

**ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE DESINFECÇÃO UTILIZADAS NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO (EMBASA)**

**Felipe Madureira<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia, Pós-graduado MBA em Gestão Empresarial (FGV). Gerente a oito anos da divisão regional de esgotamento sanitário da EMBASA. e-mail: [felipe.madureira@embasa.ba.gov.br](mailto:felipe.madureira@embasa.ba.gov.br)

**Kaliane Morais Reis Macedo<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Faculdade de Tecnologias e Ciências (FTC). e-mail: [morais.kakau@gmail.com](mailto:morais.kakau@gmail.com)

**Viviane Silva das Chagas<sup>(3)</sup>**

Bacharel em Fonoaudiologia (UNEB), Técnica em Química (CEFET-BA), Assistente de Saneamento (EMBASA) N. e-mail: [Viviane.chagas@embasa.ba.gov.br](mailto:Viviane.chagas@embasa.ba.gov.br)

**RESUMO**

Este trabalho apresentou os resultados de eficiência e eficácia dos diversos métodos de desinfecção de efluentes domésticos operados nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) da Empresa Baiana de Saneamento ( EMBASA), utilizando-se para tal uma análise comparativa entre as técnicas existentes. Foram analisadas as técnicas de cloração, radiação UV e o sistema australiano de desinfecção, com ênfase nos custos e na efetividade da eliminação dos microorganismos patogênicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência - Eficácia - Desinfecção de Efluente Doméstico.

**INTRODUÇÃO**

O cenário atual de crise hídrica é segundo alguns autores uma questão muito mais gerencial do que de fato uma crise de escassez e estresse (Rogers, 2006). As principais causas da crise corroboram com a afirmação desses autores, são estes: uso irracional do recurso hídrico, crescimento desordenado da população e comprometimento dos mananciais pelos lançamentos de esgoto não tratados ou inadequadamente tratados. Salienta-se que o efluente doméstico adequadamente tratado consiste num potencial recurso de água , com interesse para diversos setores.

Seja para eliminação de microrganismos patogênicos, reduzindo as chances de contaminação por organismos causadores de doenças infectocontagiosas, para minimizar o desequilíbrio do ecossistema aquático e a contaminação de mananciais, ou para atender aos padrões de lançamento em corpos receptores, a desinfecção dos efluentes tratados é de grande importância. Com o tratamento adequado, o rio deixa de receber esgoto in natura, diminuindo significativamente a poluição dos cursos d'água.

Algumas técnicas de desinfecção implicam na utilização de substâncias químicas como o cloro, muito empregado nas águas para consumo humano e também no efluente tratado, no aproveitamento dos raios solares, uma fonte natural podendo ser aplicada em regiões com maior incidência solar e com poucos recursos financeiros além da desinfecção através da radiação ultravioleta (UV) que é emitida por lâmpadas especiais e tem um custo elevado.

**OBJETIVO**

Analisar comparativamente eficiência e eficácia das diferentes técnicas de desinfecção utilizadas nas estações de tratamento de esgoto (ETE) operadas pela EMBASA ,observando se os resultados são compatíveis com o tratamento selecionado e se atendem aos parâmetros exigidos em legislação.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram selecionadas três técnicas de desinfecção utilizadas em diferentes ETE's onde foram comparadas as vantagens e desvantagens, custos com operação e manutenção além da eficiência e eficácia da cloração, radiação UV e da lagoa de maturação.

O método mais conhecido na desinfecção de esgoto, e principalmente para abastecimento de água no Brasil é a cloração. Entre as vantagens dessa técnica, podem ser citadas a remoção da cor, do odor, além de ser um método de fácil manuseio e de baixo custo comparado a outras técnicas. A maior preocupação com o cloro é a formação de subprodutos organoclorados, como o trihalometano que surge da reação do cloro com a matéria orgânica, altamente nocivo a saúde humana, podendo ser cancerígeno (Borges, 2000).

A tabela 01 apresenta informações sobre o custo de implantação do sistema com cloro gás na ETE de Itacaré

**Tabela 01:** Custo investimento Cloro Gás

<b>CUSTOS DE INVESTIMENTO CLORO GÁS</b>	
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Implantação</b>	R\$ 99.064,88
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 99.064,88</b>

A radiação é a emissão de partículas ou energia em forma de ondas, na radiação ultravioleta a fonte primária é o sol, mas pode ser emitida por lâmpadas, por ser insenta de subprodutos tóxicos, é considerada uma alternativa viável se comparando a desinfecção química. Alguns fatores interferem na eficiência da irradiação UV como a turbidez da água, concentração de sólidos suspensos e microrganismos além do revestimento e envelhecimento da lâmpada. O método de desinfecção UV utilizado em uma das ETE's operadas pela Embasa é o de imersão, onde o efluente escoar por um canal no qual estão instaladas as lâmpadas de ultravioleta, o maior problema encontrado nessa técnica são os altos custos com a manutenção. (Di Bernardo, 1993)

A tabela 02 apresenta informações sobre implantação, manutenção e operação do sistema com radiação UV na ETE de Itacaré

**Tabela 02:** Custo investimento Radiação UV

<b>CUSTOS DE INVESTIMENTO RADIAÇÃO UV</b>	
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Implantação</b>	
<b>Assistência técnica</b>	R\$ 7.700,00
Aquisição de balastros	R\$ 27.172,80
Peças de reposição	R\$ 179.053,49
Peças de limpeza <b>automática</b>	R\$ 21.016,80
Aquisição de lâmpadas UV	R\$ 156.553,58
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 391.496,67</b>

O sistema australiano de desinfecção é uma alternativa econômica para a desinfecção de efluentes, o seu principal objetivo é a remoção de patogênicos. Segundo a literatura, as lagoas atingem uma excelente remoção de helmintos, cistos e ovos. Por ser mais rasa, existem diversos fatores que contribuem para sua eficiência, um dos mais importantes é a radiação solar que tem efeito direto e indireto. O aumento do número de algas, conforme a intensidade de luz contribui indiretamente para a diminuição de bactérias, enquanto que a produção de formas tóxicas de oxigênio, causadas pela absorção de luz solar por substâncias encontradas no esgoto, contribui de forma direta para eliminação de coliformes (Sperling, 2006).

A tabela 03 apresenta informações sobre o custo de implantação do sistema com Lagoa de Maturação

**Tabela 03:** Custo investimento Lagoa de Maturação

CUSTOS DE INVESTIMENTO	
DESCRIÇÃO	VALOR
Implantação	R\$
TOTAL	R\$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A desinfecção de esgotos segundo SPERING (2005), não visa a total eliminação de microrganismos (esterilização), como acontece na medicina e na indústria de alimentos. Desinfetar esgotos é uma prática que busca inativar seletivamente espécies de organismos presentes no esgoto sanitário, em especial os que oferecem riscos à saúde humana. Existem vários mecanismos envolvidos na desinfecção dos organismos patogênicos, que segundo DANIEL (2001) consistem em:

- Destruir ou danificar estruturas celulares, impedindo o desenvolvimento do organismo;
- Alteração de importantes compostos envolvidos no catabolismo e alteração dos processos de síntese e crescimento celular.

Existem processos naturais de desinfecção e processos artificiais. A lagoa de estabilização consiste num sistema natural também chamadas de Sistema Australiano. São lagoas de pequenas profundidades, onde a penetração de radiação solar ultravioleta e condições ambientais desfavoráveis causam uma elevada mortalidade de bactérias e vírus (Sperling, 2005). Ainda segundo o mesmo autor, não necessitam de produtos químicos ou energia, com eficiência de 99,99% na eliminação de patógenos e com a desvantagem de precisar de grandes áreas e depender do clima local.

A cloração é o mais utilizado dos métodos artificiais. É uma tecnologia mundialmente reconhecida, aplicada nas formas gasosas (cloro gás), na forma líquida (hipoclorito), ou sólida (pastilhas de cloro). É um método eficaz, porém com geração de subprodutos tóxicos como o trihalometanos. Que segundo a literatura podem estar associados a inibição enzimática e danificação de material genético SPERING (2005). O cloro é eficaz, porém o que se percebe é a eficiência média já que são necessárias altas dosagens, o que encarece o processo.

Existe por parte da Embasa uma grande preocupação com a geração desses compostos tóxicos e muitas de suas unidades tem adotado tratamentos menos poluentes, como a lagoa de maturação e as lâmpadas de ultravioleta. A utilização da radiação ultravioleta (UV), tem se mostrado muito competitiva frente a cloração, segundo DI BERNARDO (1993) essa vantagem vem exatamente por causa da não geração de resíduos organoclorados e trihalometanos. A eficiência desse processo, segundo SPERING (2005) depende das características do efluente e das características dos colóides presentes no esgoto e da intensidade da radiação e o tempo de aplicação e exposição dos microrganismos ao reator. O sistema é composto por lâmpadas de mercúrio, equipamentos de acionamento e reator. Apresenta bom efeito bactericida e virucida e diferente da lagoa de estabilização, apresenta pouco efeito sobre helmintos e protozoários. Verificar custos envolvidos no processo em tabela 04.

**Tabela 04:** Custos de investimento de construção e operação

	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO	ENERGIA	TOTAL
LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	R\$ 30,00	R\$ 2,50	R\$ 0,00	R\$ 32,50
UV	R\$ 62,00		R\$ 0,55	
CLORO GÁS	R\$ 6,00	R\$ 3,05	R\$ 0,05	R\$ 9,10

## CONCLUSÃO

Percebe-se na literatura, que há grandes benefícios em todos os métodos de desinfecção utilizados, todos apresentam boa eficiência na remoção de bactérias e muitos patógenos. Porém, em tempos de problemáticas diversas, tanto do ponto de vista da saúde humana quanto da vida aquática dos corpos receptores, é importante buscar tratamentos mais limpos. Todos apresentam vantagens e desvantagens e cabe aos envolvidos no processo equilibrarem esses 4 pilares: CUSTO X BENEFÍCIO X PROTEÇÃO AOS CORPOS RECEPTORES X SAÚDE HUMANA.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, J.T.; GUIMARÃES, J.R. A cloração e o residual de cloro na água – uma abordagem polêmica. ABES, 2000.
- DANIEL, L. A. (2001). Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. Rio de Janeiro, ABES, 155p.
- DI BERNARDO L. Métodos e técnicas de tratamento de água. In: Radiação ultravioleta VII. Rio de Janeiro: Abes, 1993. p. 486-498. cap. 4, Desinfecção.
- GIESE, N.; DARBY, J. Sensitivity of organisms to diferent wavelengths of uv light: Implications on modeling of medium pressure uv systems. **Water Research**, v. 34, n. 16, 2000.