

# Sistemas de Desinfecção de Água

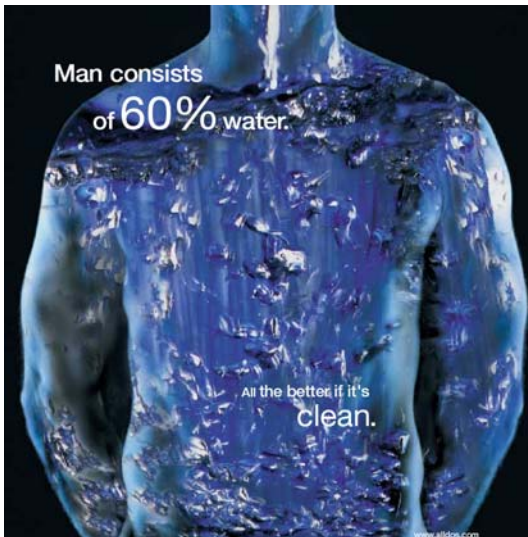
Élio Nuno Ribeiro

Gestor de Produto "Dosing & Desinfection"

## 1. Introdução

A água, um recurso vital para o nosso organismo, está constantemente ameaçada por contaminação microbiológica. A sua potabilidade e as formas de a tornar própria para consumo são cada vez mais importantes.

Apesar dos países em vias de desenvolvimento serem



mais afectados pelas doenças causadas pela contaminação microbiológica da água, devido à falta de infra-estruturas de abastecimento de água, nos países desenvolvidos também ocorrem problemas deste tipo. Por exemplo, o número de mortes por doenças diarreicas na Europa é de 3 % e em Africa é de 12,4 % (Solsona e Mendez, 2003).

De acordo com a EFSA (2009) oito estados membros da EU (Dinamarca, Finlândia, Holanda, Polónia, Eslováquia, Espanha e Suécia) reportaram 17 surtos de doenças provocadas por contaminação de água, envolvendo 10912 casos humanos com 232 hospitalizações.

Para além da protecção dos recursos hídricos, a desinfecção é o método mais eficiente para a protecção da saúde humana das doenças provocadas por microrganismos patogénicos presentes na água.

## 2. Definição de Desinfecção

Apesar de ser frequentemente utilizada no dia-a-dia o significado de desinfecção nem sempre é bem claro.

Desinfecção é um processo que leva à redução de microrganismos patogénicos para concentrações que não infectam o ser humano (i.e. só podem restar 10 microrganismos por cada 1.000.000 existente).

Muitas vezes confunde-se desinfecção com esterilização que é a eliminação total de microrganismos patogénicos presentes num determinado meio (água, superfície, etc.), ou seja só pode restar 1 microrganismos por cada 1.000.000 existente.

## 3. Métodos de Desinfecção

Existem vários métodos de desinfecção que são divididos em métodos físicos e químicos. Na tabela seguinte estão mencionados os principais métodos aprovados para a desinfecção de água.

### Desinfectantes Químicos Aprovados:

Cloro (Cloro Gás, Soluções de Hipoclorito, Dióxido de cloro)

### Outras Substâncias Biocidas:

Halogénios: Bromo, Iodo

Metais: Cobre, Prata

Permanganato de potássio,

Peróxido de Hidrogénio

### Métodos Físicos Aprovados:

Radiação Ultravioleta

Tratamento Térmico

### Outros Processos:

Radiação Ionizante (raios gama, feixe de electrões)

Electrolise

Para ser utilizado como desinfetante uma substância/processo tem que ter algumas características, das quais se destacam as seguintes:

- Largo e rápido efeito biocida – Largo espectro de utilização
- Baixas concentração de aplicação.
- Efectividade, mesmo a baixas temperaturas.
- Baixa Toxicidade.
- Alta sustentabilidade - não corrosivo.
- Não influenciável por substâncias orgânicas e inorgânicas.
- Barato
- De fácil manuseamento.

### 3.1. Cloro

O cloro (Cl<sub>2</sub>) é o desinfetante mais utilizado para a desinfecção de água para consumo humano. O nome Cloro deriva da palavra grega “chloros”, que significa verde. É em condições normais um gás esverdeado, com um cheiro forte que irrita as mucosas.

As principais características são:

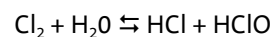
- Massa Atómica: 35.457
  - Peso Molecular Cl<sub>2</sub> : 0.941
  - Cor: Amarelo – verde
  - Densidade (liquido): 1.57 g/cm<sup>3</sup> at -34.05 °C
  - Densidade (gás): 3.214 g/l a 0 °C, 1 bar
  - Gravidade específica: 2.486 (Grav. Esp. ar = 1)
  - Ponto de Ebulição: -34.05 °C (1 bar)
  - Ponto de Fusão: -100.98 °C
  - Calor de evaporação: 269 kJ/kg (at 0 °C)
  - Solubilidade em Água: max. 10 g/l
  - TLV 1.5 mg/m<sup>3</sup> (0.5 Vol -ppm)
- 1 l Cloro líquido a 0 °C corresponde a 457 l (0.457 m<sup>3</sup>) Cloro gás.

O poder desinfetante ou oxidante provem de ser altamente reactivo e rapidamente matar germes e neutralizar substâncias tóxicas.

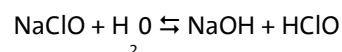
O cloro oxida irreversivelmente os componentes das células (estruturas, proteínas, enzimas, DNA).

#### 3.1.1. Reacções do Cloro em Água

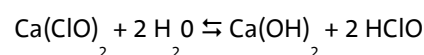
Adicionado à água o **cloro gás** reage de acordo com a seguinte reacção:



Com **Hipoclorito de sódio** a reacção é a seguinte:

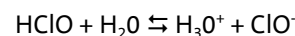


Com **Hipoclorito de cálcio** a reacção é a seguinte:



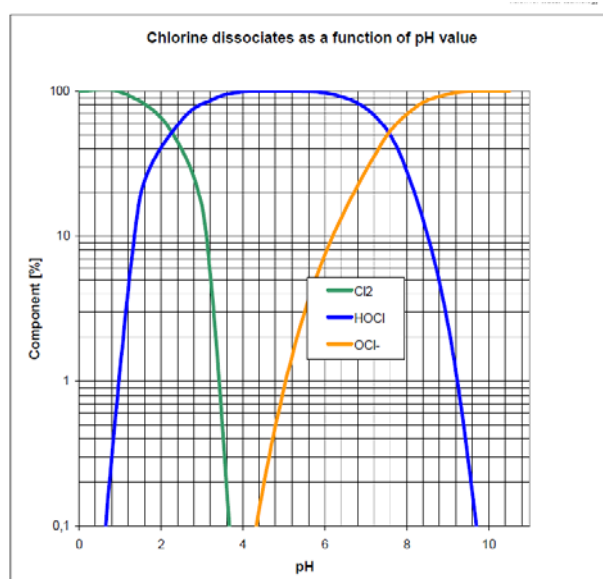
De todas as reacções com os diferentes tipos de cloro verificamos que todas elas produzem um produto igual, o ácido hipocloroso (HClO) que é o verdadeiro responsável pela desinfecção da água.

A efectividade da desinfecção com cloro tem uma forte dependência do pH. Em solução aquosa o ácido hipocloroso dissocia-se de acordo com a seguinte fórmula:



Assim sendo, de acordo com o valor de pH, vamos ter mais ou menos ácido hipocloroso em solução.

No gráfico seguinte, vemos a variação das diferentes substâncias em função do pH da água.



### 3.1.2. Vantagens do Uso de Cloro

O uso de cloro como desinfectante tem as seguintes vantagens:

- Oxida o ferro solúvel, o manganês e os sulfuretos;
- Aumenta a remoção de cor;
- Aumenta a remoção de sabor e cheiro;
- Pode melhorar a remoção de partículas na coagulação e filtração;
- É um germicida eficaz;
- **Método mais simples e económico de desinfecção;**
- Disponível como Hipoclorito de sódio ou de cálcio;
- Assegura a presença de residuais.

### 3.1.3. Desvantagens do Uso de Cloro

A utilização do cloro como desinfectante tem as seguintes desvantagens:

- Forma subprodutos halogenados - Trihalometanos (TMH);
- A água tratada pode ter problemas de sabor e cheiro;
- É perigoso e corrosivo;
- Requer equipamento de contenção e neutralização de fugas (para cloro gás);
- Os hipocloritos de sódio e de cálcio são mais dispendiosos do que o cloro gás;
- É menos eficaz a pH elevado;
- Forma subprodutos oxigenados que são biodegradáveis e que podem originar crescimento biológico se o residual de cloro não for mantido;

## 3.2. Dióxido de Cloro

O dióxido de Cloro (ClO<sub>2</sub>) é um gás que não pode ser armazenado, dilui-se facilmente em água e as soluções aquosas têm uma cor esverdeada (cor de laranja em concentrações elevadas).

As principais características são:

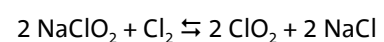
- Peso Molecular ClO<sub>2</sub> 67.5
- Gás instável, não armazenável → Tem que ser produzido no local (estação de tratamento de água)
- Solubilidade em água: 30 g/
- Poder de Desinfecção: Muito Bom (2.5 vezes melhor que cloro gás)

A concentração de injeção é de cerca de 0,5 mg/l, sendo a concentração residual de 0,1 – 0,2 mg/l.

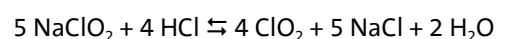
O ClO<sub>2</sub> é produzido por um gerador a partir de clorito de sódio (NaClO<sub>2</sub>) de acordo com os seguintes métodos/reacções:



#### Método do Cloro:



#### Método do Ácido:



### 3.2.1. Vantagens do Uso de Dióxido de Cloro

A utilização do dióxido cloro como desinfectante tem as seguintes vantagens:

- Gama de aplicação extensa – pH 5 – 10
- Não deixa cheiro e sabor na água

- Não forma compostos clorados
  - Formação de THM's limitada
  - Não forma Clorofenóis
  - Não forma compostos azotados (AOX)
  - Não reage com a Amónia.
- Remove biofilme e bactérias presentes no biofilme
- Precipita ferro e manganês

### **3.2.2. Desvantagens do Uso de Dióxido de Cloro**

A utilização do dióxido cloro como desinfectante tem as seguintes desvantagens:

- O custo do Clorito de Sódio é elevado;
- O gás dióxido de cloro é explosivo, tendo que ser gerado no local;
- Decompõe-se com luz;
- Origina subprodutos específicos: clorito e clorato;
- Custos associados às determinações laboratoriais de clorito e clorato economicamente desfavoráveis;