

Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto na remoção de ovos de helmintos

SAMANTA ANUNCIATO ZYNICH¹
ANA MARISA DE OLIVEIRA ALVES²
MÁRCIA REGINA THEWES³

RESUMO

O conhecimento dos helmintos presentes nos esgotos permite analisar as condições sanitárias da população. O objetivo deste trabalho foi caracterizar parasitologicamente e avaliar a eficiência do tratamento de esgoto por lagoas de estabilização na remoção dos ovos de helmintos. Amostras de esgoto oriundas de monitoramento sistemático foram processadas conforme método adaptado de Coelho, Carvalho e Araújo (2002). Identificaram-se os seguintes helmintos: *Ascaris lumbricoides* (maior frequência), *Trichuris trichiura*, *Ancilostomídeos*, *Toxocara spp*, *Enterobius vermicularis*, *Taenia sp.* e *Hymenolepis sp.*. O processo apresentou 100% de remoção dos ovos de helmintos, garantindo a qualidade sanitária dos esgotos tratados (efluentes).

Palavras-chave: Helmintos, esgoto, tratamento, lagoas, estabilização.

ABSTRACT

Information on the presence of helminth in sewage allows the analysis of population sanitary conditions. This study aimed to provide the parasitologic characterization and evaluation of the efficiency in removing

¹ Acadêmica do Curso de Biologia/ULBRA.

² Chefe do setor de Microbiologia/Departamento Municipal de Água e Esgoto-Divisão de Pesquisa

³ Bióloga, Chefe da Seção Biológica/Departamento Municipal de Água e Esgoto-Divisão de Pesquisa.

helminth eggs in sewage treatment by stabilization lagoons in Porto Alegre. Samples from the systematic monitoring were analyzed according to adapted method of Coelho, Carvalho e Araújo. (2002). The following helminths were identified: Ascaris lumbricoides (most frequent), Trichuris trichiura, Ancilostomídeos, Toxocara spp, Enterobius vermicularis, Taenia sp. and Hymenolepis sp. The process removed 100% of helminth eggs, assuring sanitary quality of treated sewages (effluents).

Keywords: Helminths, sewage, treatment, lagoons, stabilization.

INTRODUÇÃO

O elevado crescimento demográfico dos centros urbanos implica na redistribuição da população menos favorecida economicamente para áreas desprovidas de infra-estrutura de saneamento, onde os recursos d'água são utilizados como fonte de abastecimento e de lançamento de dejetos. Esta situação resulta no comprometimento da qualidade de saúde populacional e causa um impacto ambiental aos mananciais.

A preocupação com as ações de saneamento básico tem resultado no aumento do número de estações de tratamento de esgoto em diversos países. O tratamento dos esgotos consiste em separar a parte líquida da parte sólida do esgoto e tratar cada uma delas separadamente, reduzindo ao máximo a carga poluidora, de forma que elas possam ser dispostas adequadamente, sem prejuízos ao meio ambiente.

Em Porto Alegre, os dados da Prefeitura Municipal (2007), indicam que a cidade conta atualmente com uma capacidade para coleta de 87% de esgoto produzido, sendo 55% através de rede cloacal (separadora absoluta) e 32% através de rede de esgoto misto. Até o ano de 1989, Porto Alegre contava com uma capacidade de tratamento de apenas 2%. Nos últimos anos houve uma evolução desse panorama. Entre 1990 e 2000 houve a construção das Estações de Trata-

mento de Esgoto (ETE): Esmeralda, Lami, Ipanema e São João Navegantes, que aumentou a capacidade de tratamento de esgoto para 25%. Em 2002, com a conclusão da ETE Belém Novo, a capacidade de tratamento passou para 27%. A partir do Programa Integrado Sócio-Ambiental (PISA), que prevê o tratamento dos sistemas Ponta da Cadeia/Cavallhada/Restinga, o tratamento de esgoto atingirá a capacidade de 77% (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2007). A previsão é de que, também, ainda em 2008 com recursos do Programa de Aceleração do crescimento (PAC), sejam iniciadas as obras para a implantação da primeira etapa do Sistema de Esgotamento Sanitário Sarandi, na zona norte do município, aumentando este índice em mais 3 %, totalizando assim em 80% a capacidade de tratamento de esgotos gerados pela população porto-alegrense.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), dentro de suas propostas e regulamentações relativas a temas internacionais de saúde pública para efluentes líquidos, estabeleceu recomendações de padrões microbiológicos a serem atendidos quanto ao tratamento de águas residuárias (AYRES e MARA, 1996). No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005, estabelece a classificação das águas com base nos usos preponderantes e prioritários (sistema de classes de qualidade) estabelecendo níveis

de qualidade a serem alcançados e/ou mantidos em um trecho do corpo hídrico ao longo do tempo. Portanto, os efluentes residuários somente podem ser descartados em corpos hídricos se os seus parâmetros característicos se situarem dentro do balizamento dado pela Resolução.

Os parâmetros propostos são: substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, coliformes fecais e organismos patogênicos. Dentre os organismos patogênicos encontrados nos esgotos domésticos, destacam-se os helmintos, sendo o parâmetro estabelecido pelas legislações ≡ 1 ovo de helmintos /L no esgoto tratado (efluente).

Helmintos é a denominação dada a diversas espécies de vermes endoparasitários, especialmente Platelmintos (vermes achatados) e Nematelmintos (vermes cilíndricos) (NEVES, 2005).

Os danos que estes parasitas podem causar a seus portadores incluem a obstrução intestinal, a desnutrição, a anemia por deficiência de ferro e diarréia, sendo que as manifestações clínicas são habitualmente proporcionais à quantidade parasitária abrigada pelo indivíduo (STEPHENSON, 1987).

A OMS estimou, em 2003, que existiam em todo o mundo, cerca de um bilhão de indivíduos infectados por *Ascaris lumbricoides*, entre 700 milhões e um bilhão de pessoas contaminadas por *Trichuris trichiura* e Ancilostomídeos e ainda 500 milhões infectados por *Entamoeba histolytica*. Diversos fatores implicam no alto índice de indivíduos infectados por parasitoses, tais como: práticas de higiene inadequadas, condições precárias de moradia e saúde, saneamento ambiental ausente ou deficiente (STEPHENSON, 1987). Contudo, sabendo que

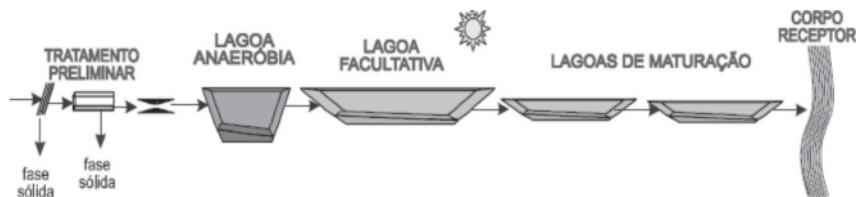
a principal via de transmissão de patógenos é pela rota fecal-oral, e sendo a ingestão de água contaminada apenas um dos mais diversos tipos possíveis de infecção, devem-se adotar medidas para assegurar a qualidade da água que a população recebe.

O tratamento de esgoto é exigência da própria reurbanização e garantia de qualidade de vida para a população. De acordo com o Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre (DMAE, 2007), os sistemas de tratamento de esgoto na cidade utilizam basicamente um ou mais dos seguintes processos: lodos ativados, digestor anaeróbio e lagoas de estabilização.

Dentre os processos de tratamento de esgoto utilizados em países de desenvolvimento, as lagoas de estabilização são os métodos mais empregados, tanto por seu baixo custo, como por sua alta eficiência na redução de organismos patogênicos.

No processo de lagoas de estabilização, a matéria orgânica presente no esgoto é decomposta pelas bactérias na presença ou não de oxigênio (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2007). Na superfície da lagoa que contém oxigênio dissolvido, a matéria orgânica é degradada pelas bactérias aeróbias e no fundo onde a quantidade de oxigênio dissolvido é pequena ou nula, a matéria orgânica é decomposta pelas bactérias anaeróbias. Usualmente são empregadas seqüências de lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação, para se obter melhor qualidade do efluente (Figura 1).

No município de Porto Alegre este processo foi empregado nas ETes Lami, Ipanema e Belém Novo.



(Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995)

Figura 1 - Processo de Lagoas de Estabilização.

Os sistemas que empregam o processo de lagoas de estabilização têm o objetivo principal de transformar os materiais orgânicos, presentes em águas residuárias, em produtos mineralizados. Para atingir este objetivo, utilizam-se mecanismos de tratamento que se baseiam na atividade metabólica dos microrganismos, particularmente bactérias e algas. As algas produzem oxigênio através da fotossíntese e este oxigênio pode ser usado por bactérias para oxidar o material biodegradável (CAVALCANTI et al., 2001). Todavia, as condições climatológicas (temperatura, incidência de radiação solar), o tempo de detenção hidráulica (TDH) e as características geométricas e operacionais da lagoa, influenciam diretamente no tratamento.

As lagoas anaeróbias (ou digestores anaeróbios) são responsáveis pelo tratamento primário e são dimensionadas para receber cargas orgânicas elevadas, que inviabilizam a ocorrência de oxigênio dissolvido, sendo a matéria orgânica presente nesta lagoa é digerida anaerobicamente.

Nas lagoas facultativas, ocorre a degradação anaeróbia no fundo da lagoa e aeróbia na zona fótica, estas lagoas apresentam grande espelho d'água para o desenvolvimento de algas nas camadas mais superficiais e maior área de transferência de oxigênio com a atmosfera. Geralmente são utilizadas no tratamento secundário dos esgotos, oxidando a matéria carbonácea remanescente.

As lagoas de maturação caracterizam-se por receber um efluente com baixa carga orgânica e o oxigênio dissolvido se faz presente em toda a massa líquida, sendo responsável pelo pós-tratamento dos esgotos, seu principal objetivo é promover a remoção de microrganismos patogênicos.

Segundo Von Sperling et al. (2003), os ovos de helmintos e cistos de protozoários são removidos nas lagoas de estabilização por sedimentação. A remoção de helmintos tem sido aceita como indicador dos demais “organismos sedimentáveis”, incluindo cistos de protozoários como *Entamoeba* sp, *Giardia* sp e *Cryptosporidium* sp (OMS, 1989).

As lagoas de estabilização são consideradas como uma das técnicas mais simples de tratamento de esgotos. Esse tipo de sistema vem sendo utilizado no mundo todo para o tratamento de esgotos domésticos e também industriais, sendo o processo significativamente favorecido em regiões de clima tropical e subtropical, como é o caso do Brasil (GOTARDO, 2005).

Portanto, o presente estudo objetiva a caracterização parasitológica do esgoto e investiga a respectiva eficiência na remoção dos ovos de helmintos em ETEs operadas pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre através do processo de Lagoas de Estabilização.

METODOLOGIA

As ETEs avaliadas correspondem a sistemas de tratamento licenciados, cujos parâmetros monitorados são encaminhados ao órgão ambiental responsável (Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM), em conformidade às licenças operacionais vigentes. São elas: a ETE Ipanema, por sua capacidade nominal de tratamento, atendendo 142 mil habitantes, a ETE Belém Novo e a ETE Lami por estarem vinculadas a balneabilidade, representando entre 8 e 7 mil habitantes, respectivamente. Todas utilizam o sistema de tratamento de esgoto pelo processo lagoas de estabilização.

Foram analisados os esgotos brutos (afluente) e tratados (efluente) destas estações, pertinentes ao processo de lagoas de estabilização. A amostragem foi efetuada mensalmente, no período de junho de 2005 a dezembro de 2006, num total de 90 amostras, sendo 45 de esgoto bruto e 45 de esgoto tratado, com posterior análise no Laboratório de Microbiologia da Divisão de Pesquisa – DMAE.

As amostras foram processadas, com algumas modificações, segundo o trabalho de Coelho, Carvalho e Araújo (2002), o qual é uma adaptação

dos métodos de Yanco (1987) e Bailenger (AYRES e MARA, 1996).

Esta técnica, segundo Alves (2005), foi escolhida por associar estes métodos consagrados, proporcionando uma maior eficiência na quantificação de ovos de helmintos. Esta metodologia é simples e de fácil implementação dos procedimentos laboratoriais de rotina.

A identificação dos ovos de helmintos teve como base as suas características morfológicas e o seu tamanho. Para este fim foi utilizado um microscópio com retículo de ocular calibrado, indispensável para a medição exata e identificação de características específicas dos ovos, tais como: forma, conteúdo do ovo, espessura da membrana externa (casca), dentre outras características.

A técnica de avaliação de viabilidade dos ovos de helmintos foi feita pelos critérios morfológicos, para se distinguir entre ovos viáveis e não-viáveis. Esta técnica é fundamentada nas mudanças morfológicas que aparecem nos ovos mortos ou não-viáveis (KAGEI, 1982). Os ovos de helmintos contados foram os morfolologicamente viáveis e os critérios básicos para a determinação da viabilidade destes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais critérios morfológicos para determinação de ovos viáveis e não viáveis de helmintos.

Ovos viáveis	Ovos não - viáveis
<ul style="list-style-type: none">❖ Estruturas intactas com coberturas contínuas e simétricas;❖ Continuação do desenvolvimento do ovo a estágios mais evoluídos, como células duplas, mórula, gástrula e larva;❖ Diferenciação entre cada estágio indicando uma seqüência de maturação;	<ul style="list-style-type: none">❖ Estruturas mal definidas Vacuolização do citoplasma e condensação celular;❖ Ovo no estágio unicelular, com citoplasma granulado e vacuolizado;❖ Contração, ruptura e perda de continuidade da membrana;

(Fonte: CEMAT, 1987 *apud* CHERNICHARO et al., 2002).

As amostras foram coletadas e preservadas segundo Guia de Coleta Preservação de Amostras de Água – CETESB, 1987, e a NBR 9898/1987. Os volumes coletados foram 5L para o esgoto bruto e 10L para o esgoto tratado.

RESULTADOS

As Figuras 2, 3 e 4 demonstram as variações no tempo da concentração total de ovos de

helmintos no período de jul/05 a dez/06.

Observa-se que a ETE Belém Novo (Figura 2) apresentou maior concentração de ovos de helmintos (121ovos/L) e maior freqüência na distribuição temporal destes, em comparação com as outras duas ETEs: Lami (Figura 3) e Ipanema (Figura 4), que no mesmo período apresentaram até nove meses de leitura “0” * para ovos de helmintos. Não foi observada uma relação sazonal, tanto na freqüência como na densidade de ovos de helmintos nas estações em avaliação.

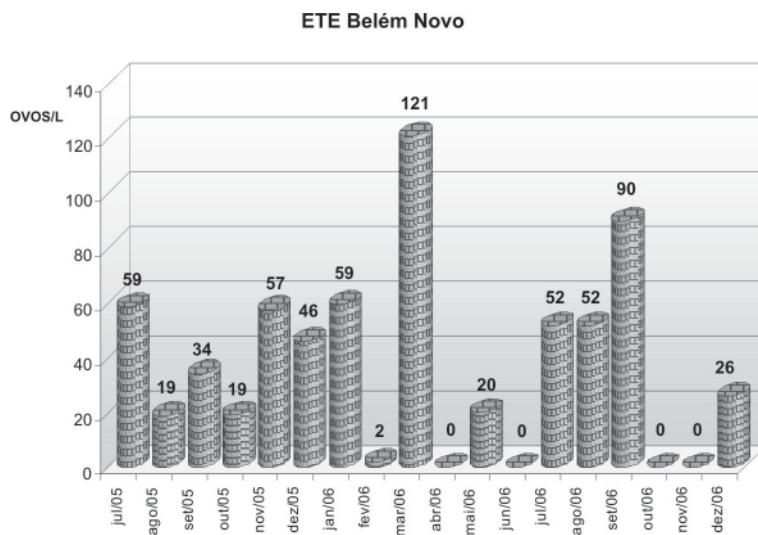


Figura 2 - Concentração mensal do número total de ovos de helmintos por litro do esgoto bruto da ETE Belém Novo de Porto Alegre, jul/05 a dez/06*.

* O resultado “0” indica a não visualização de ovos de helmintos e não necessariamente a ausência dos mesmos. O resultado é expresso como < 1 ovo / L.

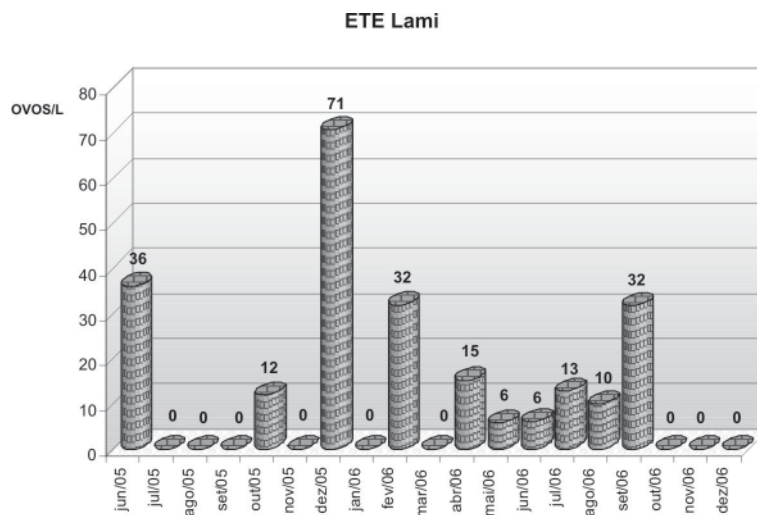


Figura 3 - Concentração mensal do número total de ovos de helmintos por litro do esgoto bruto da ETE Lami de Porto Alegre, jul/05 a dez/06*.

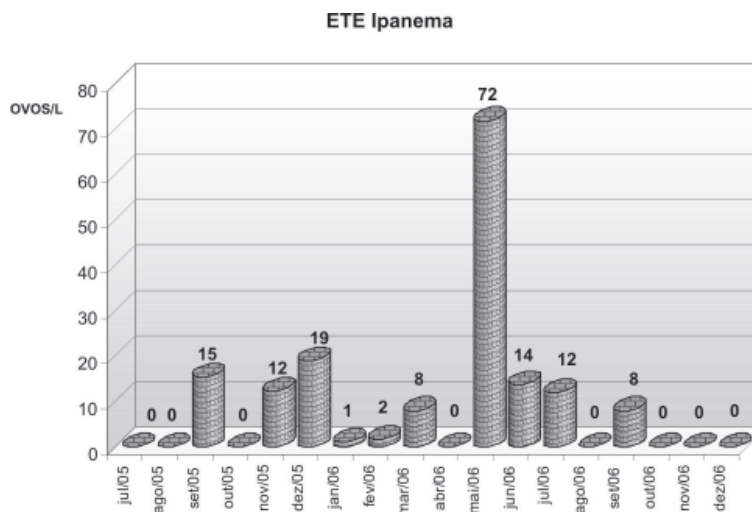


Figura 4 - Concentração mensal do número total de ovos de helmintos por litro do esgoto bruto da ETE Ipanema de Porto Alegre, jul/05 a dez/06* .

O estudo dos esgotos brutos (afluentes) no período de jul/05 a dez/06 identificou os seguintes helmintos: *Ascaris lumbricoides*; *Trichuris trichiura*; Ancilostomídeos; *Toxocara* spp; *Enterobius vermicularis*; *Taenia* sp. e *Hymenolepis* sp..

Com relação ao parasita prevalente, o *Ascaris lumbricoides* foi o mais freqüente em todas as amostras de esgoto bruto das ETEs estudadas, como mostram as Figuras 5 e 6.

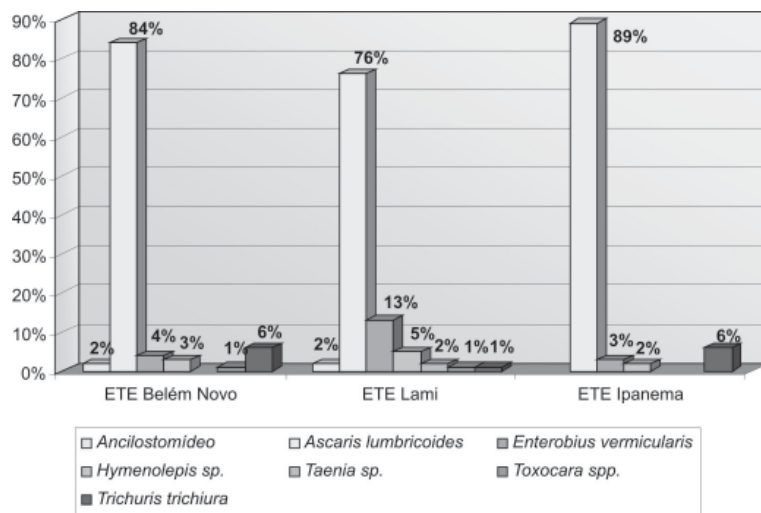


Figura 5 - Principais helmintos, em porcentagem, encontrados no esgoto bruto das ETEs Belém Novo, Lami e Ipanema de Porto Alegre, jul/05 a dez/06.

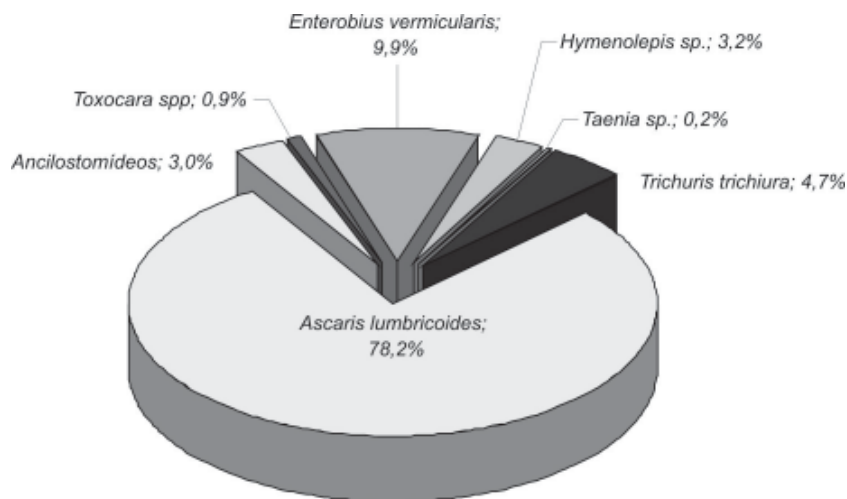


Figura 6 - Total de helmintos, em porcentagem, encontrados no esgoto bruto das ETEs de Porto Alegre, no período de jul/05 a dez/06.

Para o mesmo período de estudo foram analisados os esgotos tratados destes sistemas, aplicando-se a mesma metodologia já citada.

A partir dos resultados obtidos, as ETEs: Belém Novo, Lami, Ipanema, que empregam o processo de lagoas de estabilização, apresentaram 100% de eficiência na remoção da concentração de ovos de helmintos.

O monitoramento realizado pela Divisão de Pesquisa (DVP) oferece uma série de parâmetros

(com registro no SisLab/Siga: Banco de dados da DVP) dentre os quais Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e *Escherichia coli*.

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias de DBO e densidade de *Escherichia coli* das ETEs estudadas, as quais caracterizam os esgotos brutos para o período equivalente. Comparando os esgotos brutos das ETEs, pode-se inferir uma relação direta entre as médias de DBO e a densidade de *Escherichia coli* (que caracterizam carga orgânica), com a média do número de ovos de helmintos.

Tabela 2 - Médias de DBO, *Escherichia coli* e número de ovos de helmintos nos esgotos bruto e tratado das ETEs Belém Novo, Lami, Ipanema, no período de jul/05 a dez/06.

ETEs	Esgoto	DBO (mg O ₂ /L)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	helmintos (ovos/L)
Belém novo	Bruto	151	8,00E + 06	59
	Tratado	38	1,40E + 02	0
Lami	Bruto	105	6,00E + 06	13
	Tratado	32	1,90E + 02	0
Ipanema	Bruto	47	1,20E + 06	12
	Tratado	23	2,20E + 02	0

(Fonte: DMAE-DVP, 2005/2006)

Observa-se que o processo de tratamento foi capaz de produzir efluentes tratados com densidades de *Escherichia coli* iguais ou inferiores a

10³ NMP/100 ml e concentração de ovos de helmintos = 1 ovo/L.

CONCLUSÃO

Os helmintos identificados neste estudo foram: *Trichuris trichiura*; *Ascaris lumbricoides*; Ancilostomídeos; *Toxocara* spp., *Enterobius vermicularis*, *Hymenolepis* sp. e *Taenia* sp.

O *Ascaris lumbricoides* foi o parasita de maior concentração e frequência em todas as amostras de esgoto bruto das ETEs estudadas. Isto ocorre devido à longa sobrevivência de seus ovos no meio ambiente, caracterizando-o como indicador mais adequado da presença de ovos de helmintos.

A identificação e a quantificação destes patógenos presente no esgoto, permitem avaliar as condições sanitárias da população local, as quais foram comprovadas neste estudo, uma vez que foram identificados ovos de helmintos na grande parte das amostras de esgoto bruto analisadas.

O processo lagoas de estabilização apresentou 100% de eficiência para remoção de ovos de helmintos.

Sugerimos a continuidade do monitoramento de ovos de helmintos nas ETEs estudadas, bem como, estender o mesmo às outras estações de Porto Alegre para avaliar a eficiência destes em relação a estes parasitas.

O monitoramento das estações de tratamento de esgotos no Brasil ainda não usa a análise de helmintos como rotina, porém a perspectiva do reuso dos efluentes domésticos tratados justifica a implantação do controle da presença de helmintos no efluente final das ETEs. Assim, os resultados obtidos neste estudo reforçam a importância do controle das helmintíases como um instrumento relevante para garantir a avaliação da qualidade sanitária dos efluentes tratados na ETEs.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. M. **Quantificação e identificação de ovos de helmintos em esgoto bruto e tratado**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 56p. Monografia submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental UFRGS como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Sistemas e Tratamento de Esgotos Sanitários.

AYRES, R.; MARA, D. **Analysis of wastewater for use in agriculture - A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques**. Geneva: World Health Organization, 1996. 35 p.

BAILLENGER, J. Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. **Journal of American Medical Technology**, 41, *apud* AYRES, R.; MARA, D. Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. Geneva: WHO, p.65-71, 1989.

CAVALCANTI, P. F. F. et al. **Lagoas de polimento para o pós-tratamento de esgoto digerido parte 2: remoção de patógenos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2001. 10 p.

CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1987. 150p.

CHERNICHARO, C. A. L.; ZERBINI, A. M. **Metodologias para quantificação, identifi-**

cação e análise de viabilidade de ovos de helmintos em esgotos brutos e tratados. In: CHERNICHARO, C. A. L. (Org.). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbicos. Belo Horizonte: Projeto PROSAB, 2002. p. 70-107.

COELHO W. M. et al. **Avaliação de metodologias para detecção de ovos de helmintos no lodo e determinação do percentual de recuperação.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27.; 2002, Cancun. **Anais...** Cancun, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das Águas Doces, Salobras e Salinas do Território Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jul. 1986.

GOTARDO, J. T. **Perfil longitudinal de uma lagoa facultativa de tratamento de esgoto doméstico aplicada nas condições ambientais do sul do Brasil.** 2005. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

KAGEI, N. Techniques for the measurement of environmental pollution by infective stage of soiltransmitted helminths. Collected Papers on the Control of Soil-Transmitted Helminthiasis. **Asian Parasite Control Organisation**, Tokyo, v. 2, p. 227 – 246, 1982.

NEVES, D. P. **Parasitologia humana.** 11. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 494 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Preservação e Técnicas de Amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores: NBR 9898: 1987.** Rio de Janeiro, jun. 1987. 34p

PORTO ALEGRE (RS). Prefeitura. Coordenação de Comunicação Social. **Cobertura dos Serviços de Esgoto em Porto Alegre 22/10/2007.** Disponível em <<http://www.portoalegre.rs.gov.br>> Acesso em outubro de 2007.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1995. v.1, 240 p.

SPERLING, M. V. et al. Lagoas de estabilização. In: GONÇALVES, R.F. (Coord.). **Desinfecção de efluentes sanitários.** Rio de Janeiro: PROSAB/FINEP, 2003. p. 277-336.

STEPHENSON, L. S. **The impact of helminth infections on human nutrition.** London: Taylor & Francis, 1987. 5p.

THEWES, M. R. **Comparação entre as técnicas de tubos múltiplos e substrato enzimático para determinação dos coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 69p. Monografia submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Sistemas e Tratamento de Esgotos Sanitários.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health guidelines for use of wastewater in agriculture and aquaculture.** Geneve: WHO, 1989.

WORLD HEALTH ORGANIZATION.
The world health report – 2003. Geneve:
WHO, 2003.

YANKO, W. A. **Occurrence of pathogen
in distribution and marketing**

municiplanemal sludges. County Sanitation
Districts of Los Angeles County, Whittier,
CA. In: EPA/625/R-92/013. Environmental
Regulations and Techonology. Control of
pathogens and vector attraction in sewage
sludge, 1992, p.166-172.