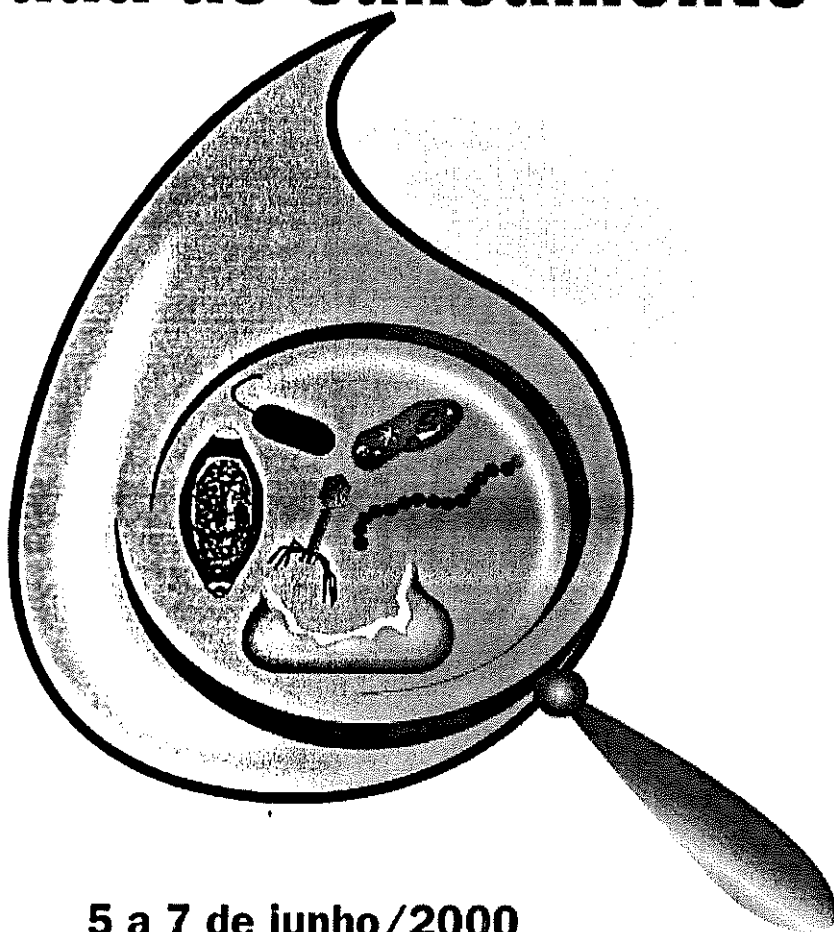


Anais do

I Seminário Nacional de Microbiologia Aplicada ao Saneamento



**5 a 7 de junho/2000
Teatro Universitário da Universidade
Federal do Espírito Santo
Vitória-ES**

POSTER

- A Cloração e o Residual de Cloro na Água** 231
- Uma Abordagem Polêmica
João Tito Borges, José Roberto Guimarães
- Caracterização do Esgoto Bruto e Efluente** 237
Final de uma Estação de Tratamento de Esgoto
Sanitário em Clima Tropical
Luíza Maria Garcia, Marlies Treuersch
- Estudos de Fatores que influem no Isolamento** 248
de Salmonella SP à Partir de Compostagem com Lodo de Esgoto
Barioni, G.C.; Baratéla, K.C.; Fernandes,
F.; Pelayo, J.S.; Jankevicius, S.I.; Saridakis, H.O.



PAINÉIS

Quadro Epidemiológico Atual das Doenças de Veiculação Hídrica no Estado do Espírito Santo Marluce Martins de Aguiar	9
As Doenças de Veiculação Hídrica e os Indicadores Microbiológicos Denise M. E. Formaggia	15
Comparação entre Critérios, Recomendações e Padrões de Qualidade Microbiológica das Águas Marcos von Sperling	20
Legislação: Águas, Resíduos e Balneabilidade Maria de Fátima Morais Morosine	25
Influência do Tempo de Decantação na Concentração de Ovos de Helminthos em Esgoto Doméstico Bruto Annemarie König	28
Indicadores de Poluição/ Métodos Convencionais e Moleculares de Detecção Vanete Thomaz Soccol	34
Novas Metodologias de Identificação de Microorganismos Patogênicos em Águas e Esgotos Sanitários Regina Keller	40
Desinfecção de Águas de Abastecimento Luiz Di Bernardo	44
Universalização do Controle Microbiológico: A Experiência Vivida por um Professor Universitário numa Companhia Estadual de Saneamento Prof. Eng. Marcos Rocha Viana, M. Sc.	49
Alternativas para Desinfecção de Esgoto Sanitário Luiz Antonio Daniel	54
Produzir Lodos “Classe A” nas Novas Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários Brasileiras Ricardo Franci Gonçalves	60
Desinfecção de Esgotos e Higienização do Lodo/Prosab Fernando Fernandes	66

TRABALHOS TÉCNICOS

- Operacionalização das Alternativas de Desinfecção e Secagem de Lodo Digerido Anaerobicamente** 77
Cláudia Rodrigues Teles, Andréia Cristina Ferreira, Cristina Cherubini, Patrícia Michele Bernert, Fabiano Favarin, Luiz A. Ramos de Castro e Cleverson Vitório Andreoli
- Avaliação de Parâmetros para Desinfecção e Secagem do Lodo de Esgoto Através da Temperatura** 89
Cristina Cherubini, Andréia Cristina Ferreira, Cláudia Rodrigues Teles, Cleverson Vitório Andreoli
- Estudo da Variação Temporal e Espacial da Contaminação Microbiológica de Praias do Litoral do Estado de São Paulo** 100
Cláudia Condé Lamparelli, Ana Cristina Truzzi, Maria Inês Zanoli Sato, Maristela Musco de Caires, Elayse Maria Hachich, Ana Tereza Galvani
- Aplicação da Imagem Microscópica do Lodo Ativado para a Detecção de Problemas de Funcionamento das Estações de Tratamento de Esgoto na Alemanha** 108
Heike Hoffmann, Christoph Platzer
- Pré-Oxidação com Cloro e Dióxido de Cloro para Remoção de Algas em Água de Abastecimento** 121
Luiz Di Bernardo
- Ozonização, Coagulação, Floculação e Flotação para Remoção de Algas** 132
Paulo Luiz Centurione Filho, Luiz Di Bernardo
- Metodologia para Concentração e Detecção de Adenovírus Presentes Naturalmente em Amostras de Água de Córrego** 142
Santos, F.M., Vieira, M. J., Sassaroli A., Hársi C. M., Garrafa P, Monezi T. A. & Mehnert D. U.
- Estudo Sobre a Remoção de Coliformes Fecais em Sistemas de Tratamento Anaeróbios e Pós-Tratamento Utilizando Solo como Elemento Depurador** 151
Anita Maria de Lima, Romeika Hermínia de Macedo Assunção, Prof. Henio Normando de Sousa Melo, Prof. Cícero Onofre Andrade Neto

Desinfecção de Esgoto por Radiação Ultravioleta: Estimativa da Intensidade e do Tempo de Exposição Marco Roberto Pires, José Euclides Stipp Paterniani	160
Descontaminação Bacteriológica de Águas de Abastecimento por Meio de Fotocatálise Heterogênea Utilizando Luz Solar Cecília Pereira Rodrigues, Lucimara Meneghetti, Roberta Lourenço Ziolli, José Roberto Guimarães	170
Correlação entre a Prevalência de Enteroparasitoses na População e a Presença de Patógenos no Lodo de Esgoto Castro, E. A.; Paulino, R.C.; Tracz, J.; Hennig, L.; Thomaz-Soccol, V.;	178
Remoção de Coliformes Totais e Fecais - Escherichia coli - No Tratamento de Esgoto Doméstico pelo Método do Escoamento Superficial Sandra Parreiras Pereira Fonseca, Antônio Alves Soares, Antônio Teixeira de Matos	189
Avaliação da Evolução Microbiológica em Resíduos Hospitalares Infecciosos Soares, S. R.; Benetti, L. B.; Silva, M.M.A.C.; Oliveira, C.M.M.; Bertoneini, R.C.; Christakia, S.	200
Estudo do Desempenho de Coagulantes Comerciais na Remoção de Algas de Efluentes de Lagoas Facultativas Elaine Nolasco Ribeiro, Maria Leticia de A. F. Rocha, Gisele Medice Roriz, Fernanda Aparecida Veronez, Ricardo Franci Gonçalves	212
Pasteurização do Lodo de um Reator UASB na Remoção de Coliformes Fecais e Ovos de Helmintos Fabiana Reinis Franca Passamani, Juciani Silva da Motta, Katy Francis Figueiredo, Ricardo Franci Gonçalves	223



Comissão Organizadora:

Arnaldo Castor
Eurico Suzart
Fabrícia Fafá
Fabiana Passamani
João Ismael O. Nardoto
Ana Lycia Barreira
Marcos Resende
Regina Keller
Ricardo Franci Gonçalves
Sara Ramos da Silva
Sérvio Túlio Cassini
Tino Barros Jr.



Comissão Científica:

Beatriz Ceballos
Luis Daniel
Marcos von Sperling
Marluce Martins
Regina Keller
Ricardo Franci Gonçalves
Sérvio Túlio Cassini
Vanete T. Soccol

Secretaria do Evento:

Telefax:
(0xx27) 335-2648 / 335-2857
E-mail: microbio@npd.ufes.br
Home page: www.ufes.br/~microbio



Realização:

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESPÍRITO SANTO - Ministério da Educação**

**FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE -
Ministério da Saúde**



Apoio:

ABES - Seção ES



Patrocínio:

**Companhia Siderúrgica de Tubarão, Fundo
de Apoio à Ciência e Tecnologia do
Município de Vitória, Sanevix Engenharia
Ltda, Citágua Águas de Cachoeiro S/A,
Programa de Pesquisa em Saneamento
Básico, Millipore Indústria e Comércio Ltda,
e CREA-ES**



Apresentação:

A ressurgência de antigas epidemias de doenças veiculadas pela água no Brasil, com intensidades e amplitudes acentuadas, marcam os dias de hoje. Ao mesmo tempo, constata-se que algumas soluções convencionais de engenharia sanitária se mostram ineficientes frente a alguns agentes etiológicos, como no caso de *Criptosporidium* e *Giárdia* em sistemas de água potável.

Considerando a relevância do tema no quadro da saúde pública brasileira e o enfoque multi-disciplinar que o problema exige, propomos a realização de um seminário específico sobre microbiologia aplicada ao saneamento básico, envolvendo profissionais de diversas áreas.

Temas como epidemiologia, legislações específicas, métodos analíticos e moleculares de detecção de microorganismos, processos de desinfecção e reutilização de lodos e efluentes na agricultura serão abordados. O evento será realizado em três dias, compreendendo mesas-redondas temáticas, com palestrantes e debatedores de reconhecida experiência nos diversos temas de enfoque, bem como seções de apresentação de trabalhos técnicos e painéis.



Objetivo:

Discutir assuntos relativos à microbiologia aplicada ao saneamento, para uma melhor uniformização dos métodos de detecção e soluções de engenharia sanitária para o controle dos agentes etiológicos.



Público Alvo:

Engenheiros, biólogos, farmacêuticos, químicos, técnicos de laboratórios, técnicos operadores de sistemas de saneamento, professores e alunos.



Atividades Paralelas:

Durante o Seminário estará acontecendo a IV Semana de Meio Ambiente promovida pela Fundação Nacional de Saúde/ES com o tema **A Saúde e o Saneamento**.



Programação:

SEGUNDA-FEIRA (5/06/2000)

- 08:00 às 10:00 **Recepção/Inscrição**
10:00 às 12:00 **Abertura**
12:00 às 14:00 **Almoço**
14:00 às 16:00 **1º Painel: Quadro Epidemiológico Atual das Doenças de Veiculação Hídrica**
Moderador: *Maria Lúcia Martelle - FUNASA*
Palestrantes: *Marluce Martins - SESA/ES*
Léo Heller - UFMG
Denise Maria Elizabeth Formaggia - OPAS
16:00 às 16:10 **Intervalo**
16:10 às 18:30 **Apresentação de Trabalhos Técnicos**

TERÇA-FEIRA (6/06/2000)

- 08:00 às 10:00 **2º Painel: Legislação: águas resíduos e balneabilidade**
Moderador: *Almir Bressan - Secretário Estadual para Assuntos do Meio Ambiente*
Palestrantes: *Marcos von Sperling - UFMG*
Maria de Fátima Morosine - SUDEMA
Intervalo
10:00 às 12:00 **3º Painel: Indicadores de Poluição/Métodos Convencionais e Moleculares de Detecção**

Moderador: *Sérvio Tálito Cassini - DHS/UFES*
Palestrantes: *Annemarie König - UFPB*
Vanete Thomaz Soccol - UFPR
Regina Keller - UFES

- 12:00 às 14:00 **Almoço**
14:00 às 16:00 **Apresentação de Trabalhos Técnicos**
16:00 às 16:10 **Intervalo**
16:10 às 18:30 **Apresentação de Trabalhos Técnicos**

QUARTA-FEIRA (7/06/2000)

- 08:00 às 10:00 **4º Painel: Desinfecção de Águas/PROSAB**
Moderador: *João Ismael O. Nardoto - FUNASA*
Palestrantes: *Luiz Di Bernardo - USP-EESC*
Marcos Rocha Vianna - EMEM S/A - MG
Intervalo
10:00 às 12:00 **Apresentação de Trabalhos Técnicos**
12:00 às 14:00 **Almoço**
14:00 às 16:00 **5º Painel: Desinfecção de Esgotos e Higienação de Lodo/PROSAB**
Moderador: *Fabírcia Fajó de Oliveira - UFES*
Palestrantes: *Luís Daniel - USP/EESC*
Ricardo Franci Gonçalves - UFES
Fernando Fernandes - UEL
16:00 **Encerramento**

ALTERNATIVAS PARA DESINFECÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO

Luiz Antonio Daniel

0184a

Eng. Civil, UFMG; Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP; Pesquisas na área de Hidráulica e Saneamento: pós-tratamento por oxidação química, desinfecção de água e esgoto; Área de Ciências da Engenharia Ambiental: qualidade de águas superficiais, poluição difusa.
e-mail ldaniel@sc.usp.br

A redução ou erradicação de doenças veiculadas pela água passa obrigatoriamente pela desinfecção de efluentes de esgoto sanitário, considerados os usos múltiplos da água. O fornecimento de água potável, respeitando a Portaria do Ministério da Saúde, No 36 de 19.01.1990, a qual fixa ausência total de coliformes fecais, pode não ser suficiente para a garantia de ausência de doenças veiculadas pela água, dado que os usos são naturalmente múltiplos, como garantido pela lei 9.433 de 08.01.97 (Política Nacional dos Recursos Hídricos). O consumo de alimentos irrigados com água contaminada com fezes humanas é fonte de transmissão de doenças.

Considerando os dados do IBGE (1997), no Brasil, aproximadamente 25% da população não recebe água tratada e 36% não dispõem de sistema de coleta ou tratamento individual de esgoto (fossa séptica). É interessante observar que do total coletado aproximadamente 10% é tratado.

Como a maioria dos mananciais para abastecimento são superficiais, essas águas estão recebendo esgoto, portanto contaminadas. Devido ao adensamento populacional, com geração de maior volume de esgoto, e a pequena distância entre as cidades que se desenvolvem às margens dos rios, a qualidade da água está comprometida, o que exige maior empenho nas ETA.

Em verdade, nas regiões mais densamente povoadas, está-se fazendo reuso indireto de água.

A resolução CONAMA No 20 de 18.06.1986 fixa valores máximos permissíveis para concentração de coliformes fecais, de acordo com a classe dos rios, privilegiando o consumo para abastecimento doméstico (classes especial, 1, 2 e 3). Considerando os valores máximos permissíveis e a diluição do corpo d'água, pode-se ter condições em que, pelo efeito de diluição, não seja necessário desinfetar o esgoto. Esta questão pode ser polêmica, visto que a resistência dos organismos patogênicos é variável, nem sempre inferior aos coliformes fecais, tomados como indicadores. Outro fator a ser considerado é a dose infectante. O ideal seria sempre fazer uso da desinfecção.

SYSNO	1137789
PROD	-002190
ACERVO EESC	

O próprio decaimento natural poderia ser suficiente para reenquadrar a qualidade da água, desde que entre o ponto de lançamento e o de captação essa não fosse usada ou seu uso não colocasse em risco a saúde da população, seja por via direta ou indireta por meio de consumo de alimentos produzidos nessa água ou com essa água.

Diante da necessidade em se desinfetar os efluentes de esgoto sanitário depara-se com várias alternativas, cada qual com suas vantagens e limitações.

Cloro

De uso mais amplo, tanto por questão de custo competitivo, quanto pelo domínio da técnica de aplicação e controle e da disponibilidade, o cloro, na forma de gás, hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio, é o desinfetante mais disseminado no Brasil e na maioria dos países. Quando aplicado à água possibilita a manutenção de residual, importante para garantir a qualidade da água desde a saída da ETA até a chegada ao consumidor. Para o esgoto o residual deixa de ser interessante pois é tóxico à biota do corpo receptor ou aos organismos quando reusado para piscicultura. Se aplicado em irrigação pode não afetar o solo e os vegetais.

A polêmica instalada sobre o uso do cloro recai na formação de subprodutos organoclorados, potencialmente prejudiciais à saúde humana, podendo ser cancerígenos, mutagênicos ou teratogênicos. É importante salientar que a formação de trihalometados (THM) advém principalmente da reação do cloro com substâncias húmicas e em menor proporção da reação do cloro com a matéria orgânica presente no esgoto sanitário. Importante também nesse processo é a formação de outros halogenados orgânicos, que também apresentam toxicidade.

Essa preocupação é maior quando se trata de água de abastecimento. No caso do esgoto que é lançado, os subprodutos podem ser decompostos no ambiente, removidos por stripping ou adsorvidos. É importante afirmar que o cloro em excesso deve ser removido. Polêmica surge sobre o destino desses subprodutos no ambiente: são resistentes e chegarão à ETA persistindo até a água final? São cumulativos nos animais e vegetais e poderão atingir os seres humanos que consumirem esses produtos? Se não, então quais os problemas?

Há que considerar que a reação do cloro com formação de THM e outros produtos organoclorados ocorrem em menor proporção que os produtos da oxidação, que forma gás carbônico, água, monocloramidas, dicloraminas, sulfatos, ferro férrico, dentre outros. A reação de formação de subprodutos organoclorados é lenta e ocorre por adição de cloro em ligações insaturadas de carbono-carbono ou por substituição de hidrogênio em compostos aromáticos (substituição eletrófila).

Diante da polêmica do uso do cloro, passou-se a utilizar outros desinfetantes. Pes-

quais são necessárias para comprovar a eficiência de desinfecção e a não geração ou menor geração de subprodutos por esses desinfetantes alternativos.

Dentre esses desinfetantes ditos alternativos enumeram-se dióxido de cloro, ozônio, ácido peracético, radiação ultravioleta, e outros que são menos utilizados.

Dióxido de Cloro

O dióxido de cloro é um gás tóxico, com poder oxidante superior ao do cloro, que deve ser gerado no local de uso. Há dois processos principais de geração em escala industrial: um usando cloro gasoso e clorito de sódio e outro usando ácido clorídrico e clorito de sódio. O processo que emprega cloro gasoso necessita, para aumentar o rendimento da reação, de cloro em excesso (em torno de 5% além da estequiometria). Esse excesso de gás cloro forma ácido hipocloroso que poderá reagir com a matéria orgânica formado THM ou TOX.

A utilização de ácido clorídrico e clorito de sódio elimina esse problema mas exige o uso de ácido clorídrico em excesso (recomendado 300% além da estequiometria) para que o rendimento da reação seja superior a 95%. Com esse rendimento minimiza-se a concentração de ion clorito.

As reações do dióxido de cloro com a matéria orgânica não forma THM. Os aspectos de saúde pública estão relacionados mais aos subprodutos inorgânicos clorito e clorato formados pela reação de decomposição do dióxido de cloro. O clorito está relacionado metaemoglobinemia, oxidação do iodo, tornando-o menos disponível ao organismo e afetando o funcionamento da tireóide, além de causar anemia hemolítica em indivíduos deficientes da enzima glucose-6-fosfato dehidrogenase (SMITH E WILLHITE, 1990).

Tem ação mais poderosa à desinfecção que o cloro sobre alguns patógenos e pode ser usado como pré-oxidante para melhoria de qualidade de água bruta. Não mantém residual desinfetante, o que é vantajoso para aplicação em esgoto sanitário.

Ozônio

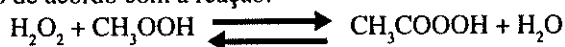
O ozônio, como o dióxido de cloro, deve ser produzido no local de uso, empregando ar atmosférico previamente filtrado, lavado e seco, ou oxigênio puro. A reação com a matéria orgânica pode ocorrer por dois mecanismos: um molecular e outro radicalar. As reações do ozônio molecular são específicas e seletivas, ocorrendo em ligações insaturadas de carbono-carbono por cicloadição do ozônio com formação de cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, entre outros subprodutos intermediários ou finais dependendo da dosagem de ozônio e do tempo de contato. A reação molecular pode também

ocorrer por via eletrófila ou nucleófila já que a estrutura em ressonância da molécula de ozônio forma dipolo. A reação molecular ocorre principalmente em pH neutro a pH ácido. Quando há bicarbonato ou carbonato presente, a reação molecular pode ocorrer em pH básico, pois o bicarbonato e o carbonato são inibidores da decomposição do ozônio. Em pH básico há maior decomposição do ozônio com formação de radicais livres que são menos seletivos, oxidando rapidamente a matéria orgânica. Essa maior capacidade oxidativa e menor seletividade aumenta a eficiência de oxidação de matéria orgânica em detrimento da eficiência de desinfecção.

O Ozônio, por não manter residual, é vantajoso no uso em esgoto sanitário. Pode ser usado como redutor de potencial de formação de THM.

Ácido Peracético

O ácido peracético é formado pela reação de ácido acético e peróxido de hidrogênio de acordo com a reação:



Portanto, todas as espécies estão em equilíbrio de acordo com a equação:

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOOH}] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{H}_2\text{O}_2]}$$

O ácido peracético é um líquido incolor, com odor acre e irritante. Explode quando aquecido acima de 110 oC.

A toxicidade aguda do ácido peracético é baixa. Pode ser extremamente irritante à pele, olhos e trato respiratório, se a concentração for elevada. O contato da pele ou olhos com solução de ácido peracético a 40% pode causar queimadura. A inalação de concentração elevada de vapores de ácido peracético pode causar sensação de queimadura, tosse, ofego e falta de ar.

Não há registros na literatura de que o ácido peracético possa ser cancerígeno ou apresentar toxicidade na reprodução e desenvolvimento humano. Há evidências de que este composto seja cancerígeno fraco a animais (ratos).

Os ensaios de toxicidade indicam limites LD50 de 1540 mg/kg (aplicação oral em ratos) e LD50 de 1410 mg/kg (aplicação cutânea em coelhos).

É um produto que irrita severamente os olhos, pele e membranas mucosas. Pode formar misturas explosivas com substâncias facilmente oxidáveis. É utilizado na desinfecção de equipamentos de indústrias alimentícias por apresentar as vantagens de atuar amplamente em diferentes microrganismos, o residual se decompõe na água em oxigênio e ácido acético (vinagre), eficiente em ampla faixa de pH e temperatura, não

introduz ou altera o sabor, odor e cor do produto final.

As informações disponíveis na literatura são em maioria sobre a desinfecção de esgotos sanitários. GASI et al (1995) desinfetaram efluente de lodos ativados empregando ácido peracético em dosagem de 5 mg/l e tempo de contato de 27 minutos, obtendo remoção de 99,98%, 99,40% e 96% de coliformes totais, coliformes fecais e colifagos, respectivamente. Obtiveram também que a concentração de oxigênio dissolvido no efluente da câmara de contato manteve-se acima da concentração de saturação, evidenciando a decomposição do peróxido de hidrogênio em oxigênio e água.

Além disso verificaram que a aplicação de ácido peracético oxida a matéria orgânica, removendo em média 22,5% de BDO do efluente de lodos ativados estudado.

Os ensaios de toxicidade do efluentes desinfetado indicaram elevada toxicidade para os microrganismos aquáticos testados (*Daphnia similis*, *Brachydario rio* e *Photobacterium phosphorium*).

A utilização em água de abastecimento poderá ter maior aplicação como pré-desinfecção para melhoria da qualidade da água bruta. Com isso estará sendo reduzida a quantidade de patogênicos e, por ser oxidante, a concentração de matéria orgânica, reduzindo o potencial de formação de subprodutos clorados, quando se usa a cloração como desinfecção de água final, ou para manutenção de residual desinfetante.

Radiação Ultravioleta

As lâmpadas de baixa pressão e de média pressão de vapor de mercúrio são a principal fonte de radiação ultravioleta utilizada na desinfecção de águas de consumo humano e de esgotos sanitários.

A desinfecção com radiação ultravioleta é um método tecnicamente viável que não implica na adição de produtos químicos à água ou esgoto. As poucas alterações que ocorrem na matéria orgânica pela ação da radiação ultravioleta não são prejudiciais à saúde humana nem ao meio ambiente. A radiação ultravioleta atua principalmente nos ácidos nucleicos (ADN), promovendo reações fotoquímicas, que impedem a duplicação dos microrganismos, inativando-os (HARM, 1980).

A desinfecção com radiação ultravioleta depende diretamente da dose recebida que é igual ao produto da intensidade de radiação pelo tempo de exposição. A matéria dissolvida ou em suspensão reduz a intensidade de radiação quando esta atravessa a lâmina líquida.

A absorção de radiação ultravioleta pelas substâncias dissolvidas é, em grande parte, devida às substâncias de origem orgânica, mais do que às de origem inorgânica, o que torna as medidas de turbidez e cor parâmetros não adequados para avaliar a redu-

ção que pode ocorrer na intensidade de radiação ultravioleta.

Referências Bibliográficas

IBGE - (1997) - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 1996. Rio de Janeiro: IBGE, p. 97-99 (tabela 6.1.2)

GASI, T. M. T. (1990) Remoção de microrganismos em reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo operado com estótos domésticos (Diss. Mestrado). Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo - USP, 206p.

HARM, W. (1980)- Biological effects of ultraviolet radiation. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1980. 166 p.

SMITH, R. P. & WILLHITE, C. C. (1990). Chlorine dioxide and hemodialysis. Regulatory Toxicology and Farmacology, v. 11, 42-62