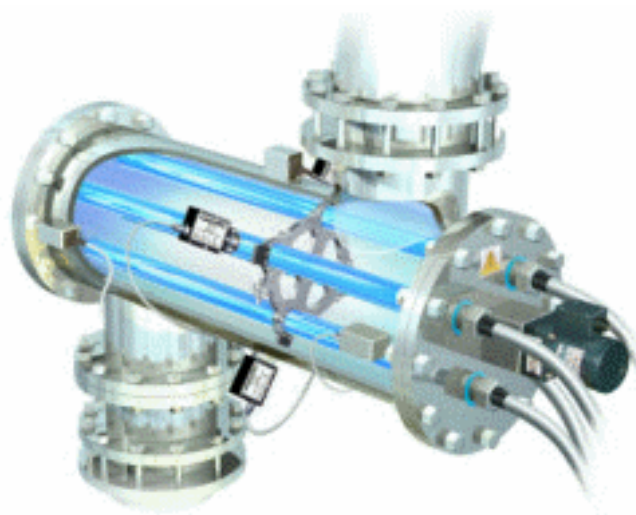


TRATAMENTO ÁGUAS

ULTRAVIOLETA



AquaAmbiente – 2004

Índice

1. Introdução	3
2. Aplicação.....	4
3. Desinfecção	5
3.1 Tipos de Lâmpadas	8
3.1.1 Lâmpadas de Baixa Pressão	8
3.1.1.1 Baixa Pressão	8
3.1.1.2 Amálgama	9
3.1.2 Lâmpadas de Média Pressão	9
4. Dimensionamento	10
5. Equipamento de UV	11
6. Vantagens/ Inconvenientes.....	12
7. Esquema de instalação	13

1. Introdução



A água proveniente dos lagos, rios, riachos e lagoas pode parecer limpa e não apresentar odor ou sabor indesejáveis. Contudo, infelizmente, os organismos patogénicos encontrados na água são não só perigosos como também imperceptíveis a olho nu e podem não conferir odor ou sabor à água. Estas bactérias, vírus e protozoários podem causar náuseas e estados febris ou podem mesmo ocasionar doenças mais graves, como por exemplo diarreia agravada, hepatite ou febre tifóide. Águas provenientes de rios e lagoas deverá ser sempre desinfectada antes de ser utilizada para beber ou cozinhar.

A desinfecção é considerada um mecanismo para a inactivação/destruição de organismos patogénicos de modo a prevenir o alastramento de doenças presentes na água para os seus utilizadores e para o meio ambiente.

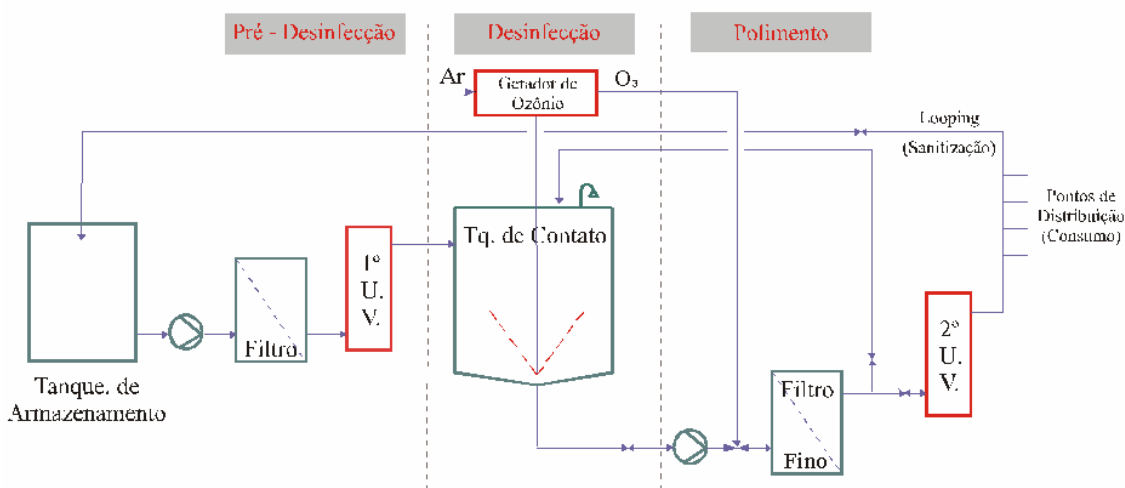


Figura 1 – Exemplo de desinfecção de água de processo para uso na indústria farmacêutica.

ULTRAVIOLETA

2. Aplicação

A desinfecção da água por Ultravioleta é utilizada nos seguintes casos:

- No tratamento da água (ultra pura) para a indústria electrónica e de semicondutores, e similares.
- Indústria farmacêutica, por exemplo, que requer padrões exigentes para aplicações clínicas e a medida de controlo de qualidade na produção de medicamentos.
- Medidas de controlo de qualidade nas cervejeiras e nos fabricantes de bebidas macias de modo a impedir danos provocados por bactérias.
- Açúcares líquidos.
- Produção alimentar na parte da produção que envolve utilização de água.
- Água para beber, desde sistemas à escala doméstica até sistemas de abastecimento de grandes comunidades.
- Nas máquinas de venda, de modo a prevenir o crescimento bacteriano nas máquinas da bebida ou nos tanques de arrefecimento da água armazenada.
- Água de lavagem, por exemplo na lavagem preliminar dos vegetais que vão ser posteriormente empacotados e esquemas de irrigação em hotéis e campos de golfe.
- Água de aquecimento, de modo a minimizar o risco de infecção por legionella.
- Aquários, para controlar as algas.
- Pisciculturas, para proteger as larvas de peixe de doenças, para desinfectar a água de entrada e o efluente das fábricas.

ULTRAVIOLETA**3. Desinfecção**

É a porção do espectro electromagnético que vai desde os Raios – X até ao limite do espectro visível. Possui comprimentos de onda compreendidos entre os 100 e 400nm.

O espectro divide-se em:

- UV – A: **315 e 400 nm**
Provoca o “bronzado solar” na pele humana.
- UV – B: **280 e 315 nm**
Causa “queimaduras solares”
- UV – C: **200 e 280 nm**
É absorvido pelo DNA e pode causar cancro e mutações.
É a gama mais efectiva para a inactivação de vírus e bactérias.
- UV – V (de vazio): **100 e 200 nm**
É fortemente absorvido pela água e ar, e só pode transmitir-se em vazio.

O sistema de desinfecção por Ultravioleta (UV) transfere energia electromagnética de uma lâmpada de arco de mercúrio para um organismo de material genético (DNA e RNA). Quando a radiação UV penetra a parede celular de um organismo destrói a capacidade reprodutora da célula, ou seja, a radiação UV, gerada por descarga eléctrica no vapor de mercúrio, penetra no material genético dos microorganismos e retarda a sua capacidade para se reproduzir.



Figura 2 – Ilustração de uma lâmpada de arco de UV.

Assim, quando uma célula é submetida a UV germicida, ocorre o seguinte processo:

- A radiação UV penetra na parede celular.
- A energia dos fótons da radiação é absorvida pelas proteínas e pelo DNA da célula.
- A luz UV danifica a estrutura proteica.
- O DNA sofre uma alteração química. Pode dizer-se que quando o DNA sofre divisão celular não pode reproduzir-se, produzindo a sua morte.
- Os organismos, incapazes de metabolizar e reproduzir-se não podem causar doenças.

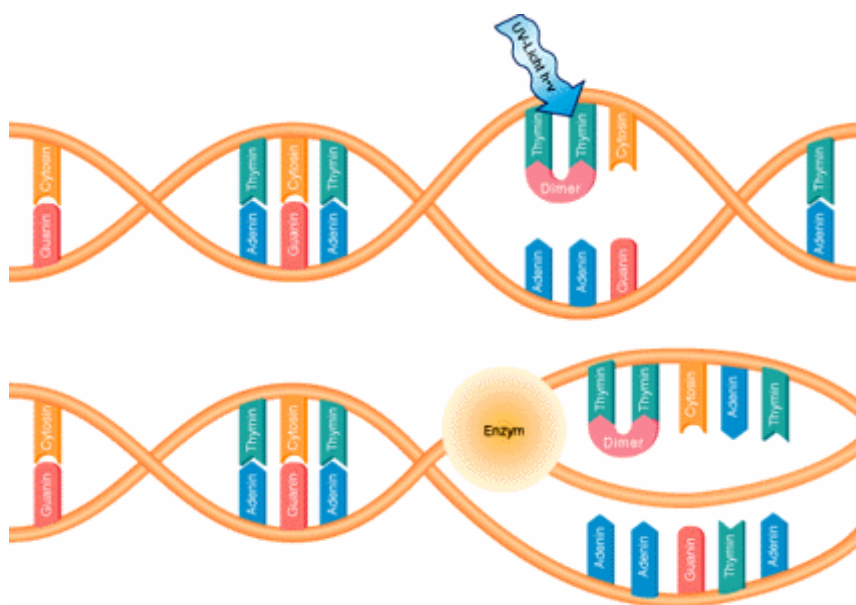


Figura 3 – Acção da radiação UV no DNA.

A eficiência de um sistema de desinfecção por UV depende das características da água a tratar, da intensidade da radiação UV, o tempo de contacto dos microorganismos à radiação UV, etc. A eficiência de desinfecção está em torno de 99,99%.

ULTRAVIOLETA

Os componentes principais de um sistema de UV são: lâmpada de mercúrio, um reactor e um quadro de controlo. A origem da radiação UV é lâmpada de arco de mercúrio de baixa e média pressão com baixa ou alta intensidade.

O comprimento de onda óptimo que conduz a uma eficaz inactivação dos microorganismos encontra-se no intervalo de 250 a 270 nm. A intensidade da radiação emitida pela lâmpada dissipa-se à medida que a distância à lâmpada aumenta.

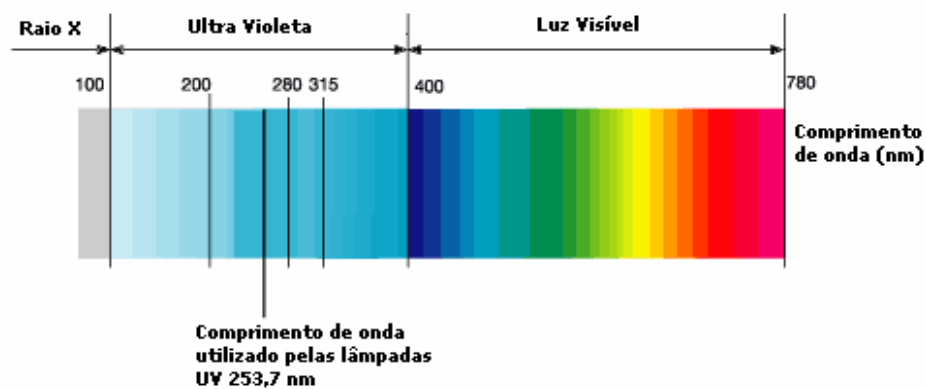


Figura 4 – Localização no espectro a gama de UV.

3.1 Tipos de Lâmpadas

As lâmpadas de UV podem classificar-se em dois tipos:

- **Baixa Pressão (monocromáticas)**
 - Lâmpadas de baixa pressão;
 - Lâmpadas de amálgama.

- **Média Pressão (policromáticas)**

3.1.1 Lâmpadas de Baixa Pressão

As lâmpadas de baixa pressão emitem essencialmente radiação monocromática a um comprimento de onda de 253,7nm.

3.1.1.1 Baixa Pressão

Este tipo de lâmpadas é o mais comum. Estas Lâmpadas possuem um tubo de quartzo e dois filamentos de tungsténio e contém 60 mg de mercúrio a 10 Torr, aproximadamente.

Apresentam uma eficácia de 25 a 30%, aproximadamente, dependendo da temperatura da água, e uma vida útil de 8.000h, aproximadamente, consoante o número de vezes que se apaga e acende a lâmpada.

ULTRAVIOLETA

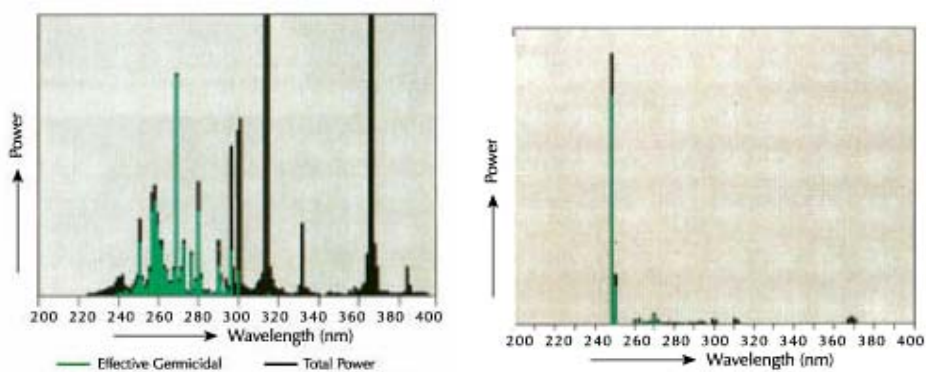
3.1.1.2 Amálgama

Estas lâmpadas são também lâmpadas monocromáticas: desenvolvidas recentemente para resolver os problemas associados às lâmpadas de baixa pressão. No entanto, necessitam de mais tempo para alcançar o máximo rendimento. Estas lâmpadas contém mais de 120mg de mercúrio em cada lâmpada, aproximadamente (amálgama de mercúrio) e uma eficácia superior a 35%. A sua vida útil aproximada é de 10.000h, normalmente inferior a este valor devido a rupturas dos filamentos e a depósitos de óxidos de mercúrio que provoca dificuldade na dissipação de calor.

3.1.2 Lâmpadas de Média Pressão

As lâmpadas de média pressão têm uma saída espectral que vai desde os 200 nm até comprimentos de onda próximos do espectro visível. Estas contém cerca de 300 mg de mercúrio a 1000 Torr.

As lâmpadas de média pressão têm aproximadamente uma capacidade germicida 15 a 20 vezes mais intensa. A lâmpada de média pressão desinfecta mais rapidamente e tem uma maior capacidade de furar a membrana das células uma vez que é mais intensa. Tal facto é ilustrado nas figuras 5 e 6. Contudo, estas lâmpadas operam a elevadas temperaturas – a superfície da lâmpada é normal que alcance os 800°C – com um elevado consumo de energia.



Figuras 5 e 6 – Curvas de distribuição dos espectros das lâmpadas de mercúrio de média pressão e baixa pressão, respectivamente.



4. Dimensionamento

Os parâmetros a ter em conta aquando do dimensionamento de um sistema de UV são:

➤ Tempo de Exposição

O tempo de exposição deverá ser de 1 a 2 segundos.

➤ Energia emitida (mJ/cm²)

Normalmente os equipamentos UV dimensionam-se para proporcionar uma dose de UV entre 25 e 30 mJ/cm², dose esta que é suficiente para destruir 99,9% da maioria dos microorganismos presentes na água.

Tabela 1 – Dose de radiação UV a 253,7nm requerida para um índice de mortalidade de 99,9%.

Bactérias	Dose (mJ/cm ²)
<i>Escherichia coli</i>	7,0
<i>Salmonela enteridis</i>	7,6
<i>Streptococcus lactis</i>	8,8
<i>Pseudomonas aureginosa</i>	10,5
<i>Staphilococcus aureus</i>	7,0

Se for necessário aumentar a dosagem de UV bastará reduzir o caudal de recirculação.

A dose de radiação UV a aplicar-se num micrororganismo é dada pela seguinte expressão:

$$H = E \times T$$

onde,

H – Dose de radiação UV, mJ/cm²;

E – Intensidade, mJ/cm².seg;

T – Tempo de exposição, seg.

ULTRAVIOLETA

5. Equipamento de UV

Os equipamentos de UV diferenciam-se basicamente pelo tipo de lâmpadas UV e pelo caudal a tratar, apresentando as seguintes características básicas:

- **Câmara de Irradiação:** Onde se submete à radiação UV o fluxo de água que circula (regime turbulento). Normalmente são de PE ou aço AISI 316L (interior aço Inox polido espelho, aumenta a “eficácia” entre 20 a 30% aproximadamente).
 O diâmetro depende do caudal e n.º de lâmpadas.
- **Capas Isotérmicas de quartzo puro:** De modo a proteger as lâmpadas UV e dissipar o calor gerado pela lâmpada.
- **Geradores (Lâmpadas UV):** Situados no interior dos tubos de quartzo. Podem ser de baixa ou média pressão.



Figura 7 – Ilustração de diversas disposições das lâmpadas de radiação.

- **Quadro de controlo:** Constituído por diferentes pilotos e contador horário.
- **Célula fotoelétrica para UV:** Mede em contínuo a dose de radiação recebida pela água. Permite detectar sujidade da capa de quartzo, envelhecimento das lâmpadas e turvação da água a tratar.
- **Programador Digital.**
- **Sistema de limpeza manual (Wipper-System):** Permite realizar a limpeza dos tubos de quartzo sem ter que desmontar o equipamento e/ou parar a instalação.

6. Vantagens/ Inconvenientes

No que respeita a vantagens e inconvenientes na aplicação da técnica de UV verifica-se:

Vantagens	Inconvenientes
Elimina vírus, bactérias, algas e seus esporos: é efectivo contra qualquer tipo de microrganismos, incluindo os <i>Cryptosporidium parvum</i> e <i>Giardia</i> (muito resistentes ao cloro).	Interage com os produtos halogenados: <i>Destrói o cloro.</i> Diminui drasticamente a sua eficácia ao aumentar a turvação da água.
Destrói as Cloraminas (fotólise) e reduz os Trihalometanos (THM's). Os microrganismos são incapazes de desenvolver um mecanismo de imunidade: <i>A diferença dos desinfectantes halogenados.</i>	A desinfecção por UV, não substitui completamente o cloro ou um desinfectante com efeito residual: Mas <i>permite uma redução importante da sua dose. P.e.: de 1,5–2 ppm cloro livre a 0,5–0,8 ppm cloro residual livre.</i>
Trata-se TODO o caudal de recirculação.	Precisa dosagem de floculante em contínuo
Não requer uma manutenção diária	
Mínimo espaço requerido: <i>Pode instalar-se facilmente nas piscinas já construídas</i>	
Escassa inversão: <i>Em comparação com instalações de Ozono.</i>	
Manutenção económica: <i>Só consome corrente e troca de lâmpadas UV.</i>	
Não confere nem odor nem sabor à água. Não varia o pH.	
Oxidação Avançada: Produção de radicais hidroxilo ($\cdot\text{OH}$) que oxida certas uniões (rupturas fotoquímicas).	

7. Esquema de instalação

Em seguida apresenta-se um esquema geral de tratamento de água em que se aplica UV.

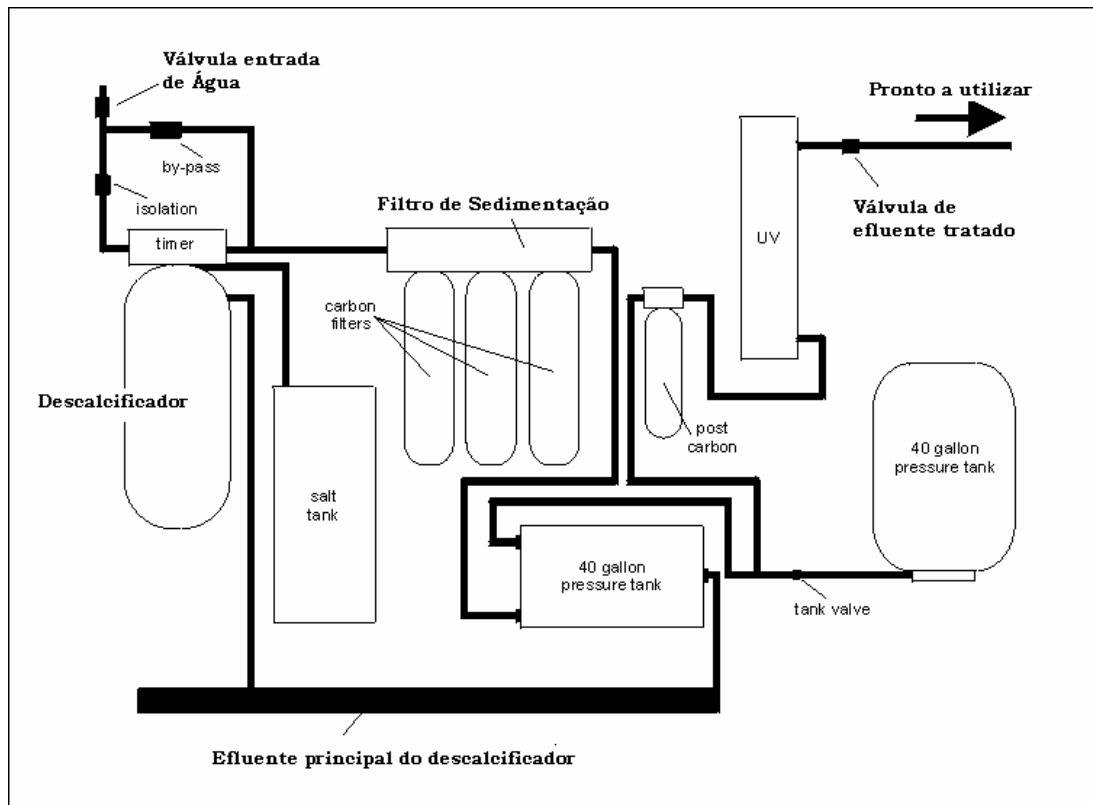


Figura 8 – Ilustração de tratamento de água onde se inclui um sistema de UV.