



XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002



AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE HORTALIÇAS IRRIGADAS COM ESGOTOS SANITÁRIOS

Rafael K. X. Bastos (*)

Engenheiro Civil (UFJF), Especialização em Engenharia de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ), Ph.D. em Engenharia Sanitária (University of Leeds), Professor Adjunto - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Chefe da Divisão de Água e Esgotos da UFV

Júlio César I. Neves

Universidade Federal de Viçosa-MG, Brasil

Paula D. Bevilacqua

Universidade Federal de Viçosa-MG, Brasil

Carolina V. Silva

Universidade Federal de Viçosa-MG, Brasil

Geisla R.M. Carvalho

Universidade Federal de Viçosa-MG, Brasil



(*) Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil, 36571-000, Viçosa - MG. Fone/Fax: (0XX31) 3899-2356. e-mail: rkxb@ufv.br

RESUMO

O trabalho foi desenvolvido na unidade experimental de tratamento e utilização agrícola de águas residuárias da Universidade Federal de Viçosa, situada no bairro Viçosa, na cidade de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. Os efluentes de três lagoas de estabilização em escala piloto foram utilizados para a irrigação de alfaces. A qualidade bacteriológica dos efluentes das três lagoas em série foi de: $2,1 \times 10^5$ *E.coli*/100mL, $2,9 \times 10^3$ *E.coli*/100mL e $1,6 \times 10^1$ *E.coli*/100mL (média geométrica) *Salmonellae sp*, ovos de helmintos e cistos de protozoários, apresentaram-se em baixas densidades e, ou, de forma errática no esgoto bruto e no efluente do reator, mas estiveram sistematicamente ausentes já no efluente da primeira lagoa. Alfaces irrigadas com os referidos efluentes, revelaram densidades bacterianas da ordem de, respectivamente, $3,3 \times 10^3$ *E.coli*/g, $2,8 \times 10^2$ *E.coli*/g e não detectáveis à 3,0. A irrigação com o efluente da terceira lagoa resultou em alfaces de qualidade bacteriológica similar à do controle (alfaces irrigadas com água), superior à de alfaces regularmente comercializadas na feira livre local e plenamente aceitável pelos critérios da legislação brasileira; a irrigação com o efluente da segunda lagoa, com qualidade bacteriológica ligeiramente inferior à preconizada pela OMS para a irrigação irrestrita, resultou em alfaces de qualidade bem próxima à aceitável. Os resultados sugerem a plena possibilidade de produção de hortaliças de acordo com os padrões sanitários nacionais e internacionais e, em termos de riscos potenciais de saúde, contribuem para corroborar as recomendações da OMS para irrigação irrestrita.

Palavras Chave: Águas residuárias; irrigação; contaminação de hortaliças.

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais relevantes da utilização de esgotos com fins produtivos, o de saúde pública, constitui ainda objeto de controvérsias no seio da comunidade técnico-científica internacional, persistindo polêmicas em relação aos riscos admissíveis e, por conseguinte, quanto à qualidade dos efluentes, necessária e suficiente para a garantia da proteção à saúde. O consenso vai somente até o reconhecimento de que a irrigação com águas residuárias sem tratamento apresenta riscos reais de transmissão de doenças e que qualquer prática de irrigação com esgotos envolve algum risco de saúde pública. Entretanto, persistem polêmicas quanto aos níveis de riscos admissíveis e, por conseguinte, quanto ao grau de tratamento e a qualidade dos efluentes necessários e suficientes para a garantia da segurança sanitária (ROSE et al., 1989; ASANO et al., 1992; HESPANHOL & PROST, 1993)

De um lado, encontram-se as normas e padrões que preconizam a utilização de efluentes para a irrigação irrestrita com qualidade microbiológica próxima dos padrões de potabilidade de água, ou seja a, a virtual ausência de indicadores e patogênicos, incluindo vírus e protozoários (ASANO, et al., 1992; USEPA,1992). Em geral estão baseados nos primeiros critérios da Califórnia (1969) e encontram-se justificados na teoria que se convencionou chamar de “risco nulo” (SHUVAL, 1987).

Os critérios sugeridos pela Organização Mundial da Saúde (WHO,1989), foram desenvolvidos a partir de modelos teóricos e evidências epidemiológicas, além das informações disponíveis sobre a eficiência de remoção de patógenos, principalmente por meio de lagoas de estabilização. Com base nesta abordagem, os riscos de transmissão de doenças associados à irrigação com esgotos sanitários foram assim categorizados, de acordo com os respectivos agentes etiológicos: (i) alto risco - helmintos; (ii) médio - bactérias e protozoários; (iii) baixo - vírus. Por conseguinte, as recomendações da OMS restringiram-se à sugestão de padrões bacteriológicos e parasitológicos, respectivamente, para irrigação irrestrita, de 10^3 CF/100 mL e 1 ovo de helmintos /L. Em outro extremo, encontram-se abordagens bem mais restritivas, usualmente derivadas de padrões americanos, que estabelecem, para a irrigação irrestrita, a virtual ausência de indicadores e patogênicos, incluindo vírus e protozoários (ASANO, et al., 1992;USEPA,1992)

Desde sua publicação, ambos têm servido de referência e sido adotados como normas em diversos países, seja como meras cópias, seja adaptados à particularidades locais (SHUVAL, 1987, HESPANHOL & PROST, 1993; BLUMENTHAL et al, 2000). Salvo exceções, observa-se que a maioria dos países em desenvolvimento tendem a adotar o “padrão OMS”, por vezes, pragmaticamente enfatizando a restrição de cultivos em lugar do estabelecimento de padrões explícitos de qualidade microbiológica. Entretanto, a fácil violação de tais recomendações tem sido apontada como uma fragilidade deste tipo de abordagem. Em contrapartida, países industrializados ou com maior disponibilidade de recursos financeiros tendem a seguir o “padrão Califórnia”, as vezes tornando-o ainda mais exigente, pela inclusão explícita de limites para outros organismos patogênicos (vírus, *Giardia*, etc), ou pela restrição de cultivos aliada à padrões microbiológicos rigorosos. Em algumas normas, o cultivo de hortaliças é expressamente proibido, em qualquer hipótese.

Diversos estudos vêm sendo conduzidos no sentido da avaliação da recomendações da OMS, desde o ponto de vista de riscos potenciais e reais à saúde (AYRES et al., 1992; BASTOS & MARA, 1995; BLUMENTHAL et al, 1992; 1996). O estado da arte do conhecimento sobre os riscos de saúde associados à utilização de esgotos sanitários para irrigação, sugere as seguintes observações em relação às recomendações originais da OMS: (i) validação do padrão bacteriológico (10^3 CF/100 mL) para irrigação irrestrita; (ii) a propriedade do estabelecimento de um padrão parasitológico mais exigente ($\leq 0,1$ ovo de helmintos /L) para a irrigação irrestrita; (iii) a propriedade do estabelecimento de um padrão bacteriológico ($\approx 10^4$ CF/100 mL) para a irrigação restrita; (iii) a confirmação da inexistência de justificativas epidemiológicas para o estabelecimento de um padrão explícito para vírus; (iv) a persistência de dúvidas em relação à necessidade de um padrão explícito para protozoários .(BLUMENTHAL, et al, 2000).

Padrões de qualidade microbiológica de efluentes para irrigação só estarão revestidos de credibilidade definitiva, após exaustivas demonstrações de sua suficiência como medida de proteção da saúde. Torna-se, assim, necessário testar sua validade sob diferentes condições, tais como: clima, culturas irrigadas, métodos de irrigação e qualidade de efluentes. Evidências conclusivas de transmissão de doenças (riscos reais de saúde) apenas podem ser obtidas por meio de complexos estudos epidemiológicos e, assim sendo, a avaliação de riscos potenciais (ex.: qualidade de produtos irrigados) não deixa de representar uma ferramenta valiosa (ROSE, 1986).

Embora os registros sobre utilização agrícola de esgotos sanitários no país sejam escassos, as estatísticas de tratamento de esgotos e informações sobre a qualidade de hortaliças comercializadas em diversas regiões, sugerem que seja esta uma prática disseminada, ao menos de forma indireta. Por outro lado, são ainda mais escassas as informações locais sobre a qualidade sanitária de produtos agrícolas irrigados com esgotos sanitários. Pretende-se, pois, neste projeto, contribuir para a discussão em torno do padrão de qualidade de efluentes para irrigação, necessário e suficiente para a devida proteção à saúde e adequado à realidade nacional.

DESCRIÇÃO DA UNIDADE EXPERIMENTAL

A ETE experimental é constituída por um reator anaeróbio em escala real, pré-fabricado em aço, seguido de uma série de três lagoas de estabilização em escala piloto, pré-fabricadas em fibra de vidro, com TDH de 9,0 dias cada.

Os efluentes de cada lagoa foram utilizados como água de irrigação de alfaces, de acordo com o seguinte delineamento experimental: T1- parcelas irrigadas com efluente da primeira lagoa (L1); T2 - parcelas irrigadas com efluente da segunda lagoa (L2); T3- parcelas irrigadas com efluente da terceira lagoa (L3); T4- parcelas irrigadas com água de poço e comprovadamente isenta de contaminação (controle). Cada tratamento (T) recebeu quatro repetições, distribuídas aleatoriamente em quatro blocos (B), perfazendo 16 parcelas de irrigação de 2,88m² (1,2 x 2,4 m) com 36 plantas cada. A irrigação foi realizada com regadores manuais, simulando, do ponto de vista do contato água de irrigação-planta e do potencial contaminação, o método mais desfavorável - irrigação por aspersão.

COLETA DE AMOSTRAS E ANÁLISES LABORATORIAIS

AMOSTRAS DE HORTALIÇAS.

Amostras compostas por tratamento - folhas de alfaces retiradas aleatoriamente de cada pé - foram coletadas em 12 eventos de amostragem mais próximos da época de colheita. Para efeito de comparação, alfaces comercializadas na feira livre de Viçosa foram regularmente analisadas durante o período do experimento

Subamostras de 25 g eram diluídas por enxaguadura (agitação manual) em 225 mL de água destilada esterilizada, a partir do que eram preparadas séries de diluição para a análise de coliformes, utilizando o método cromogênico (Colilert® e, ou, Fluorocult®). A pesquisa de *Salmonella* obedeceu ao seguinte protocolo: pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo, plaqueamento diferencial, confirmação de colônias típicas em testes bioquímicos e testes sorológicos somático e flagelar polivalente (VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1992, ICMSF, 1974). Para a análise parasitológica, eram realizadas duas lavagens: a primeira por enxaguadura em 500 mL de água destilada e na segunda, cada folha era esfregada com um pincel chato nº 16 em um recipiente de vidro com 500 mL de água destilada. As águas de lavagem eram deixadas em repouso em cálice cônico por 24 horas, após filtragem em gaze de oito dobras. O sedimento obtido era então analisado ao microscópio por exame direto após centrifugação-flotação em sulfato de zinco.(OLIVEIRA & GERMANO, 1992).

AMOSTRAS DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS.

Essencialmente, as análises bacteriológicas seguiram as prescrições do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999). A pesquisa de coliformes foi realizada utilizando o método cromogênico (Colilert® e, ou, Fluorocult®). A pesquisa de *Salmonella* seguiu basicamente o protocolo descrito para a análise de hortaliças. As análises parasitológicas foram realizadas com o emprego do método de Bailenger modificado (AYRES & MARA, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados resumidos do monitoramento bacteriológico do esgoto sanitário e das hortaliças irrigadas com os efluentes das lagoas de estabilização, ambos expressos em termos de médias geométricas correspondentes ao período de irrigação.

Tabela 1 :Qualidade bacteriológica das águas residuárias e das alfaces irrigadas

Esgoto (org./100 mL) *									
EB		RA		L1		L2		L3	
CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>
9,4x10 ⁷	1,7x10 ⁷	9,9x10 ⁶	6,9x10 ⁶	6,9x10 ⁵	2,1x10 ⁵	3,2x10 ⁴	2,9x10 ³	1,2x10 ³	1,6x10 ¹
Alfaces (org./g) **									
Controle ⁽¹⁾				L1 ⁽²⁾		L2 ⁽²⁾		L3 ⁽²⁾	
CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>	CT	<i>E.coli</i>
>1,4x10 ²	ND-4,4	>1,3x10 ⁴	3,3 x10 ³	>4,4x10 ³	2,8 x10 ²	>1,4x10 ²	ND-3,0		

EB: esgoto bruto; RA: efluente do reator anaeróbio; Li: efluentes da série de lagoas; CT: coliformes totais; *média geométrica de 12 amostras; **média geométrica ou intervalo mínimo-máximo de 12 amostras compostas nas repetições de cada tratamento. (1) parcelas irrigadas com água; (2) parcelas irrigadas com os efluentes das lagoas.

No esgoto bruto e no efluente do reator, *Salmonella sp* e parasitas (ovos de *Ascaris*, *Ancylostoma*, cistos de *Giardia* e *Entamoeba*) foram, respectivamente, consistente e eventualmente detectados. Já no efluente da lagoa 1 e nas alfaces irrigadas com os efluentes da três lagoas, *Salmonella sp* e parasitas estiveram sistematicamente ausentes.

O sistema de lagoas de estabilização demonstrou um excelente desempenho de remoção bacteriana (99,9998%), o que pode ser creditado às suas próprias características — profundidade relativamente reduzida (h=0,90), intensa produção de algas e elevação significativa do pH e OD. Em cerca de 18 dias de TDH, o sistema já produz um efluente final próximo ao recomendado para a irrigação irrestrita. Com 9,0 dias de TDH, ovos de helmintos foram removidos à níveis não detectáveis.

Na Tabela 2, apresentam-se os resultados do monitoramento de alfaces comercializadas na feira livre de Viçosa.

Tabela 4: Qualidade microbiológica de alfaces comercializadas na feira livre de Viçosa.

Data	CT*	<i>E.coli</i> *	<i>Salmonellae sp</i>	Parasitologia Nº de ovos
20.08	7,7 x 10 ²	ND	(-)	
27.08	>2,2 x 10 ²	7,4 x 10 ¹	(-)	
01.09	>2,2 x 10 ²	9,0 x 10 ¹	(-)	
08.09	>2,2 x 10 ³	8,2 x 10 ¹	(-)	
15.09	>2,2 x 10 ²	9,0 x 10 ¹	(-)	
22.09	>2,2 x 10 ²	8,1 x 10 ¹	(+)	
29.09	>2,2 x 10 ²	7,4 x 10 ¹	(-)	
13.10	NR	NR	NR	<i>Enterobius vermiculares</i> (2)
20.10	>1,6 x 10 ²	1,6 x 10 ¹	(-)	
24.10	NR	NR	NR	<i>Enterobius vermiculares</i> (1)
27.10	>1,6 x 10 ²	3,2 x 10 ¹	(-)	

* org/g

A fim de auxiliar a discussão, inclui-se, sinteticamente, a legislação brasileira sobre padrão microbiológico de hortaliças, recente mente atualizado (ANVISA, 2001) (Tabela 3) .

Tabela 3: Padrão microbiológico brasileiro para hortaliças

Grupo	Microrganismo	Tolerância para amostra indicativa	Tolerância para Amostra Representativa			
			n	c	m	M
I	<i>Salmonella sp</i> / 25 g	ausência	5	0	ausência	-
II	Coliformes a 45°C/g	10 ²	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella sp</i> / 25 g	ausência	5	0	ausência	-

I: frescas, "in natura", inteiras, selecionadas ou não; II: frescas, "in natura", preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto; n: nº de amostras a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente; c: nº máximo aceitável de unidades de amostras com contagem entre os limites de m e M; m: limite que em um plano de três classes separa o lote aceitável do lote com; M: limite que em um plano de duas classes separa o produto aceitável do inaceitável; em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável; valores maiores que M são inaceitáveis

Na tabela acima, amostra indicativa seria uma amostra composta por um número de unidades amostrais inferior ao estabelecido em plano amostral e amostra representativa seria aquela constituída por um determinado número de unidades amostrais estabelecido de acordo com o plano amostral. Para hortaliças é estabelecido um número mínimo de cinco “unidades amostrais”, dentre as quais duas poderiam apresentar densidades de coliformes termotolerantes entre 10 –10² org./100mL, sendo 10² org./100mL o limite máximo em qualquer unidade do lote.

No plano de amostragem das alfaces irrigadas com esgotos, considerando o conjunto dos resultados como uma amostra representativa da época da colheita e a julgar pela média geométrica da contaminação resultante de cada tratamento, nota-se que: (i) a irrigação com o efluente da terceira lagoa, de excelente qualidade (10¹ *E. coli*/100 mL),

resultou em alfaces de qualidade bacteriológica similar à do controle (alfaces irrigadas com água) e plenamente aceitável pelos critérios da legislação brasileira; (ii) a irrigação com o efluente da segunda lagoa, com qualidade bacteriológica ($2,9 \times 10^3 E. coli/100 \text{ mL}$) ligeiramente inferior à preconizada pela OMS para a irrigação irrestrita ($10^3 \text{ CF}/100\text{mL}$), resultou em alfaces de qualidade ($2,8 \times 10^2 E. coli/ \text{ g}$ e ausência de *Salmonella sp.*) próxima à aceitável pela legislação brasileira ($10^2 \text{ CF}/ \text{ g}$ e ausência de *Salmonella sp.*); (iii) a irrigação com o efluente da primeira lagoa, contendo em média $2,1 \times 10^5 E. coli /100 \text{ mL}$, resultou em uma densidade média de $3,3 \times 10^3 E. coli / \text{ g}$ na superfície das alfaces, o que classificaria o lote como inaceitável

Dos resultados obtidos, poder-se-ia inferir que a irrigação com efluentes de acordo com o padrão recomendado pela OMS para irrigação irrestrita (média geométrica de $10^3 \text{ CF}/100 \text{ mL}$ durante o período de irrigação), resultaria em qualidade de hortaliças aceitável para consumo, de acordo com a legislação brasileira, diga-se de passagem, mais rigorosa que os critérios adotados internacionalmente: $10^3 \text{ CF}/\text{g}$ (ICMSF, 1986). Em que pese o número limitado de dados, tal inferência pode ser ilustrada como na Figura 2 e encontra respaldo em publicações anteriores (BASTOS & MARA, 1995; CASTRO DE ESPARZA & SAÉNIZ, 1990).

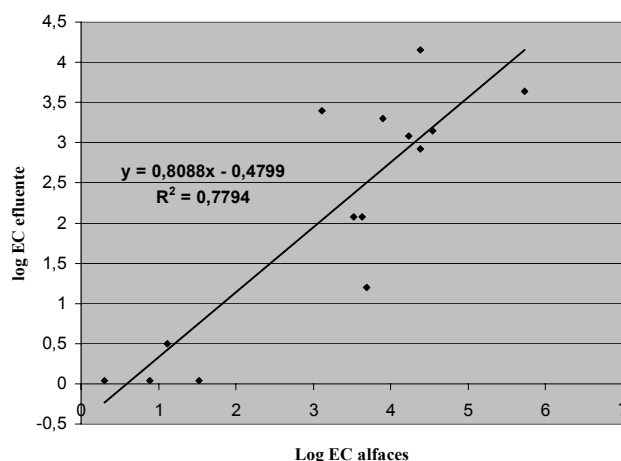


Figura 2 – Estimativa da densidade de *E.coli* na superfície das alfaces a partir da qualidade do efluente utilizado para irrigação

No plano de amostragem implementado para as alfaces comercializadas na feira livre de Viçosa, considerando individualmente cada evento de amostragem como uma amostra representativa de um lote – feira livre, o padrão coliformes foi sistematicamente atendido, porém as amostras dos dias 22.09, 13.10 e 24.10 seriam inaceitáveis devido à presença de organismos patogênicos. Comparando a qualidade das alfaces regularmente comercializadas na feira livre com as irrigadas experimentalmente, poder-se-ia especular, em uma abordagem conservadora, que a comercialização de alfaces irrigadas com efluentes de acordo com o padrão OMS para irrigação irrestrita, não representaria qualquer fator adicional de risco à saúde aos que a população de Viçosa já se encontra eventualmente exposta pelo consumo de hortaliças.

CONCLUSÕES

Os resultados destes experimentos de avaliação dos riscos potenciais de saúde decorrentes da irrigação irrestrita com esgoto sanitário, sugerem a validação dos critérios recomendados pela OMS. Ademais, recentes revisões dos critérios recomendados pela OMS, sugerem a não-existência de riscos reais de saúde, mesmo quando do consumo de hortaliças irrigadas com $10^4 \text{ CF}/100 \text{ mL}$. (BLUMENTHAL, et al, 2000) Resultados adicionais devem ser buscados por meio da repetição dos experimentos, além de variações incluindo outros tipos de cultura que apresentem contato diferenciado com a água de irrigação e com o solo.

Agradecimentos. – Este trabalho é parte de um projeto de pesquisa no âmbito do PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, financiado e gerenciado pela FINEP- Financiadora .de Estudos e Projetos do Ministério de Ciência e Tecnologia. Os autores agradecem o apoio, aporte de recursos e de bolsas de pesquisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19.ed. Washington, DC: APHA, 1995

ASANO, T.; LEONG, L.Y.C.; RIGBY, M.G.; SAKAJI, R.H. Evaluation of the California wastewater reclamation criteria using enteric virus monitoring data. *Water Science and Technology*, **26** (7-8), 1513 – 1524, 1992.

AYRES, R & MARA, D. Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. WHO (1996), Geneva.

AYRES, R. M.; STOTT, R.; LEE, D.L.; MARA, D.D.. Contamination of lettuce with nematode eggs by spray irrigation with treated and untreated wastewater. *Water Science and Technology*, **26** (7-8), 1515 – 1623, 1992.

BASTOS, R.K.X. & MARA, D.D. The bacterial quality of salad crops drip and furrow irrigated with waste stabilization pond effluent: an evaluation of the WHO guidelines. . *Water Science and Technology*, **31** (12), 425 – 430, 1995.

BLUMENTHAL,U.J.; ABISUDJAK, B.; CIFUENTES, E.; BENNET, S.; RUIZ-PALCIOS, G. Recent epidemiological studies to test microbiological quality guidelines for wastewater use in agriculture and aquaculture. *Public Health Reviews*, **19**, 237 – 250, 1992.

BLUMENTHAL,U.J.; MARA, D.D.; AYRES, R. M.; .CIFUENTES, E.; PEASEY, A.; STOTT, R.; LEE, D.L.; RUIZ-PALACIOS, G. Evaluation of the WHO nematode egg guidelines for restricted and unrestricted irrigation. *Water Science and Technology*, **33** (10 - 11), 277 – 283, 1996.

BLUMENTHAL,U.J.; PEASEY, A.; RUIZ-PALACIOS, G.; MARA, D.D. Guidelines for wastewater reuse un agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence *WELL Study, Task No 68* , Part I. WELL, 2000, London.

CASTRO DE ESPARZA,M.L., SAÉNZ, R.F. *Evaluacion de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura, vol. 1. Aspectos microbiologicos*. CEPIS, 1990, Lima, Peru.

HESPAÑHOL, H.; PROST, A. M.E. WHO guidelines and national standards for reuse and water quality. . *Water Resarch*, **26** (6), 863-86, 1993.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD. *Microorganisms in Food, 2. Sampling for microbiological analysis: principles and especific applications*. University of Toronto Press, 1974,Toronto.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD. *Microorganisms in Food, 2. Sampling for microbiological analysis: principles and especific applications*.2nd ed. University of Toronto Press, 1986,Toronto.

OLIVEIRA, C.A. F. & GERMANO, P.M. Estudo da ocorrência de enteroparasitas na região metropolitana de São Paulo – SP, Brasil II. Pesquisa de helmintos. *Revista de Saúde Pública*, **26** (4), 283 – 289, 1992.

ROSE, J.B. Microbiological aspects of wastewater reuse for irrigation. *CRC Crit. Rev. Environ. Control*, **16**, 231-256, 1986.

ROSE, J.B.; DE LEON, R.; GERBA, C.P. Giardia and virus monitoring of sewage effluent in the State of Arizona . *Water Science and Technology*, **21** (3), 43-47, 1989.

SHUVAL, H.I... Wastewater reuse for irrigation : evolution of health standards. *Water Quality Bulletin*, **12** (2), 69-83+90, 1987.

VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F.(eds). *Compendium of methods for microbiology examination of foods*, 3rd ed. APHA,1992, Washington D.C.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Guidelines for water reuse . Technical Report EPA/625/R-92/004*. USEPA ,1992, Washington, D.C.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health guidelines for use of wastewater in agriculture and aquaculture. *Technical Report Series. 778*. WHO, 1989, Geneva.