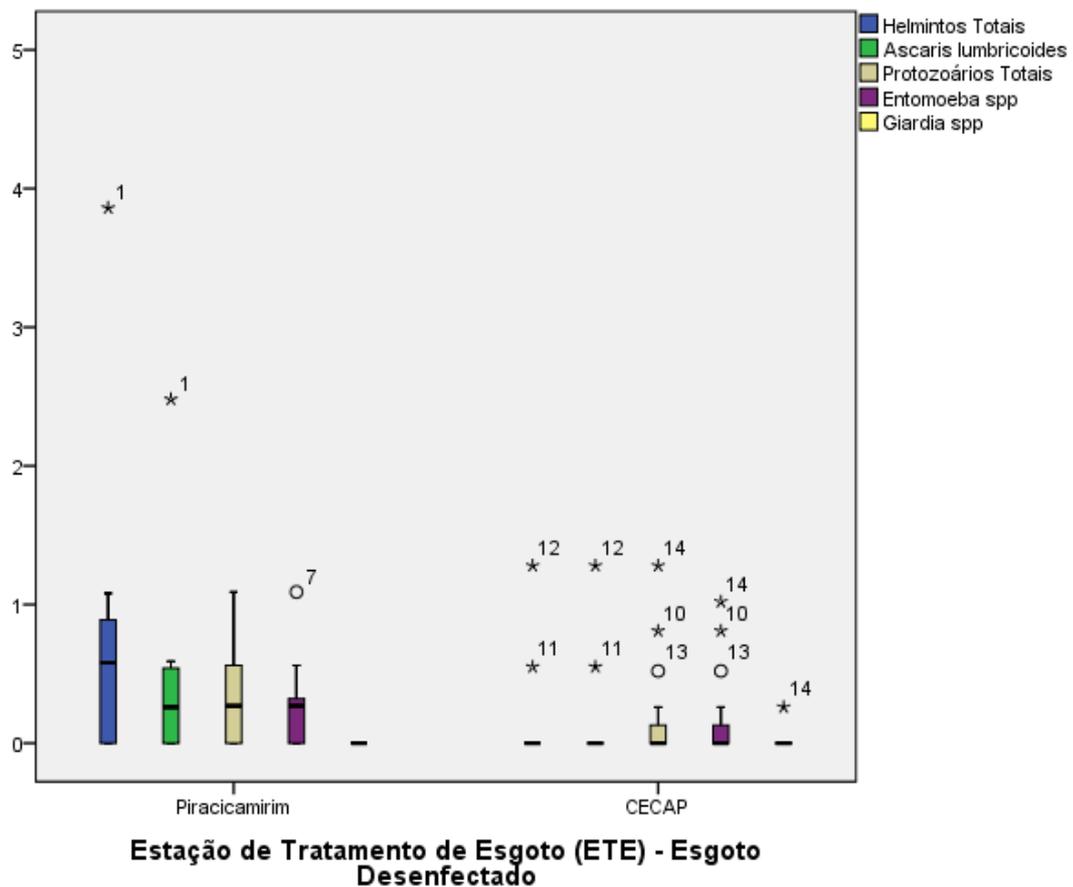
No esgoto bruto da ETE Cecap foi observada uma maior diversidade de parasitos de importância sanitária devido à presença de *Giardia duodenalis*. Este protozoário foi encontrado em valores mínimos no mesmo ponto de coleta da ETE Piracicamirim. Houve também uma variação maior entre os valores máximos e mínimos dos parasitos identificados nas amostras da ETE Cecap.

Figura 10 - Parasitos de Importância Sanitária com Maior Frequência no Efluente Tratado das ETEs Piracicamirim e Cecap



Para as amostras de efluente tratado, a ETE Piracicamirim apresentou uma variação mais ampla entre os grupos de helmintos e protozoários, sendo a variação de *Ascaris* spp a mais observada. Nas amostras de efluente tratado de ambas as estações, o aparecimento de cistos de *Giardia* atingiu níveis mínimos.

Figura 11 - Parasitos de Importância Sanitária com Maior Frequência no Efluente Desinfetado das ETEs Piracicamirim e Cecap



No efluente desinfetado, houve maior presença das formas parasitárias nas amostras da ETE Piracicamirim. Na estação de tratamento Cecap as maiores quantidades de parasitos encontradas foram de protozoários representados pelas Entamoebas.

As tabelas 19 a 22 ilustram os resultados obtidos através da aplicação do teste estatístico de correlação de Spearman (r_s).

Tabela 19 - Correlação entre as formas parasitárias encontradas e os indicadores de qualidade físico-químicos no esgoto bruto da ETE Cecap

		Correlação Esgoto Bruto Cecap		
		ST	SS	DBO
Helmintos	Coeficiente de correlação	,104	,133	,133
	Sig. (2-tailed)	,776	,732	,732
	N	10	9	9
<i>Ascaris</i> sp	Coeficiente de correlação	,281	,226	,452
	Sig. (2-tailed)	,431	,559	,222
	N	10	9	9
Protozoários	Coeficiente de correlação	-,137	-,018	,146
	Sig. (2-tailed)	,707	,963	,708
	N	10	9	9
<i>Entamoeba</i> spp	Coeficiente de correlação	-,113	-,139	,129
	Sig. (2-tailed)	,755	,722	,741
	N	10	9	9
<i>Giardia duodenalis</i>	Coeficiente de correlação	-,353	-,160	-,342
	Sig. (2-tailed)	,318	,681	,367
	N	10	9	9

ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Os valores apresentados na Tabela 19 não apontam nenhuma correlação significativa entre as variáveis estudadas.

Tabela 20 - Correlação entre as formas parasitárias encontradas e os indicadores de qualidade físico-químicos e bacteriológicos no efluente tratado da ETE Cecap

Correlação Efluente Tratado Cecap						
		ST	SS	DBO	CT	<i>E. coli</i>
Helmintos	Coeficiente de correlação	-,661	-,657	-,767	-,563	-,873
	Sig. (2-tailed)	,037*	,054	,016*	,147	,005
	N	10	9	9	8	8
<i>Ascaris sp</i>	Coeficiente de correlação	-,661	-,657	-,767	-,563	-,873
	Sig. (2-tailed)	,037*	,054	,016*	,147	,005*
	N	10	9	9	8	8
Protozoários	Coeficiente de correlação	,337	,287	,416	-,274	,327
	Sig. (2-tailed)	,342	,454	,266	,511	,429
	N	10	9	9	8	8
<i>Entamoeba spp</i>	Coeficiente de correlação	,239	,228	,317	-,412	,082
	Sig. (2-tailed)	,505	,556	,406	,311	,847
	N	10	9	9	8	8
<i>Giardia sp</i>	Coeficiente de correlação	,407	,274	,411	,083	,577
	Sig. (2-tailed)	,243	,476	,272	,845	,134
	N	10	9	9	8	8

ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; CT – Coliformes Termotolerantes; *E. coli* – *Escherichia coli*

Os dados mostrados na Tabela 20 apontam correlações significativas entre os ovos de helmintos e os sólidos totais, a demanda bioquímica de oxigênio e *E. coli*. Os ovos de *Ascaris spp* também apresentaram correlação significativa com as variáveis demanda bioquímica de oxigênio e *E. coli*.

Tabela 21 - Correlação entre as formas parasitárias encontradas e os indicadores de qualidade físico-químicos e bacteriológicos no efluente desinfetado da ETE Cecap

Correlação Efluente Desinfetado Cecap						
		ST	SS	DBO	CT	<i>E. coli</i>
Helmintos	Coeficiente de correlação	-,733	-,046	-,764	-,351	-,283
	Sig. (2-tailed)	,039	,906	,027*	,393	,496
	N	8	9	8	8	8
<i>Ascaris sp</i>	Coeficiente de correlação	-,733	-,046	-,764	-,351	-,283
	Sig. (2-tailed)	,039	,906	,027*	,393	,496
	N	8	9	8	8	8
Protozoários	Coeficiente de correlação	-,265	-,598	-,156	-,125	,071
	Sig. (2-tailed)	,526	,089	,712	,769	,867
	N	8	9	8	8	8
<i>Entamoeba spp</i>	Coeficiente de correlação	-,265	-,598	-,156	-,125	,071
	Sig. (2-tailed)	,526	,089	,712	,769	,867
	N	8	9	8	8	8

ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio;
CT – Coliformes Termotolerantes; *E. coli* – *Escherichia coli*

Na Tabela 21, podemos observar uma correlação significativa entre os ovos de helmintos e os sólidos totais e entre os ovos de *Ascaris sp* e sólidos totais e demanda bioquímica de oxigênio.

Tabela 22 - Correlação entre as formas parasitárias encontradas e os indicadores de qualidade físico-químicos no esgoto bruto da ETE Piracicamirim

Correlação Esgoto Bruto Piracicamirim				
		ST	SS	DBO
Helmintos	Coeficiente de correlação	,205	,900	-,200
	Sig. (2-tailed)	,741	,037*	,747
	N	5	5	5
<i>Ascaris</i> sp	Coeficiente de correlação	,205	,900	-,200
	Sig. (2-tailed)	,741	,037*	,747
	N	5	5	5
Protozoários	Coeficiente de correlação	-,895	,051	-,359
	Sig. (2-tailed)	,040	,935	,553
	N	5	5	5
<i>Entamoeba</i> spp	Coeficiente de correlação	-,821	-,100	-,100
	Sig. (2-tailed)	,089	,873	,873
	N	5	5	5

ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Na Tabela 22 observamos que houve correlação significativa apenas entre as variáveis cistos de protozoários e sólidos totais.

Tabela 23 - Correlação entre as formas parasitárias encontradas e os indicadores de qualidade físico-químicos e bacteriológicos no efluente tratado da ETE Piracicamirim

		ST	SS	DBO	CT	<i>E. coli</i>
Helmintos	Coeficiente de correlação	-,872	-,500	-,821	-,833	-,632
	Sig. (2-tailed)	,054	,391	,089	,167	,368
	N	5	5	5	4	4
<i>Ascaris</i> sp	Coeficiente de correção	-,616	-,200	-,718	-,833	-,632
	Sig. (2-tailed)	,269	,747	,172	,167	,368
	N	5	5	5	4	4
Protozoários	Coeficiente de correção	-,718	-,500	,154	-,316	-,400
	Sig. (2-tailed)	,172	,391	,805	,684	,600
	N	5	5	5	4	4
<i>Entamoeba</i> spp	Coeficiente de correção	-,162	,000	,783	,500	,105
	Sig. (2-tailed)	,794	1,000	,118	,500	,895
	N	5	5	5	4	4

ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio;
CT – Coliformes Termotolerantes; *E. coli* – *Escherichia coli*

Através dos dados constantes na Tabela 23 não observamos correlação significativa entre as variáveis apresentadas.

Tabela 24 - Correlação entre as formas parasitárias encontradas e os indicadores de qualidade físico-químicos e bacteriológicos no efluente desinfetado da ETE Piracicamirim

Correlação Efluente Desinfetado ETE Piracicamirim						
		ST	SS	DBO	CT	<i>E. coli</i>
Helmintos	Coeficiente de correlação	,600	-,359	,000	-,200	,400
	Sig. (2-tailed)	,285	,553	1,000	,800	,600
	N	5	5	5	4	4
<i>Ascaris</i> sp	Coeficiente de correlação	,900	,051	-,300	-,400	,800
	Sig. (2-tailed)	,037*	,935	,624	,600	,200
	N	5	5	5	4	4
Protozoários	Coeficiente de correlação	,783	-,229	-,447	-,258	-,258
	Sig. (2-tailed)	,118	,710	,450	,742	,742
	N	5	5	5	4	4
<i>Entamoeba</i> spp	Coeficiente de correlação	,894	-,057	-,447	-,258	-,258
	Sig. (2-tailed)	,041*	,927	,450	,742	,742
	N	5	5	5	4	4

ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; CT – Coliformes Termotolerantes; *E. coli* – *Escherichia coli*

Os dados apresentados na Tabela 24 indicam que houve correlação significativa apenas entre as variáveis *Entamoeba* spp e sólidos totais.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO

O tratamento adequado do esgoto pode ser considerado um pré-requisito para a busca da sustentabilidade, seja na obtenção de efluentes que atendam aos padrões de lançamento do corpo receptor, seja para a sua utilização produtiva. Representa uma alternativa na solução dos problemas de poluição da água e de escassez de recursos hídricos ao contribuir para a proteção

ambiental, para a geração de alimentos e de outros produtos (MOTA e VON SPERLING, 2009), sendo de fundamental importância para a melhoria do quadro de saúde da população.

PIMENTA (2002) afirma que não existe um tratamento padrão a ser utilizado para os efluentes sanitários, sendo que, os sistemas mais utilizados em nosso país consistem, principalmente, em lagoas de estabilização e reatores anaeróbios. De acordo com a literatura pesquisada, são vastos os estudos realizados no Brasil e no mundo que buscam um melhor entendimento e o aperfeiçoamento das técnicas de tratamento de esgoto. Assim, em nosso país podemos destacar o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB – que tem como objetivo desenvolver e aperfeiçoar tecnologias nas áreas de águas de abastecimento, águas residuárias e resíduos sólidos no Brasil, sendo sua primeira versão elaborada em 1983 através da FINEP.

A concentração das formas parasitárias no esgoto bruto varia em decorrência das condições de saúde da população assistida pela rede coletora. VON SPERLING e col., (2003) cita que os valores típicos encontrados em nosso meio estão na faixa de 101 a 103 ovos/L, sendo a faixa entre 102 e 103 associada às populações expostas a condições de saneamento desfavoráveis. De acordo com Ayres e Mara, citados por VON SPERLING e col., (2003). “Para tais valores a eficiência de remoção desejada no tratamento deve atingir 90 a 99,9% a fim de satisfazer as exigências da OMS para irrigação restrita e irrestrita” (p. 321).

Os resultados qualitativos das análises desenvolvidas demonstram que os ovos de *Ascaris* spp foram as formas parasitárias observadas em maior número de vezes durante a pesquisa. Mostraram-se predominantes nas amostras de esgoto bruto e tratado das ETEs Cecap e Piracicamirim. No

efluente desinfetado, este parasito prevaleceu apenas nas amostras da ETE Piracicamirim. No efluente desinfetado da ETE Cecap, o parasito mais prevalente foi *Toxocara* spp. A prevalência de *Ascaris* spp em amostras de águas residuárias é relatada em estudos conduzidos por AMAHMID e col. (2002); DESTRO E AMORIM (2007); ELLIS e col. (1993); FIGUEIREDO e col. (2005); PASSAMANI e col. (1999); PAULINO e col. (2001); SOUSA e col. (2005); e ZERBINI e col. (1999).

Em Cuiabá – MT, o estudo elaborado por DESTRO e AMORIM (2007) indicou um valor médio de 16,90 ovos/L de esgoto bruto, KONIG e col. (2002) obtiveram médias entre 9 e 58 ovos/L em oito estações distribuídas no estado da Paraíba. Valores mais elevados foram encontrados por SILVA e col. (2001) com média de 145 ovos/L, e, BRANDÃO e col. (2002) com médias de 788 e 910 ovos/L de esgoto bruto, em dois sistemas de lagoas de estabilização no estado do Ceará.

Em pesquisas realizadas em sistemas de lodos ativados FIGUEIREDO e col. (2005) apontaram uma média de 217ovos/L de esgoto bruto em Campina Grande - PB, PASSAMANI e col. (1999) no município de Vitória - ES e ZERBINI e col. (1999) em Itabira – MG, observaram respectivamente, médias de 24,3 e 31 ovos/L.

Já na Cidade do México BLUMENTHAL e col. (2001) constaram que a água não tratada que abastecia o sistema estudado continha uma elevada concentração de ovos de nematóides, 90-135 ovos/L. OLANCZUK-NEYMAN e col. (2003) na cidade de Gdansk, Polônia, relataram concentrações entre 0 e 8 ovos férteis e 0 e 5 ovos inférteis de *Ascaris* sp por litro de afluente do sistema. AMAHMID e col. (2002), em Marrakesh, Marrocos observaram uma média de 1,7 ovos/L de *Ascaris* sp no esgoto bruto.

A concentração total de parasitos apontada nesta investigação foi de 25,10 p/l de esgoto bruto no sistema Cecip, e 15,63 p/l no sistema Piracicamirim. As médias de parasitos observadas foram respectivamente, 1,67 p/l e 1,74 p/l mostrando-se abaixo das médias obtidas nas pesquisas citadas acima, exceção em relação à pesquisa conduzida por AMAHMID e col. (2002) em que os valores mostraram-se similares aos encontrados no presente estudo.

Nos sistemas de lagoas de estabilização, os ovos de helmintos e os cistos de protozoários são removidos do esgoto por sedimentação, sendo que grande parte dos ovos de helmintos são retidos nas lagoas anaeróbias e facultativas. A OMS admite que um período de 8 a 10 dias de tempo de detenção hidráulica seja suficiente para o cumprimento de suas diretrizes para irrigação, ≤ 1 ovo/litro de efluente tratado, indicando também a remoção dos demais organismos patogênicos sedimentáveis (VON SPERLING e col., 2009).

O sistema de tratamento existente na estação Cecip é constituído por uma série de três lagoas. A primeira lagoa é anaeróbia seguida por duas lagoas facultativas secundárias, totalizando um tempo de detenção hidráulica de 42 dias. Nesta fase do tratamento, foram observados durante o período de estudo um total de 68,96 p/l, com uma média de 4,60 p/l sendo que 3,79 se referem a ovos de helmintos. Sendo assim, os resultados apontaram um aumento da quantidade de parasitos encontrados.

A fim de garantir uma melhor qualidade microbiológica dos efluentes, após a série de lagoas foi instalado um sistema de desinfecção por cloração em tanque de contato. O cloro atinge as bactérias existentes nos efluente atuando em nível da membrana celular onde promove alterações na permeabilidade, modificações dos ácidos nucléicos, causando mutações. Os vírus são inativados através das modificações dos ácidos nucléicos e na envoltória

protéica. A desinfecção por cloro não demonstra boa eficiência na remoção de protozoários e helmintos sendo necessária a utilização de um sistema de filtro de areia como etapa preliminar, com a finalidade de retenção destes patógenos.

Nas amostras do efluente desinfetado da ETE Cecap observou-se um total de 63,15 p/l com média de 4,21 p/l, sendo 3,78 referentes a ovos de helmintos. Estes valores são contraditórios aos obtidos por BLUMENTHAL e col. (2001); AMAHMID e col. (2002); BASTOS e col. (2002); BRANDÃO e col. (2002); DESTRO e AMORIM (2007) e ARAÚJO e col. (2006), que não encontraram parasitos em seus efluentes finais.

Os valores acima citados comprometeram diretamente a eficiência de remoção do sistema Cecap. O valor médio obtido durante o período de estudo foi negativo, contrariando os resultados demonstrados nas pesquisas de BLUMENTHAL e col. (2001); KÖNIG e col. (2002); DESTRO e AMORIM (2007) e ARAÚJO e col. (2006) que obtiveram uma eficiência de remoção de 100%; e IANNACONE (2002) e REINOSO e col. (2008), que relataram, respectivamente 97 e 92%, de eficiência de remoção. No entanto, ao analisarmos individualmente cada amostra, notamos que em sua maioria (8 amostras) a eficiência de remoção obtida chegou a 100%.

KONIG e col. (2002) relataram em uma ETE a presença de 17 ovos/L, em um efluente tratado, dentre oito estações avaliadas. Já, ELLIS e col. (1993) encontraram em 18 amostras analisadas de efluente final, oito com presença de *Necator americanus*. Os autores, neste último caso, dão destaque ao padrão inconstante da presença do parasito durante o tratamento. A espécie foi encontrada em cinco de sete amostras positivas de esgoto bruto. No efluente da primeira lagoa não foi detectado, sendo novamente encontrado no efluente da segunda lagoa (1 amostra), no efluente da primeira lagoa de maturação (4

amostras) e no efluente final (8 amostras) em quantidade que variou entre 33 e 690 ovos/L. Em quatro destas amostras, o parasito não esteve presente no esgoto bruto analisado e nas outras quatro não foi detectado nas fases intermediárias do tratamento.

Um comportamento similar ao descrito por ELLIS e col. (1993) foi observado nesta pesquisa em relação aos ovos de *Toxocara* spp que, embora tenham sido observados no esgoto bruto, em média de 0,02 ovos/L estiveram ausentes no efluente tratado mas foram observados em quantidade muito elevada no efluente desinfetado, 3,08 ovos/L. Outro gênero de parasitos observado durante o tratamento sem estar presente no esgoto bruto foi *Ancylostoma* spp, presente apenas no efluente tratado em média de 0,02 ovos/L.

As lagoas anaeróbias caracterizam-se por não conter oxigênio dissolvido e algas podendo apresentar uma fina camada de *Chlamydomonas* em sua superfície ocasionalmente. Têm como principal função a remoção de DBO que pode atingir valores acima de 60% a 20° C. Este processo inicia-se através da sedimentação dos sólidos sedimentáveis e posterior digestão por bactérias anaeróbias e facultativas. Para um afluente com DBO até 300 mg/L um dia de retenção a 20°C mostra-se suficiente (MARA, 2004). Assim, a ETE Cecap apresenta, no período de estudo, a vazão média de 9,73 L/s, e o afluente apresentou a média de DBO de 443 mg/L (DP 121,24 mg/L).

As lagoas facultativas recebem esta denominação pelo fato de que as bactérias que predominam no sistema são capazes de se adaptar tanto ao ambiente aeróbio (mais a superfície), quanto ao anaeróbio (no fundo da lagoa). As lagoas facultativas secundárias são projetadas para remover uma carga relativamente menor de DBO superficial a fim de permitir o desenvolvimento de

uma população de algas saudáveis que forneça, através da fotossíntese, a quantidade de oxigênio suficiente para a existência das bactérias aeróbias responsáveis pelo processo. Em contra partida, o grande número de algas microscópicas presente nas lagoas garante, possivelmente, a adsorção dos parasitos na biomassa formada na superfície do meio aquático, permitindo que o efluente lançado no corpo d'água receptor tenha uma gama de parasitos. Este fenômeno estaria diretamente relacionado à elevada frequência de parasitos encontrada no efluente tratado do sistema Cecap, 67%.

No tratamento por reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo – UASB - a remoção dos ovos de helmintos ocorre pela adsorção em flocos, além da sedimentação simples. A matéria orgânica presente no efluente de reatores UASB pode ser constituída tanto por biomassa arrastada dos reatores como por material particulado originalmente presente no afluente. Um fator que pode limitar a eficiência global deste tipo de tratamento é a presença de caminhos preferências na manta de lodo, caracterizando um curto-circuito hidráulico e a redução do TDH (CHERNICHARO e col., 2009).

Nos Reatores UASB, a característica mais marcante está relacionada ao curto tempo de detenção hidráulica, entre 6 e 12 horas. O esgoto a ser tratado é direcionado ao reator pela sua parte inferior onde a DBO é convertida de forma anaeróbia por um consórcio de bactérias existente no manto de lodo presente nesta parte do reator. A parte superior do reator é dividida em duas partes. A zona de sedimentação, onde ocorre a saída do efluente clarificado e o retorno da biomassa ao sistema, e, a zona de coleta de gás entre os quais se inclui o metano, que pode ser utilizado na geração de energia. Neste modelo de tratamento não há a necessidade de uma fase de decantação primária, uma vez que a quantidade de lodo produzida é baixa e este já é descartado estabilizado e adensado (CHERNICHARO e col., 2006).

Na ETE Piracicamirim, o sistema não opera em condições plenas, em virtude de problemas na manta de impermeabilização da lagoa aerada. Por este motivo, para a presente pesquisa o efluente dos reatores UASB foi desviado diretamente a um reservatório para posterior tratamento de filtração e desinfecção. O tempo de detenção hidráulica para as vazões medidas neste sistema é de aproximadamente 8,2 horas. O efluente tratado, proveniente dos reatores UASB, apresentou um valor total de 13,91 p/l com média geral de 1,55 p/l e média de helmintos de 1,06 ovos/L demonstrando uma redução nos números de patógenos encontrados.

A variação na quantidade de número de ovos encontrados nos efluentes dos reatores UASB entre os autores estudados é muito grande. ZERBINI e col. (1999) e SOUSA e col. (2005) apresentaram, respectivamente, um total de 195 e 229,9 ovos/L, valores muito acima dos obtidos em nosso estudo. Já em relação aos valores médios obtidos, os resultados observados se encontram dentro de uma faixa apresentada nos trabalhos de CAVALCANTE e col., com uma média de 0,65 ovos/L de helmintos; PASSAMANI e col. (1999), média de 3,7 ovos/L; SOARES e col. 2001 médias entre 4,06 e 37,00 ovos/L e PAIVA & VAN HAANDEL (2007) com média de 140 ovos/L do UASB.

Embora os reatores UASB tenham apresentado uma redução no número de parasitos, houve ainda a necessidade de implantação de um sistema de tratamento terciário na estação Piracicamirim. Este é constituído por um reator ultravioleta instalado após um filtro de areia, para retenção dos protozoários e helmintos. A desinfecção por radiação ultravioleta baseia-se na dissociação do material genético (DNA, RNA) dos organismos presentes no esgoto. Essas moléculas absorvem a radiação o que altera sua composição e comprometendo sua funcionalidade. De modo geral, as bactérias e os vírus são muito sensíveis à radiação ultravioleta, o que não ocorre no caso dos protozoários e helmintos

que são dotados de proteções naturais que exigem doses mais elevadas e menos econômicas para atingir sua inativação (GONÇALVES e col., 2003).

O total geral de parasitos por litro de efluente desinfetado foi 11,05 p/l, com média de 1,23 sendo 0,89 referentes aos ovos de helmintos. Embora JIMENEZ (2001) atribua uma remoção entre 90 e 99% de ovos de helmintos aos filtros rápidos de areia, em nosso estudo não conseguimos tal desempenho. A média de remoção de helmintos no filtro de areia da ETE Piracicamirim alcançou apenas 16%.

Nos sistemas de tratamento por digestão anaeróbia, a eficácia na redução de patógenos é de 60 a 75%, variando com a operação do sistema (PAULINO e col., 2001). No atual estudo, a taxa de remoção conseguida durante o período de estudo foi de 29%, valor próximo ao obtido por SOUSA e col. (2005) no efluente do reator que foi de 35%, e FIGUEIREDO e col. (2005), que obtiveram 34% de remoção, valor considerado baixo. Em trabalhos apresentados no 20º congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental ZERBINI e col. (1999) e PASSAMANI e col. (1999) apresentaram respectivamente taxas de remoção de 60% e 85% no efluente do reator UASB. PAULINO e col. (2001) conseguiram uma redução de patógenos entre 60 e 93%, enquanto IANNACONE (2002) obteve uma remoção total que variou entre 95 e 100%, em estudo realizado em Lima, Peru.

Em relação à ocorrência de parasitos nos sistemas de tratamento, na ETE Piracicamirim houve um comportamento similar ao encontrado na ETE Cecap sendo observada a presença de *Ancylostoma* spp e *E.vermicularis* apenas nas amostras de efluentes desinfetados. Em duas datas de amostragem, o esgoto bruto não apresentou formas parasitárias, mas houve ocorrência destas no esgoto tratado e desinfetado. Em outra ocasião não houve

presença de parasitos apenas no esgoto tratado. Esta distribuição irregular entre os diferentes pontos de amostragem em sistemas de lodos ativados foi citada por LEVANTESI e col. (2010) ao constatarem a presença de ovos de helmintos no primeiro, no quarto, e no último ponto de coleta.

Essa irregularidade no aparecimento de parasitos no sistema de tratamento pode ser entendida em partes. O ecossistema e a transmissão das doenças – em que a dispersão dos ovos e cistos de parasitos pode ser feita pelas chuvas, pelos ventos, por insetos coprófilos e outros, inclusive por animais insetívoros como batráquios ou aves, que os transportam mecanicamente no intestino e os disseminam com suas dejeções (REY, 1992). Fatores aceitáveis, em se tratando de sistemas de tratamento como lagoas, expostos a essas condições. ELLIS e col. (1993) ainda atribuem este fato à descarga irregular do material proveniente da limpeza de fossas sépticas das comunidades vizinhas, efetuada por caminhões tanques.

Coliformes termotolerantes não podem ser considerados como indicadores plenos da eficiência do tratamento de esgotos e devem ser empregados com critérios e ressalvas, sendo rigorosamente adequados apenas como indicadores da qualidade bacteriológica dos mesmos (VON SPERLING e col., 2003). No entanto, REINOSO e col. (2008) mostram haver correlação significativa no esgoto bruto entre os parasitos encontrados e os indicadores fecais como coliformes totais e *E. coli*. LEVANTESI e col. (2010) não apontaram correlação significativa entre ovos de helmintos e os indicadores microbiológicos, mas esta correlação foi presente entre cistos de *Giardia* sp e os indicadores microbiológicos mais resistentes como *Clostridium*.

Como mencionado anteriormente no Brasil não há uma legislação que regule a reutilização de águas residuárias na agricultura. Alguns dos

indicadores utilizados são estabelecidos segundo a resolução CONAMA 357 (MMA, 2005), mas os indicadores microbiológicos estão contidos nas diretrizes da OMS, específicas para este fim.

As medidas de proteção à saúde pública em projetos de irrigação com esgotos são agrupadas pela OMS em quatro categorias: tratamento dos esgotos, restrição de cultura, métodos de aplicação de esgotos e controle da exposição humana. A remoção dos organismos patogênicos, principalmente ovos de helmintos e bactérias, é tratada com ênfase pela instituição, que, estipula uma eficiência de remoção satisfatória igual ou superior a 3 e 4 unidades logarítmicas, respectivamente.

Nas duas estações estudadas, os valores médios de parasitos encontrados em cada amostra de efluente desinfetado mostraram uma variação muito ampla, indo da ausência a quase 46 indivíduos de uma mesma espécie. Ao confrontar as médias de ovos de helmintos obtidas no efluente desinfetado da ETE Cecap, 3,78 ovos/L, com padrão sugerido pela OMS verifica-se o não cumprimento deste valor. Já para os resultados provenientes da ETE Piracicamirim observou-se uma média de 0,89 ovos/L, valor em conformidade com os padrões de qualidade em questão.

Essa atenção dada aos ovos de helmintos pela OMS deve-se ao fato de que apenas 1 único ovo com condições viáveis a eclosão seja suficiente para causar a infecção de um indivíduo. O valor de ≤ 1 ovo de helminto por litro de efluente tratado é embasado em evidências microbiológicas provenientes de estudos de campo realizados no Brasil. Nestes estudos não foram detectados ovos de helmintos em culturas irrigadas com efluentes de lagoas facultativas que continham $\leq 0,5$ ovos por litro. No entanto, pesquisas realizadas no México indicam que estes índices podem não fornecer proteção suficiente,

principalmente às crianças menores de quinze anos de idade, em situações em que as condições ambientais favoreçam a sobrevivência do ovo e seu acúmulo no solo ou nas plantas.

A presença de ovos de helmintos nos efluentes finais das estações de tratamento, mesmo em quantidades inferiores às sugeridas pela OMS, indica outro agravante. A menor eficiência do sistema de remoção por sedimentação para os demais organismos patogênicos com densidade e tamanho inferiores aos apresentados pelos helmintos. Podemos exemplificar este risco através dos protozoários encontrados no efluente desinfetado da ETE Cecap (0,43 cistos/L) e da ETE Piracicamirim (0,34 cistos/L).

Visando minimizar os riscos inerentes aos patógenos de dimensões inferiores aos helmintos, a OMS, em suas diretrizes de 2006, fundamentou as metas de redução microbiológicas no rotavirus. Os riscos associados à exposição a este patógeno são considerados elevados e, portanto, a redução de seus níveis no efluente tratado irá fornecer uma proteção suficiente contra as infecções causadas por bactérias e protozoários. Sugere ainda, o uso de diversas medidas de proteção que produzam índices menores de remoção individualmente, mas que apresentem uma redução satisfatória de 6 a 7 unidades logarítmicas deste organismo no efluente destinado à irrigação irrestrita, através da soma de seus resultados.

Estas medidas de proteção adicionais devem ser utilizadas tanto da redução da contaminação pelos protozoários quanto na redução da contaminação por helmintos necessária à exposição de crianças menores de quinze anos. Elas estão relacionadas ao uso de um método de irrigação adequado, a um período de espera entre a última irrigação e a colheita e aos cuidados com a higiene no manuseio e preparo dos alimentos; aos programas

de controle de helmintíases, através do tratamento em massa e nas escolas; e a um tratamento alternativo que promova níveis de contaminação $\leq 0,1$ por litro de esgoto.

As enfermidades causadas por estes patógenos encontram-se listadas entre as Doenças Tropicais Negligenciadas que, segundo o órgão acometem mais de 1 bilhão de pessoas ao redor do mundo (WHO, 2008). O termo doenças negligenciadas é geralmente utilizado para as doenças de alto impacto social em grande parte do planeta, mas que, por tipicamente afetarem países em desenvolvimento, e nestes, as populações mais empobrecidas, não despertam o interesse da indústria farmacêutica e de insumos biológicos, e mesmo dos meios acadêmicos (LAPA e SILVA, 2008). Sabe-se também, que nas regiões em desenvolvimento, o registro de óbitos é problemático devido a questões de cunho social e político-administrativas entre outras. Os óbitos causados por doenças infecciosas e parasitárias parecem estar mais sujeitos aos fatores que levam à má notificação. As doenças infecciosas e parasitárias atingem uma expressiva população menos privilegiada, de baixa renda, com baixo nível escolar e que não dispõe de condições de saneamento básico e assistência primária à saúde, sendo, portanto, mais susceptível à não notificação dos óbitos (PAES & SILVA, 1999).

JIMENEZ (2007) ressalta que, apesar de os ovos de helmintos serem uma preocupação importante para a reutilização de águas residuais e de lodos para a agricultura e aquicultura, ainda existe pouca informação sobre o seu comportamento durante os diferentes processos de tratamento. Além disso, as informações disponíveis tratam principalmente, com baixo teor inicial, de *Ascaris* (principalmente no biossólido) e, portanto, não refletem situações reais no mundo em desenvolvimento, onde os ovos de helmintos são realmente uma preocupação. Portanto, existe a necessidade de mais investigação neste

domínio. Esta deve ser realizada em local com águas residuais e biossólidos contendo diferentes espécies helmínticas, e não só utilizar *Ascaris*, que não necessariamente se comporta como outros parasitos provenientes de seres humanos. Outra questão a se abordar é a necessidade de formação de pessoal de laboratório em países em desenvolvimento, para identificar ovos de helmintos em águas residuais e biossólidos e obter mais informações sobre o seu conteúdo e sua remoção no tratamento de processos já existentes.

7. CONCLUSÃO

Na ETE Cecap o valor médio dos ovos de helmintos encontrados durante o período de estudos mostrou-se muito elevado, não cumprindo as recomendações propostas pela OMS nas diretrizes editadas em 2006 para o uso na irrigação. Entretanto, os resultados individuais de 60% das amostras do efluente desinfetado examinadas foram negativos para qualquer espécie de parasito.

Na ETE Piracicamirim, o valor médio de ovos de helmintos encontrados (0,89 ovos/l) atende plenamente às Diretrizes da OMS 2006, podendo ser aplicados na irrigação de vegetais consumidos crus.

8. RECOMENDAÇÕES

Com base no comportamento inconstante da presença de parasitos nas amostras colhidas nas duas estações estudadas, pode-se sugerir que as

análises parasitológicas sejam realizadas apenas no período de irrigação, sendo então verificado o cumprimento ou não das diretrizes da OMS. A necessidade de se realizar esta modalidade de pesquisa justifica-se também por não haver indicadores adequados da eficiência de remoção dos parasitos (VON SPERLING e col., 2003).

Com intuito de minimizar os possíveis riscos de contaminação dos trabalhadores rurais empregados nessas áreas, poderão ser adotadas as medidas de prevenção sugeridas pela OMS em suas diretrizes de 2006 no que se refere aos cuidados com o manuseio dos produtos agrícolas e os programas de distribuição de medicamentos, uma vez que os sistemas de irrigação existentes nos campos de plantio já seguem tais recomendações.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma ABNT nº 13.969 / 97. Orienta o reúso de águas residuárias [norma na internet]. [acesso em 26 jul 2009]. Disponível em: http://www.enge.com.br/reúso_agua.htm

Amahmid O, Asmana S, Bouhoum K. Urban wastewater treatment in stabilization ponds: occurrence and removal of pathogens. UrbanWater. 2002; 4:255-61.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. [acesso em 26 jul 2009]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>.

Araújo ALC, Ingunza MDPD, Tinôco JD, Neto COA. Avaliação da eficiência de lagoas de estabilização aplicadas ao tratamento de resíduos de tanques-sépticos. In Anais do 30º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental [evento na internet]; 2006; Punta Del Este, Uruguai [acesso em 11 set 2009]. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR04352_Calado_Araujo.pdf

Araújo RA. Eficiência de algumas estações de tratamento de esgotos de Feira de Santana na remoção de carga orgânica, coliformes, helmintos e protozoários e situações de risco de usuários a jusante do lançamento. São Paulo; 2003. [Grau de Doutorado - Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública].

Ayres RM, Lee DL, Mara DD, Silva AS. The accumulation, distribution and viability of human parasitic nematode eggs in the sludge of a primary facultative waste stabilization pond. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1993. 87: 256-258.

Ayres RM, Mara DD. Análises de águas residuales para su uso em agricultura. *Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.* Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 1996.

Bastos RKX, coordenador. Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e Piscicultura. Rio de Janeiro: ABES, RiMa; 2003.

Bastos RKX, Neves JCL, Bevilacqua PD, Silva CV, Carvalho GRM. Avaliação da Contaminação de Hortaliças Irrigadas com Esgotos Sanitários. In: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002 out 27 – 31; Cancun, México.

Blumenthal UJ, Mara DD, Peasey Anne, Ruiz-Palacios G, Stott R. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. *Bull. World Health Org.* 2000; 78 (9): 1104-1116.

Blumenthal UJ, Cifuentes E, Bennett Stephen, Quigley M, Palacios GR. The risk of enteric infections associated with wastewater reuse: the effect of season and degree of storage of wastewater. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2001. 95: 131-137.

Bond, WJ. Effluent irrigation – an environmental challenge for soil science.

Australian Journal of Soil Research, 1998. 36: 543-555

Bouhoum K, Amahmid O. Municipal wastewater reuse for irrigation: Productivity and contamination level of irrigated crops by pathogens. In: Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management; 2002 jan7-10; Tunis. EPCOWM; 2002, p.582-587.

Bouwer H, Idelovitch E. Quality requirements for irrigation with sewage water. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 1987. 113: 516-535

Brandão LP, Mota S, Maia LF. Perspectivas do uso de efluentes de lagoas de estabilização em irrigação. Brasil. In: Anais do VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA [evento na internet]; 2002; Vitória, BR [acesso em 18 fev 2010]. Disponível em:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/otres.pdf>

Brasil Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA. [lei na Internet]. [acesso em 26 jul 2009]. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/Legislacao/default2.asp>

Bush AO, Fernández JC, Esch GW, Seed JR. Parasitism - The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge: University Press; 2001

Cameron KC, Di HJ, McLaren RG. Is soil an appropriate dumping ground for our wastes? Australian Journal of Soil Research, 1997. 35: 995-1035

Cavinatto AS, Paganini WS. Os microrganismos nas atividades de disposição

de esgotos no solo – estudo de caso. Rev Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. 12 (1): 42-51.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Helminhos e Protozoários Patogênicos: Contagem de Ovos e Cistos em Amostras Ambientais: Norma L5. 550. São Paulo, 1989.

Chernicharo CAL, Florêncio L, Bastos RKX, Piveli RP, Von Sperling M, Monteggia LO. Tratamento de esgotos e produção de efluentes adequados a diversas modalidades de reúso de água. In: Florêncio L, Bastos RKX, Aisse MM, coordenadores. Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários. Rio de Janeiro: ABES; 2006. p. 63-110.

Chernicharo CAL, Teixeira AR, Souto TFS, de Paula FS. Influência da alteração da distribuição do tamanho de partículas no desempenho de reator UASB tratando esgoto doméstico. Eng Sanit Ambient. 2009; 14 (2): 159-66.

Christofidis D. Água, ética, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental. Bahia Análises & Dados. 2003; 13: 371-82.

Christofidis, D. Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: O caso da bacia do rio São Francisco. Universidade de Brasília, Brasília DF, 2001.

Cutolo SA, Rocha AA. Uso de parasites como indicadores sanitários para análise da qualidade das águas de reúso. In: Anais do 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental; 2000 dez 3-8; Porto Alegre, RS, Brasil. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia

Sanitária e Ambiental.

Cutolo SA. Reúso de águas residuárias e saúde pública. São Paulo: ANNABLUME; 2009.

Destro CAM, Amorim R. Avaliação do desempenho do sistema de lagoas de estabilização do bairro CPA III em Cuiabá/MT, a partir de variáveis físico-químicas e biológicas. In: Anais do 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste [evento na internet]; 2007; Cuiabá, BR [acesso em 18 fev 2010]. Disponível em:

http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oeste77.pdf

Ellis KV, Rodrigues PCC, Gomez CI. Parasite ova and cysts in waste stabilization ponds. Wat Res. 1993;27:1455-60.

Ensink JHJ, Hoek W van der, Mukhtar M, Tahir Z, Amerasinghe FP. High risk of hookworm infection among wastewater farmers in Pakistan. Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. 2005; 99, 809-818.

Feigin A, Ravina I, Shalhevet J. Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.

Feigin A, Bielorai H, Dag Y, Kipnis T, Giskin M. The nitrogen factor in the management of effluent-irrigated soils. Soil Science, 1978. 125: 248-254.

Fernandes LN. Caracterização molecular de isolados de *Giardia* de amostras de água e esgoto provenientes do Estado de São Paulo. [dissertação de mestrado]. São Paulo Faculdade de Saúde Pública da USP; 2009.

Ferreira MU, Ferreira CS, Monteiro CA. Tendência secular das parasitoses intestinais na infância na cidade de São Paulo (19847-1996). Revista de Saúde Pública. v.34, n.6, p.73-82, 2000.

Ferreira UM, Foronda AS, Schumaker TTS. Fundamentos Biológicos da Parasitologia Humana. Barueri, SP: Manole; 2003

Figueiredo AMF, Araújo HWC, Ceballos BSO, Sousa JT, Santos KD. Aspectos sanitários de efluentes tratados utilizados na cultura do quiabo (*Abelmoschus esculentus*). In: Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental [evento na internet]; 2005; Campo Grande, BR [acesso em 26 nov 2009]. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-115.pdf>

Fonseca AF. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. Piracicaba, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001. (Dissertação de Mestrado).

Fonseca AF, Herpin U, Paula AM, Victoria RL, Melfi AJ. Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. 2007. Sci. Agric. 4(2): 194-209.

Guilherme ALF, Araújo SM, Falavigna DLM, Pupulim ART, Dias MLGG, Oliveira

HS. Prevalência de enteroparasitas em horticultores e hortaliças da Feira do Produtor de Maringá, Paraná. Rev da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 1999; 32(4): 405-411.

Gonçalves RF, Coraucci Filho B, Chernicaro CAL, Lapolli FR, Aisse MM, Piveli RP. Desinfecção por radiação ultravioleta. In: Gonçalves RF, coordenador. Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro: ABES, Rima; 2003. p. 209-276.

Hespanhol I, Prost AME. Who Guidelines and National Standards for reuse and Water Quality. Water Research 1994; 28 (1): 119-124.

Hespanhol, I. Wastewater as a resource. In: WORLD HEALTH ORGANIZATION Water pollution control: a guide to the use of water quality management principles. Geneva: UNEP, 1997.

Iannacone JO. Remoción de formas parasitarias intestinales en una laguna facultative de estabilización em Lima, Perú. Revta Brás. Zool. 2002; 19:1033-41.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage na internet]. Brasília; c2010 [atualizado em 15 dez 2009; acesso em 28 jun 2010]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

Jimenez B, Maya C, e Salgado G. The elimination of helminth ova, faecal coliforms, Salmonella and protozoan cystis by various physicochemical processes in wasterwater and sludge. Water Science and Tecnology. 2001 43 (12); 179-182.

Jimenez B, Asano T. Water Reuse – An International Survey of current practice, issues and needs. 1ª Edição. Londres; IWA; 2008. (IWA – Scientific and Technical Report, Nº 20).

Jimenez B. Helminths (Worms) eggs control in wastewater and sludge. In: International Symposium on New Directions in Urban Water Management. 2007 12-14 sep; Paris: UNESCO.

König A, Ceballos BSO, Caetano AM, Medrado RE. Ovos de helmintos nos sistemas de tratamento de esgoto do estado da Paraíba – Brasil. In: Anais do VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA [evento na internet]; 2002; Vitória, BR [acesso em 18 fev 2010]. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/osiete.pdf>

Lapa e Silva JR. Doenças Negligenciadas: Doenças Micobacterianas. Gaz. Méd. Bahia. 2008; 78 (1): 80-85.

Levantesi C, La Mantia R, Masciopinto C, Böckelmann U, Ayuso-Gabella MN, Salgot M, et al. Quantification of pathogenic microorganisms and microbial indicators in three wastewater reclamation and managed aquifer recharge facilities in Europe. Sci Total Environ [periódico na internet]. 2010 ago [acesso em 10 ago 2010]. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V78-50R0DSJ-6&_user=5674931&_coverDate=08%2F07%2F2010&_alid=1442491870&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5836&_sort=r&_docanchor=&_view=c&_ct=1&_acct=C000049650&_version=1&_urlVersion=0&_userid=5674931&_md5=d54183434640a8f6aca475ca2991cb0d

Leventhal R, Cheadle RF. Medical Parasitology: A Self-Instructional Text, 4th ed., F.A. Davis, Philadelphia, PA. (2000)

Marques SMT, Bandeira C, Quadros RM. Prevalência de Enteroparasitoses em Concórdia, Santa Catarina, Brasil. Parasitologia Latinoamericana. v.60, p.78-81, 2005.

Mc Adam KPWJ. New strategies in parasitology. Proceedings of an international symposium. Brocket Hall., Hertfordshire. 1989; pp 22-25.

Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. Água, irrigação e segurança alimentar. Brasília (DF); 2008.

Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. 7ª edição ver. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2008.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre os usos preponderantes, classificação dos corpos de água e padrões de lançamento de efluentes. Diário oficial da União.

Mota FSB, Von Sperling M, coordenadores. Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Considerações Iniciais; p. 21.

Mota S, Bezerra FC, Tomé LM. Avaliação do desempenho de culturas irrigadas com esgoto tratado. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1997 14 a 19 set; Foz do Iguaçu, Paraná: ABES.

Muffareg MR. Análise e Discussão dos Conceitos e Legislação sobre Reúso de Águas Residuárias. Rio de Janeiro; 2003. [Dissertação de Mestrado - Escola Nacional de Saúde Pública].

Neves DP. Parasitologia Humana. 11ª Edição. São Paulo: Atheneu; 2005.

Olanczuk-Neyman K, Geneja M, Quant B, Dembinska M, Kruczalac K, Kulbat E, Kulik-Kuziemska I, Mikolajski S, Gielert M. Microbiological and Biological Aspects of the Wastewater Treatment Plant “Wschod” in Gdank. Polish Journal of Environmental Studies. 2003; 12 (6): 747-757.

Organização Mundial da Saúde. Investir na saúde: Resumo das conclusões da comissão sobre macroeconomia e saúde. OMS: Genebra; 2003.

Organización Mundial de la Salud. Métodos básicos de laboratorio en parasitologia medica. OMS: Ginebra. 1992.

Paes NA, Silva LA. Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil: uma década de transição. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health. 1999; 6(2): 99 – 109.

Paganini WS. Disposição de esgotos no solo: (escoamento à superfície). São Paulo: Fundo Editorial da AESABESP, 1997.

Paiva FV, Van Haandel AC. Verificação na remoção de coliformes e ovos de helmintos em esgoto hospitalar tratado por um sistema combinado composto por um reator UASB- lodos ativados. In: Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental FITABES 2007. [Evento na internet]; 2007; Belo Horizonte, BR [acesso em 11 set 2009]. Disponível em: <http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-283.pdf>

Passamani FRF, Bof VS, Figueiredo KF, Motta JS, Rocha VJR, Gonçalves RF. Remoção de coliformes fecais e patógenos em um conjunto UASB-BF tratando esgoto sanitário. In: anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental [evento na internet]; 1999; Rio de Janeiro, BR [acesso em 11 set 2009]. Disponível em: <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/brasil20/i-088.pdf>

Paulino RC, Castro EA, Thomaz-Soccol V. Tratamento anaeróbico de esgoto e sua eficiência na redução da viabilidade de ovos de helmintos. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]. 2001, vol.34, n.5, pp. 421-428.

Pescod MB. Wastewater treatment and use in agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization, 1992. 125p. (Irrigation and Drainage Paper, 47).

Pimenta HCD, Torres FRM, Rodrigues BS, Júnior JMR. O Esgoto: A Importância do Tratamento e as Opções Tecnológicas. In: Anais do 22º Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2002; Curitiba, BR. São Paulo: Núcleo Editorial ABEPRO; 2002. P. 1-8.

Pizella DG, Souza MP. Análise da Sustentabilidade Ambiental do Sistema de Classificação das Águas Doces Superficiais Brasileiras. Rev. Eng. Sanit.

Ambient. 2007; 12 (2): 139-148.

Razzolini MTP. Avaliação Sanitária de Águas Residuárias Provenientes de Lagoas de Estabilização no Estado de São Paulo. [tese de doutorado]. São Paulo. Faculdade de Saúde Pública; 2003.

Reinoso R, Torres LA, Bécares E. Efficiency of natural systems for removal of bacteria and pathogenic parasites from wastewater. Sci Total Environ. 2008; 395: 80-6.

Rey L. Bases da Parasitologia Médica. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

Rey L. Bases da Parasitologia Médica. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Manual de Métodos para Análises Microbiológicas e Parasitológicas em Reciclagem Agrícola de lodo de Esgoto. Curitiba, 1998.

Semenas L, Brugni N, Viozzi G, Kreiter A. Monitoreo de parasitos em efluentes domiciliários. Rev. Saúde Pública. 1999; 33 (4):379-84.

Seoanez CM. Aguas residuales: tratamientos naturales de bajo costo y

aprovechamiento. Madrid: Mundi- Prensa. 1995.

Silva JBP, Sousa JT, Leite VD, Júnior GBA, Silva WR. Desempenho de uma série de lagoas de estabilização rasa tratando esgotos domésticos. In: Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental [evento na internet]; 2001; João Pessoa, BR [acesso 05 jun 2010]. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/brasil/ii-043.pdf>

Soares AME, Zerbini AM, Melo MC, Von Sperling M, Chernicharo CAL. Perfil longitudinal de *Escherichia coli* e ovos de helmintos em um sistema reator UASB/ Lagoa de polimento com cicanas. In: Anais do 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental; 2000 dez 3-8; Porto Alegre, RS, Brasil. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Soares B, Cantos GA. Qualidade parasitológica e condições higiênico-sanitárias de hortaliças comercializadas na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Rev. Bras. Epidemiol. 2005; 8 (4): 377-84.

Sobrinho PA, Jordão EP. Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios – Uma análise crítica. [publicação na Internet]. 2001 [acesso em 2 jul 2009]. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-9.pdf>

Sousa JT de, Ceballos BSO de, Henrique IN, Dantas JP, Lima SMS. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annum* L.). R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. 2006; 10, (1): 89–96.

Souza, A. Os microrganismos nas atividades de disposição de esgotos no solo: Estudo de caso. São Paulo; 2005. [Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo - Faculdade de Saúde Pública].

Strauss M. Health Aspects of Nightsoil and Sludge Use in Agriculture and Aquaculture. Part II: Pathogen Survival (Report No. 04/85). International Reference Center for Waste Disposal. Dubendorf. 1985.

Tonon D. Desinfecção de Efluentes Sanitários por Cloração Visando o Uso na Agricultura [dissertação de mestrado]. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP; 2007.

Von Sperling M, Jordão EP, Kato MT, Sobrinho PA, Bastos RKX, Pivelli R. Lagoas de Estabilização. In: Gonçalves RF, coordenador. Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro: ABES RiMa, 2003; p. 277-336

World Health Organization. - Soil-transmitted helminths, [on line]. Disponível em <URL: http://www.who.int/intestinal_worms/en/> [2009 Set 18]

World Health Organization. “Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture”, Technical Report Series, No. 778, World Health Organization, Geneva (1989).

World Health Organization. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. 1ª Edição. Geneva: WHO; 2006.

Yanko WA. Occurrence of pathogens in distribution and marketing municipal

sludge. EPA 600/1-87-014, 1987.

Zerbini AM, Chernicharo CAL, Viana EM Estudo da remoção de ovos de helmintos e indicadores bacterianos em um sistema de tratamento de esgotos domésticos por reator anaeróbio e aplicação superficial no solo. In: Anais Eletrônicos do 20º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil: ABES, 1999; p. 895 – 904.

APÊNDICE:

FOTOS das estruturas parasitárias encontradas nas amostras de esgoto tratado.

Figura 12 - Cisto de *Entamoeba* spp. visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x



Figura 13- Cisto de Entamoeba spp visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x.

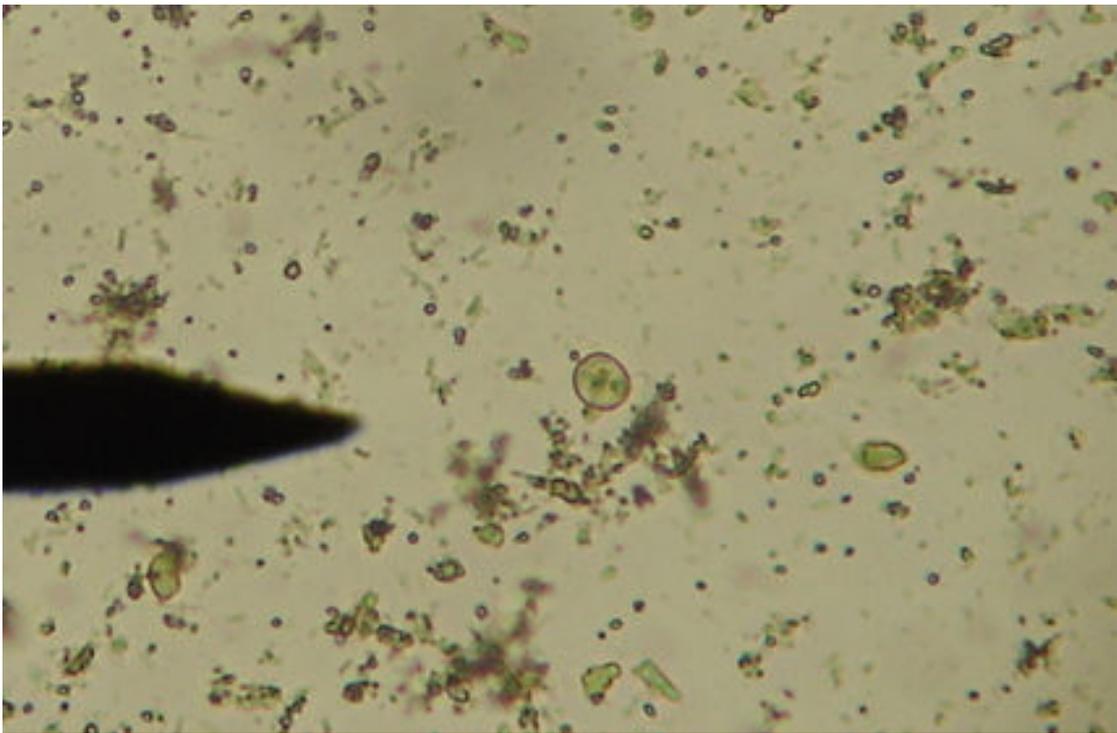


Figura 14 - Ovo fértil de *Ascaris* visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x

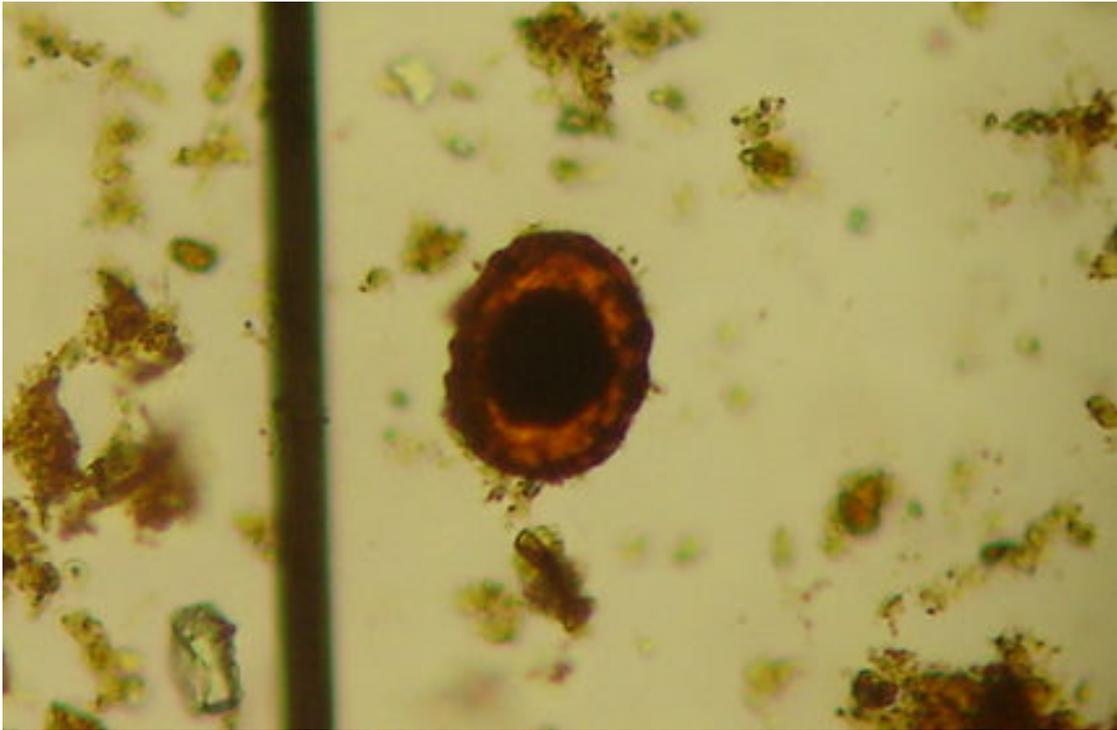


Figura 15 - Ovo fértil de *Ascaris* visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x

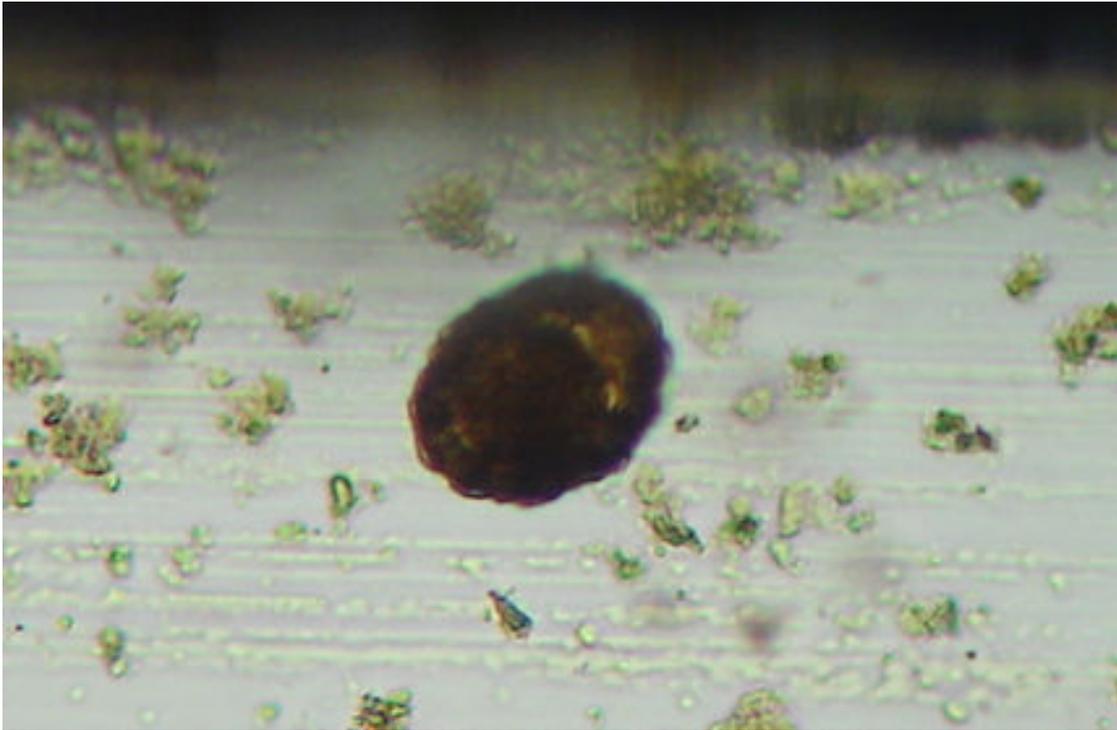


Figura 16 - Cisto de *Giardia duodenalis* visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x

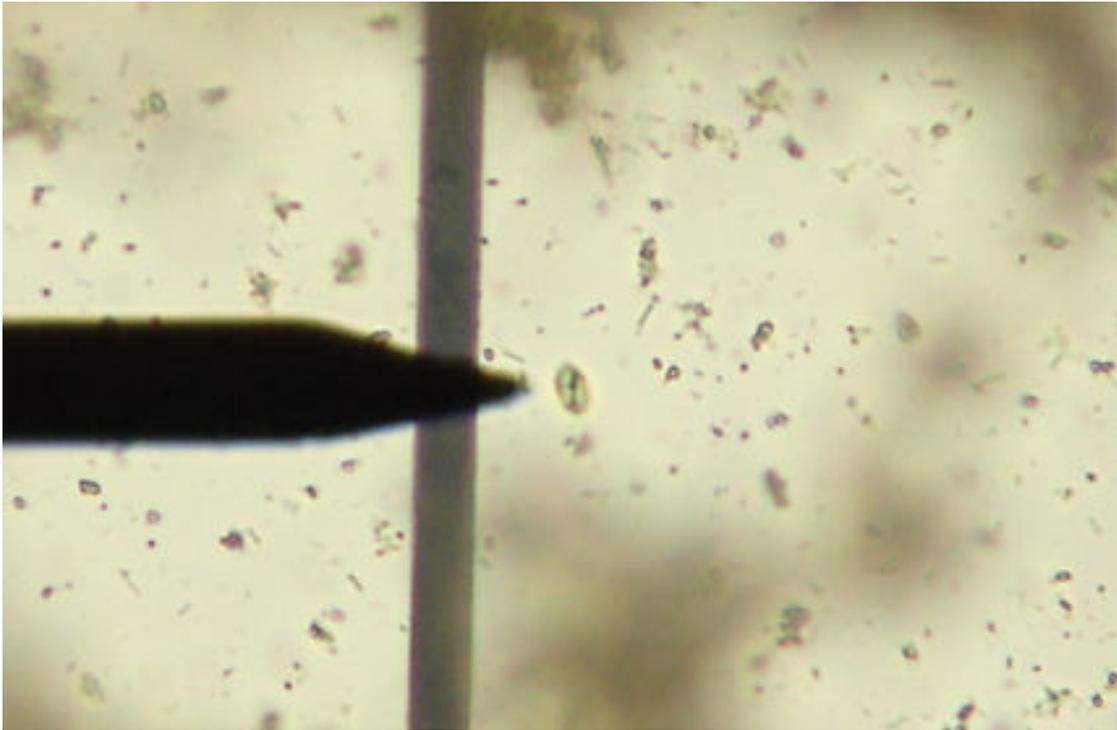


Figura 17 - Larva de helminto visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x



Figura 18 - Ovo larvado de *T. trichiura* visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x

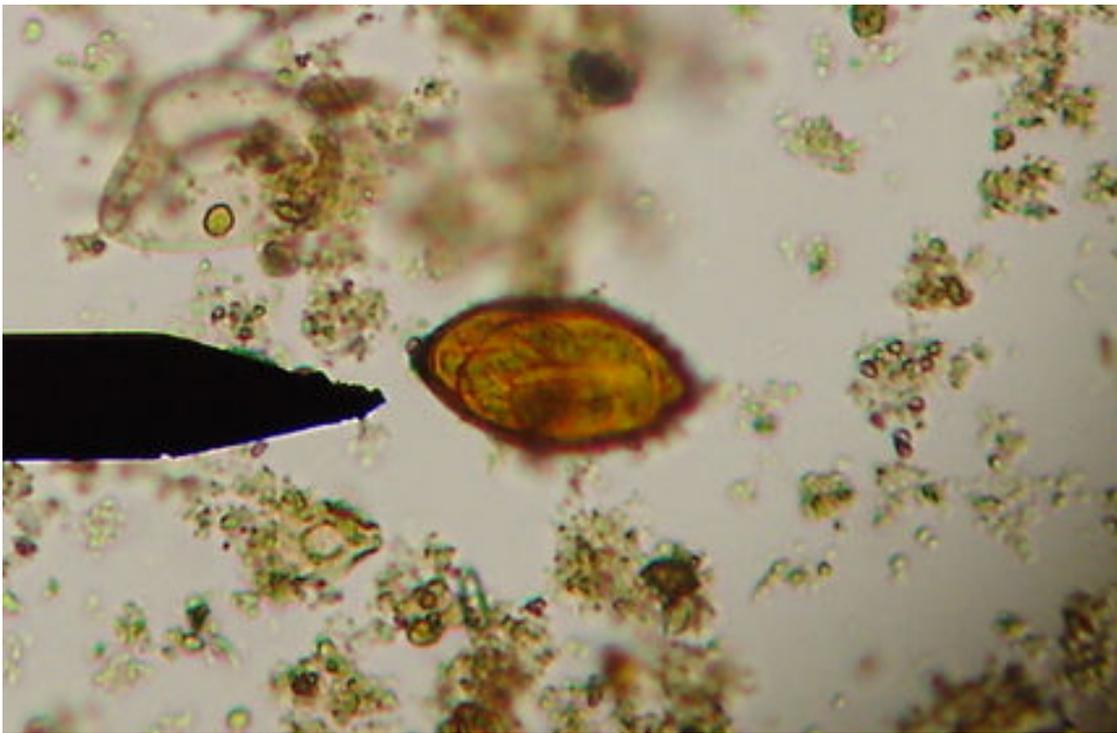
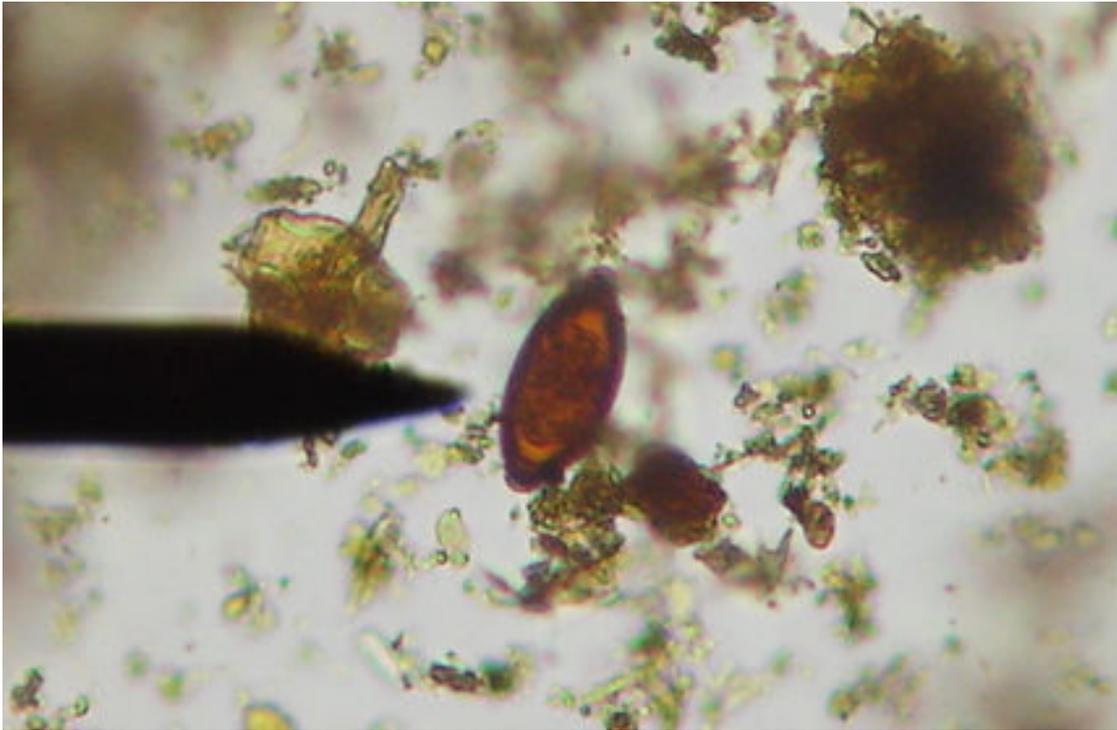


Figura 19 - Ovo de *T. trichiura* visto em microscópio óptico comum em aumento de 100x



CURRICULO LATES DO AUTOR

Currículo do Sistema de Currículos Lattes (Jeferson Gaspar dos Santos)

https://www.cnpq.br/curriculoweb/pkg_impev.trata



Jeferson Gaspar dos Santos

Possui graduação de Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Sao Judas Tadeu (1996). Tem experiência na área de Parasitologia Clínica. Atualmente é aluno de mestrado em Saúde Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

(Texto informado pelo autor)

Última atualização em 07/10/2010

Endereço para acessar este CV:
<http://lattes.cnpq.br/4220501282309534>

**Links para
Outras Bases:**
[SciELO - Artigos em texto completo](#)

Dados Pessoais

Nome Jeferson Gaspar dos Santos

Nome em citações bibliográficas SANTOS, J. G.

Sexo masculino

Filiação José Francisco dos Santos e Sonia Regina Silva dos Santos

Nascimento 05/04/1975 - São Paulo/SP - Brasil

Carteira de Identidade 158334176 SSP - SP - 08/03/1990

CPF 19480948869

Endereço residencial Av. Mascote, 385 - Apto 83
Vl Mascote - Sao Paulo
04363-000, SP - Brasil
Telefone: 011 91187621

Endereço profissional
-
- Brasil

Endereço eletrônico
e-mail para contato : jefersongaspar@usp.br
e-mail alternativo : jnrikon@terra.com.br

Formação Acadêmica/Titulação

2008 Mestrado em Saúde Pública.
Universidade de São Paulo, USP, Sao Paulo, Brasil
Título: Avaliação Parasitológica de Solos Irrigados com Efluentes de Esgotos Tratados
Orientador: Silvana Audra Cutolo
Palavras-chave: Parasitos Intestinais, Saúde Ambiental, Saúde Pública, Reuso
Áreas do conhecimento : Parasitologia, Helmintologia de Parasitos

1993 - 1996 Graduação em Bacharel em Ciências Biológicas.
Universidade Sao Judas Tadeu, USJT, Sao Paulo, Brasil
Título: Metodologias Utilizadas em Bioquímica

Formação complementar

1999 - 1999 Programa 55.
IPS Consultoria de Recursos Humanos, IPS, Brasil

Atuação profissional

1. Centro de Patologia Clínica Campana - CAMPANA

Vínculo institucional

CURRICULO LATES DO ORIENTADOR

Currículo do Sistema de Currículos Lattes (Silvana Audra Cutolo)

file:///C:/Users/Jeferson/Desktop/visualizacv.htm



Silvana Audra Cutolo

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1988), mestrado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (1996) e doutorado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (2002). É pesquisadora da Universidade de São Paulo. Tem experiência em Saúde e Ambiente, com produção científica nos seguintes temas: ecologia de ecossistemas aquáticos continentais, qualidade de água, eutrofização, poluição e contaminação das águas e solo, tratamento de água e de esgoto, recuperação e reúso de efluentes e biossólidos, tecnologias ambientais, gestão ambiental, saúde ambiental, saúde pública e qualidade de vida. Atualmente, desenvolve a pesquisa com Reúso de Efluentes em Áreas Agrícolas e Riscos Sanitários no Programa de Pós-Doutorado pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
(Texto informado pelo autor)

Última atualização do currículo em 31/08/2010
Endereço para acessar este CV:
<http://lattes.cnpq.br/0630762455290669>



Dados pessoais

Nome	Silvana Audra Cutolo
Nome em citações bibliográficas	CUTOLO, S. A.
Sexo	Feminino
Endereço profissional	Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Av. Prof. Almeida Prado, trav 2 No 83-Cidade Universitária Butantã 05508-900 - Sao Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30915582 Fax: (11) 30915423 URL da Homepage: http://usp.br/

Formação acadêmica/Titulação

- | | |
|--------------------|--|
| 2008 | Pós-Doutorado .
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, Brasil.
Grande área: Engenharias / Área: Engenharia Sanitária / Subárea: Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias.
Grande área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Pública.
Grande área: Ciências Biológicas / Área: Parasitologia. |
| 1998 - 2002 | Doutorado em Saúde Pública (Conceito CAPES 5) .
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Reúso de águas Residuárias e a Transmissão de Helmintíases no Município de São Paulo, Brasil, Ano de Obtenção: 2002.
Orientador: Aristides Almeida Rocha.
Palavras-chave: Qualidade de Água; Qualidade Sanitária; indicadores parasitológicos; meio urbano; Parasitologia; Saúde ambiental.
Grande área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Pública.
Grande área: Ciências Biológicas / Área: Ecologia.
Grande área: Ciências Biológicas / Área: Parasitologia.
Setores de atividade: Saúde Humana; Outros Setores. |
| 1993 - 1996 | Mestrado em Saúde Pública (Conceito CAPES 5) .
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Dinâmica Populacional da Microfauna em Sistemas de Tratamento de Esgotos pelo Processo de Lodos Ativados, Ano de Obtenção: 1996.
Orientador: Aristides Almeida Rocha.
Palavras-chave: Lodo Ativado; Parametros Biologicos, Fisicos e Químicos; Processos de Tratamento de Esgotos; Qualidade Sanitaria; Qualidade de Água; Sucessao Biologica.
Grande área: Ciências Biológicas / Área: Ecologia / Subárea: Ecologia de Ecossistemas.
Grande área: Ciências da Saúde / Área: Saúde Coletiva / Subárea: Saúde Pública.
Grande área: Ciências Biológicas / Área: Microbiologia.
Setores de atividade: Educação Superior; Produtos e Serviços Voltados Para A Defesa e Proteção do Meio Ambiente, incluindo O Desenvolvimento Sustentado; Saúde Humana. |
| 1992 - 1992 | Especialização em Saúde Pública . (Carga Horária: 820h).
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Considerações sobre o processo de participação popular na ótica da municipalização no município de |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)