

TRATAMENTO

ÁGUAS POTÁVEIS



AquaAmbiente – 2004

Índice

1. Introdução	3
2. Os Diversos Tipos de Água	4
2.1. DETERMINAÇÃO DA TENDÊNCIA DE UMA ÁGUA	8
2.1.1. Índice de Langelier	9
2.1.2. Índice de Ryznar	13
3. A necessidade do Tratamento de Água	15
3.1. PROBLEMAS MICROBIOLÓGICOS E/OU ORGÂNICOS	15
3.2. MATERIAIS EM SUSPENSÃO E/OU DISSOLVIDOS.....	16
3.3. PROBLEMAS NAS CANALIZAÇÕES E EQUIPAMENTOS	17
4. Soluções para os Problemas da Água.....	21
4.1. DESINFECÇÃO.....	21
4.2. CORRECÇÃO DE PH	22
4.3. CLARIFICAÇÃO.....	24
4.4. AREJAMENTO.....	24
4.5. ADSORÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUE CONFEREM GOSTO E SABOR.....	24
4.6. OUTROS TRATAMENTOS.....	25
4.7. TRATAMENTOS ANTI-CORROSIVOS/ INCRUSTANTES.....	26
5. Nota Final.....	31
6. Bibliografia	32

1. Introdução

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, cerca de 60% da população mundial tem um precário abastecimento de água, e aproximadamente 80% das doenças do Terceiro Mundo podem ser atribuídas ao consumo de água contaminada. Em 1977 a Conferência das Nações Unidas declarou os anos oitenta como a "década do abastecimento de água e saúde". O objectivo era fornecer a todas as pessoas água potável para beber.



No nosso planeta há água pura suficiente para abastecer todos os habitantes. No entanto, devido a factores geográficos e climáticos, este abastecimento não é possível.

As águas naturais podem ser classificadas como meteóricas, superficiais ou subterrâneas, e as impurezas presentes na mesma variam devido a natureza do solo, das condições climáticas, origem e grau de poluição.

2. Os Diversos Tipos de Água

Não há na natureza algo a que possamos chamar "água pura"; a presença de gases dissolvidos, compostos orgânicos e inorgânicos, e partículas em suspensão é inevitável. A água é também o habitat natural de microorganismos, micróbios e plantas aquáticas. Na água estão ainda presentes substâncias corrosivas ou incrustantes, como os sais de cálcio e magnésio e os compostos de ferro e manganês. Todos estes elementos presentes na água estabelecem as características da mesma, que variam e devem ser estudadas caso a caso.

Tendo em conta o que foi dito atrás é de extrema importância perceber o significado dos parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos de uma água, de forma a se saber interpretar os seus problemas e as suas características, tendo em vista a sua correcta utilização.

A) Parâmetros Organolépticos

Os parâmetros organolépticos são a cor, turvação, cheiro e sabor. São normalmente devidos à de determinados constituintes da água, como o ferro, manganês, matéria orgânica, cálcio, cloretos, cloro, materiais em suspensão, etc.

Como é óbvio uma água que apresente cor, turvação, cheiro ou sabor, nunca poderá ser considerada uma água de boa qualidade, devendo ser sujeita a tratamento específico.

B) Parâmetros Físico-Químicos

☞ **Ferro** – O ferro é encontrado nas águas sob a forma de bicarbonato ferroso. A sua concentração varia de acordo com a região. Tende a formar depósitos sobre superfícies metálicas. A porosidade apresentada pelos depósitos de ferro facilita o acúmulo de substâncias corrosivas sob esta camada, criando um ambiente propício à corrosão. O ferro pode ser

removido das águas por arejamento, cloração, abrandamento com cal sodada, desmineralização ou evaporação;

- ✎ **Dureza Total** – A dureza de uma água é proporcional à concentração de sais de cálcio e magnésio. A dureza total duma água deve-se a bicarbonatos (HCO_3^-), sulfatos (SO_4^-), cloretos (Cl^-) e nitratos (NO_3^-). O cálcio e o magnésio são vitais para o organismo humano, na sua estrutura óssea e circulação coronária. Por esta razão, águas com baixas quantidades destes elementos quando consumidas perantemente, colocam problemas para a saúde pública. Pelo contrário, elevados teores, levam à formação de calcário nas canalizações e equipamentos. Os sais presentes na água podem ser removidos por abrandamento, desmineralização ou evaporação;

- ✎ **pH** – É devido a diversos factores, como a natureza e quantidade dos sais e gases dissolvidos, a formação geológica do solo que atravessa e o tipo de poluição a que está sujeita. O pH é o principal responsável pelas características agressiva ou incrustante que a água apresente: uma água ácida é normalmente agressiva, atacando as canalizações; uma água alcalina é normalmente incrustante, depositando calcário nas canalizações.

- ✎ **Condutividade/ Total de sais dissolvidos (TDS)** – Estes parâmetros devem-se fundamentalmente ao tipo de solo que a água atravessa, e traduzem a quantidade de materiais que a água dissolveu na passagem pelo mesmo. Encontram-se numa concentração que varia de 50 a 500 ppm. Quanto maiores forem os seus valores, maior será o carácter mineral de uma água, e conseqüentemente o seu gosto. O valor de sólidos totais dissolvidos na água é determinado analiticamente. A remoção deste constituinte na água pode ser feita por desmineralização ou por evaporação.

- ✎ **Alcalinidade Total** – A alcalinidade total geralmente é devida aos bicarbonatos de cálcio, magnésio e sódio. A alcalinidade pode ser controlada pelo processo de desmineralização, etc;
- ✎ **Sulfatos** – Surgem nas águas como sulfatos de cálcio, sódio e magnésio. Podem ser removidos por abrandamento, desmineralização ou a evaporação;
- ✎ **Sílica** – A sílica é um constituinte presente em todas as águas naturais. Para a sua remoção aplica-se a desmineralização ou evaporação;
- ✎ **Cloretos** – Encontram-se presentes nas águas brutas como cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Na água do mar a sua concentração pode chegar a 25.000 ppm. Os cloretos são removidos por evaporação ou desmineralização;
- ✎ **Fosfatos:** O seu teor na água provém do doseamento de produtos químicos para o tratamento de água à base de fosfatos. A adição destes leva à formação de uma camada de fosfato de cálcio e ferro na superfície metálica das tubagens, que impede o processo de corrosão e a formação de incrustações. Este não apresenta, a não ser em quantidades excessivamente elevadas, qualquer problema para a saúde pública, sendo até imprescindível para o correcto funcionamento do organismo humano.
- ✎ **Dióxido de Carbono** – Encontra-se dissolvido nas águas brutas, numa concentração de 2 a 15 ppm. O CO₂ pode ser removido por desarejamento ou desmineralização;
- ✎ **Oxigénio Dissolvido** – O oxigénio está presente na água sob a forma de O₂ e sua concentração pode atingir até 10 ppm. A remoção de O₂ se dá pelo processo de desarejamento;

- ✎ **Amoníaco** – O amoníaco apresenta-se dissolvido nas águas brutas numa concentração que pode atingir 20 ppm. Pode ser encontrado na forma de compostos orgânicos. Na presença de oxigénio dissolvido atua como um agente de corrosão. Em altas concentrações ataca o cobre e suas ligas mesmo sem a presença de O₂. O amoníaco é removido das águas por cloração, desmineralização ou desarejamento. Sua presença numa água bruta indica poluição ambiental;
- ✎ **Manganês** – A presença de manganês na água bruta pode acarretar os mesmos problemas referenciados para o ferro. Surge na forma de bicarbonatos numa concentração de até 5 ppm. Pode ser removido por precipitação durante o processo cal soda, desmineralização ou evaporação;

C) Parâmetros Microbiológicos

Os tipos de microorganismos existentes na água são de variadíssimas espécies, e por isso mais ou menos nocivos para o organismo humano. A sua proveniência é também variada (matéria orgânica em decomposição, contaminação por esgotos urbanos, etc), e, de uma forma geral, sempre que há condições para os mesmos se reproduzirem (luz, ar, matéria orgânica, etc) eles estão presentes.

As bactérias podem ser classificadas de várias maneiras:

1. Quanto à forma:
 - Bacilos alongados;
 - Cocas redondas.
2. Quanto às características tintoriais (por coloração de Cram):
 - gram positivas (coram de roxo);
 - gram negativas (coram de vermelho).

3. Quanto às exigências metabólicas em relação ao oxigênio:

- Aeróbicas;
- Anaeróbicas;
- Anaeróbicas facultativas.

A formação geológica dos solos e a poluição são os factores determinantes na qualidade da água. Desta forma, as águas superficiais apresentam características e problemas diferentes das águas subterrâneas. Enquanto que as primeiras apresentam normalmente elevado material em suspensão (turvação), carga orgânica, e baixo teor de sais dissolvidos, as últimas tendem a ser duras (em solos calcáreos) ou ácidas (em solos graníticos), a apresentarem-se limpidas (pois são filtradas pelas camadas terrestres), e possuírem alguns elementos químicos dissolvidos que podem ser mais ou menos nocivos.

A presença de contaminantes químicos, como os nitratos, detergentes ou metais pesados, é sobretudo função da actividade agrícola ou industrial existente nas proximidades.

2.1. DETERMINAÇÃO DA TENDÊNCIA DE UMA ÁGUA

Como foi dito anteriormente, de forma a escolher o tratamento de água mais indicado para cada situação, é muito importante conhecer as características da água de refrigeração. Uma das mais importantes é a sua tendência corrosiva/incrustante que determina se serão de prever corrosões

ou formação de incrustações no sistema. Esta tendência pode ser avaliada pelos índices de Langelier (LSI) e Ryznar (IR), entre outros.

2.1.1. Índice de Langelier

Para se poder determinar este índice são necessários valores de: Temperatura, pH, dureza e alcalinidade total (bicarbonatos em águas naturais).

O índice de Langelier é expresso por:

$$LSI = pH_A - pH_s$$

Onde, $\left\{ \begin{array}{l} pH_A: \text{pH da água de refrigeração} \\ \\ pH_s: \text{pH de saturação} \end{array} \right.$

Por sua vez, o pH de saturação pode ser obtido graficamente ou analiticamente a partir da seguinte expressão:

$$pH_s = 9.3 + A + B - C - D$$

A, B, C e D dependem respectivamente do teor de sólidos totais dissolvidos, da temperatura, do teor de cálcio e da alcalinidade total da água de refrigeração.

$$A = \frac{\text{Log}(TDS - 1)}{10}$$

$$B = 13,12 \times \text{Log}(^{\circ}C + 273) + 34,55$$

$$C = \text{Log}(Ca^{2+} \text{ como } CaCO_3)$$

$$D = \text{Log}(\text{alcalinidade como } \text{CaCO}_3)$$

TDS é a quantidade de sólidos dissolvidos. Existem dois métodos para a sua determinação.

- Método com medição da concentração de sais: resultados em g/L ou mg/L.
- Método com aerómetro: resultados em °Be.

Em ambos os casos dever-se-á proceder-se a uma correcção à temperatura quando a temperatura difere de 15°C.

Para águas potáveis , industriais ou onde se gera vapor, pode-se recorrer aos seguintes métodos:

- $\text{TDS} = 10 \text{ TAC} + \text{NaCl mg/L} + 1,48 \text{ SO}_4^{2-} \text{ mg/L}$
- $\text{Salinidade total como NaCl} = 11,7 \text{ TAC} + \text{NaCl mg/L} + 1,21 \text{ SO}_4^{2-} \text{ mg/L}$

TAC é a abreviatura de título alcalinimétrico completo, também designado por alcalinidade ao alaranjado de metilo ou alcalinidade total. Determina-se tendo em conta o somatório da concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos. É normalmente expresso em graus franceses (1°F = 10 mg CaCO₃ por litro de água).

Por outro lado, os coeficientes anteriormente descritos podem ser extraídos da tabela seguinte.

Tabela 1 – Determinação dos coeficientes A, B, C e D da equação de Langelier.

Sólidos Totais (ppm)		A	Dureza	C	Alcalinidade	D
			da Ca (ppm CaCO ₃)		Total (ppm CaCO ₃)	
50 – 350		0,1	10	0,6	10	1,0
400 – 1100		0,2	12	0,7	12	1,1,
Temperatura		B	14	0,8	14	1,2
			18	0,9	18	1,3
°C	°F		23	1,0	23	1,4
			28	1,1	28	1,5
0	32	2,6	35	1,2	36	1,6
2	36	2,5	44	1,3	45	1,7
7	44	2,4	56	1,4	56	1,8
10	50	2,3	70	1,5	70	1,9
14	58	2,2	88	1,6	88	2,0
18	64	2,1	111	1,7	111	2,1
22	72	2,0	139	1,8	140	2,2
28	82	1,9	175	1,9	177	2,3
32	90	1,8	230	2,0	230	2,4
38	100	1,7	280	2,1	280	2,5
44	112	1,6	350	2,2	360	2,6
51	124	1,5	440	2,3	450	2,7
57	134	1,4	560	2,4	560	2,8
64	148	1,3	700	2,5	700	2,9
72	162	1,2	870	2,6	880	3,0
82	180	1,1	1050	2,7	----	----

Onde, $Alcalinidade = [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]$ e $TDS(mg/L) = 0,64 \times CE(\mu S/cm)$.

Em termos práticos pode-se desprezar os dois últimos termos da primeira equação. Para o cálculo do índices de Langelier e Ryznar a alcalinidade deve ser expressa em mg/L de CaCO₃.

Para águas desalinizadas é mais correcto multiplicar o valor de CE por 0,5 (valores de 0,51 e 0,5 são mais exactas).

Entre os vários métodos gráficos existentes que descrevem o equilíbrio carbónico de uma água, encontra-se o de Hoover – Langelier. Este é um método monográfico que para ser aplicado é necessário conhecer:

- Temperatura;
- Salinidade total da água (em função do resíduo seco expresso em mg/l);
- Concentração de Ca²⁺, em mg/l;
- Alcalinidade total (TAC), em mg/l de CaCO₃.

Inserindo em abcissa o valor total de sais dissolvidos e em ordenadas o valor da temperatura, obtém-se um ponto na escala I. Unindo este ponto com o que traduz a concentração de Ca²⁺ na escala III, determina-se um novo ponto na escala II. A recta que une este último ponto com o valor da alcalinidade na escala V, cortará a escala IV em um ponto – pH de saturação.

Com este valor de pH de saturação já se pode determinar o índice de Langelier.

NOMOGRAMA DE HOOVER-LANGELIER

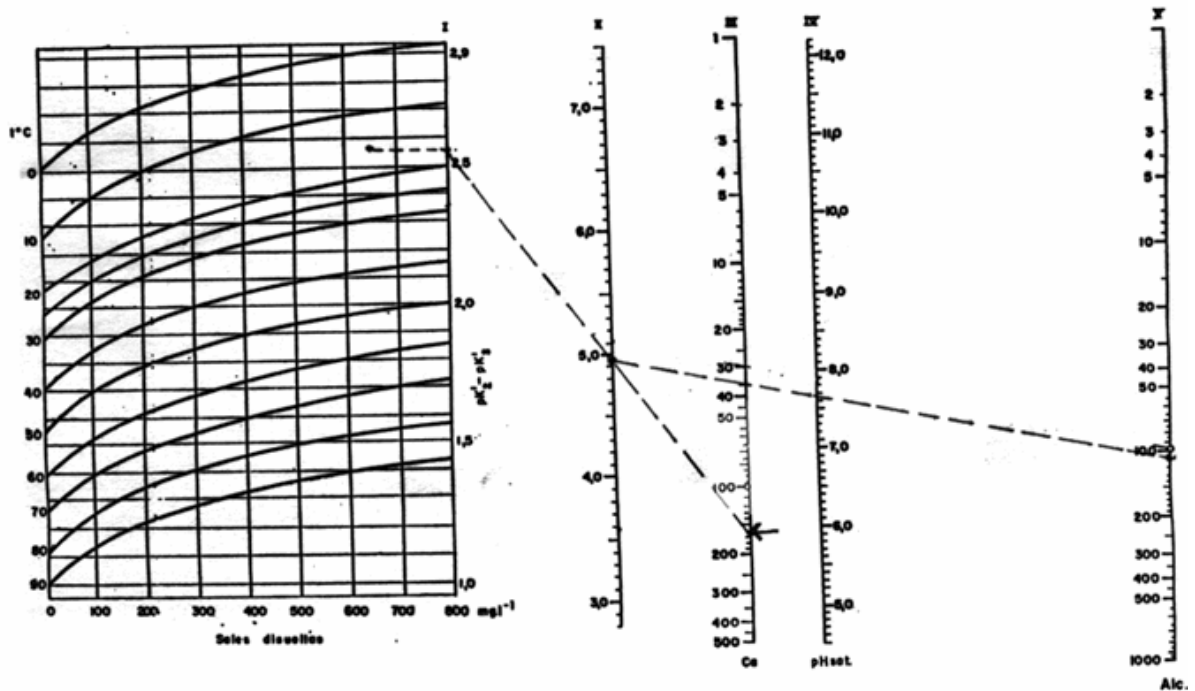


Figura 1 – Ilustração do método gráfico de Hoover – Langelier [2].

Consoante o valor para o índice de Langelier obtido, a água encontra-se:

- Em equilíbrio químico: $LSI=0$
- Com tendência a ser corrosiva: $LSI<0$
- Com tendência a ser incrustante: $LSI>0$

2.1.2. Índice de Ryznar

O índice de Langelier é expresso por:

$$I. R. = 2 \times pH_S - pH_A$$

onde:

pH_A : pH da água de refrigeração

pH_s : pH de saturação, e que pode ser calculado segundo a equação acima descrita.

Consoante o valor para o índice de Rysnar obtido, a água é:

Fortemente Incrustante: $4,0 < IR < 5,0$

Ligeiramente Incrustante: $5,0 < IR < 6,0$

Ligeiramente Incrustante ou Corrosiva: $6,0 < IR < 7,0$

Significativamente Corrosiva: $7,0 < IR < 7,5$

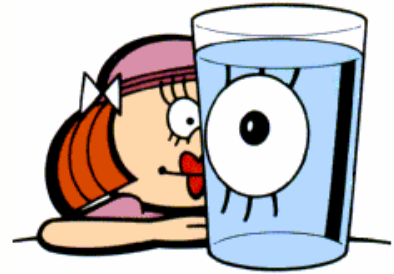
Fortemente Corrosiva: $7,5 < IR < 8,5$

Extremamente Corrosiva: $IR > 8,5$

Os intervalos de valores apresentados aplica-se a águas cuja temperatura varia entre os 0°C e os 60°C.

3. A necessidade do Tratamento de Água

A água potável é um bem cada vez mais raro e dispendioso. Desta forma, e sendo a água de que se dispõe de composição muito variável, impõe-se um tratamento à mesma de forma a evitar os problemas mais comuns, como sejam:



. Água imprópria para consumo:

- . Devido a problemas microbiológicos e/ou orgânicos;
- . Devido à existência de materiais em suspensão e/ou dissolvidos;

. Problemas nas canalizações e equipamentos:

- . Devido a corrosões ou formação de incrustações.

3.1. PROBLEMAS MICROBIOLÓGICOS E/OU ORGÂNICOS

As contaminações microbiológicas e orgânicas, naturais em qualquer tipo de água não desinfetada, dão origem a graves problemas de saúde pública.

No final do século passado a água era o meio ideal para a propagação de doenças devastadoras nas regiões da Europa, e ainda o é nos Países do Terceiro Mundo em que os cuidados de saúde primários são escassos.

Em 1882 em Hamburgo morreram 8500 pessoas de cólera depois de beberem água contaminada do rio Elbe. Na cidade vizinha de Altona ninguém morreu devido ao tratamento de água existente.

Os tipos de microorganismos existentes na água são de variadíssimas espécies, e por isso mais ou menos nocivos para o organismo humano. A sua proveniência é também variada (matéria orgânica em decomposição, contaminação por esgotos urbanos, etc), e, de uma forma geral, sempre que há condições para os mesmos se reproduzirem (luz, ar, matéria orgânica, etc) eles estão presentes.

Desta forma, qualquer água considerada bacteriologicamente própria para consumo, pode, de um momento para o outro, caso não seja convenientemente desinfectada, ser considerada imprópria.

3.2. MATERIAIS EM SUSPENSÃO E/OU DISSOLVIDOS

Os materiais em suspensão existentes nas águas superficiais, devem ser removidos, uma vez que contribuem para a má qualidade de água. De facto, qualquer consumidor minimamente exigente considera a água de má qualidade sempre que esta apresenta turvação.

Certos tipos de sais dissolvidos apresentam outros inconvenientes, pelo que devem ser removidos da água. Em qualquer circunstância, os teores das espécies químicas na água devem encontrar-se dentro dos limites fixados para água potáveis, no decreto lei nº 74/90.

ELEMENTOS MAIS VULGARES / PERIGOSOS PRESENTES NUMA ÁGUA POTÁVEL:

Nitratos: A sua principal proveniência são os adubos utilizados na agricultura, que infiltrando-se na terra contaminam as camadas freáticas. O seu potencial perigo deve-se à sua transformação no organismo humano, podendo originar compostos cancerígenos. São também de elevado risco para os bebés, por estes não possuírem os sistemas enzimáticos completamente desenvolvidos.

Alumínio: Utilizado como coagulante primário para a clarificação da água, apresenta sérios riscos de saúde pública quando o seu teor residual é elevado (devido a um deficiente processo de tratamento de água), para pessoas com dificuldades em eliminar o excesso de alumínio.

Metais pesados/substâncias poluentes
(cádmio/chumbo/mercúrio/cianetos): Os chamados venenos industriais (substâncias tóxicas) levam a graves problemas de saúde pública que podem conduzir a intoxicações mortais caso os seus teores sejam elevados.

Ferro, manganês, zinco e cobre: São metais mais ou menos inofensivos que conduzem sobretudo a problemas de turvação e sabor na água, e formação de manchas na roupa e loiça. Sem dúvida, o mais comum destes é o ferro.

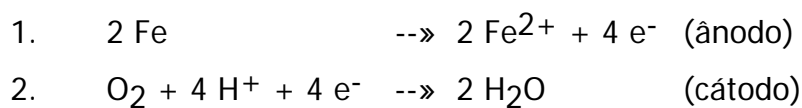
3.3. PROBLEMAS NAS CANALIZAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Os problemas originados pela corrosão e formação de depósitos nas canalizações e equipamentos em geral, são a diminuição do seu tempo de vida, aumento dos custos de manutenção, diminuição da qualidade da água potável, redução da permuta de calor nos equipamentos, perturbações na circulação de água e a perfuração das canalizações.



Figura 2 – Ilustração de corrosão no interior das tubagens [1].

A corrosão é um fenómeno electroquímico que pode ser dividido num processo catódico e outro anódico. As reacções químicas que o caracterizam são as seguintes:



Para a prevenção da corrosão, pelo menos um destes processos tem de ser anulado.

A incrustação surge como consequência da baixa solubilidade dos compostos incrustantes (sobretudo CaCO_3 - calcáreo), a qual diminui com a elevação da temperatura, o que provoca a precipitação dos mesmos.



Figura 3 – Ilustração de incrustação em tubos [1].



Figura 4 – Ilustração de incrustação num tubo e um tubo limpo [1].

A corrosão é provocada por águas ácidas e pouco duras, com elevados teores de gases dissolvidos (dióxido de carbono - CO_2 , oxigênio - O_2) e sais neutros como os cloretos, sulfatos e nitratos. A incrustação tende a surgir em águas duras com alcalinidade elevada, sobretudo a altas temperaturas.

A corrosão das canalizações e formação de incrustações nas mesmas são um grave problema, que ascende a 1% de todos os custos tidos com o tratamento e abastecimento de água. Os custos da corrosão em habitações próprias ascende mundialmente a 3,2 biliões de contos por ano.

4. Soluções para os Problemas da Água

Sempre que a água não seja de boa qualidade, ou não cumpra as recomendações prescritas na lei 74/90, terá que ser tratada através do emprego de uma variedade de diferentes métodos, consoante as necessidades.

4.1. DESINFECÇÃO

A desinfecção é uma das etapas mais importantes no tratamento de uma água potável, visto que permite a eliminação de todo o tipo de germes, susceptíveis de provocarem e transmitirem as mais variadas doenças.

A desinfecção é normalmente realizada através da dosagem de hipoclorito de sódio. Enquanto que uma insuficiente dosagem pode não garantir a desinfecção da água, uma excessiva dosagem é responsável por cheiros e sabores desagradáveis numa água potável, a qual não se pode forçosamente considerar de boa qualidade.

Desta forma é importante e imprescindível que se proceda à desinfecção de qualquer água de abastecimento público através de sistemas volumétricos de dosagem de hipoclorito de sódio, ou sistemas automáticos de controle do teor de cloro livre fiáveis, que, no primeiro caso permitem a injeção de hipoclorito proporcionalmente ao caudal de água consumido, e, no segundo caso possibilitam o controle e manutenção do teor de cloro livre na água, dentro dos valores pretendidos e desejáveis.

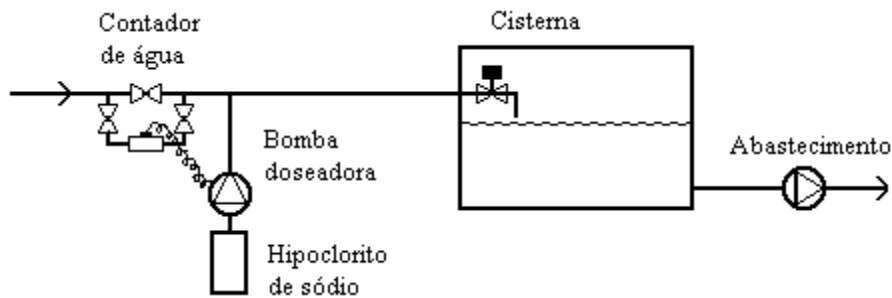


Figura 5 – Esquema de instalação de um sistema volumétrico de dosagem de hipoclorito de sódio

Funcionamento: *Toda a água compensada à cisterna passa através do contador. Este envia um impulso à bomba doseadora por cada litro de água que passa. A bomba doseadora injecta uma quantidade proporcional de hipoclorito, estudada caso a caso, em função das características da água.*

4.2. CORRECÇÃO DE PH

Um mau acerto de pH, pode ser responsável por uma água de qualidade inferior, por deficientes resultados no processo de clarificação, ou por um agravamento da tendência agressiva ou incrustante da água. Por estas razões esta etapa é muito importante para uma boa qualidade de água final, podendo e devendo ser otimizada na grande maioria das Estações de Tratamento de Água existentes.

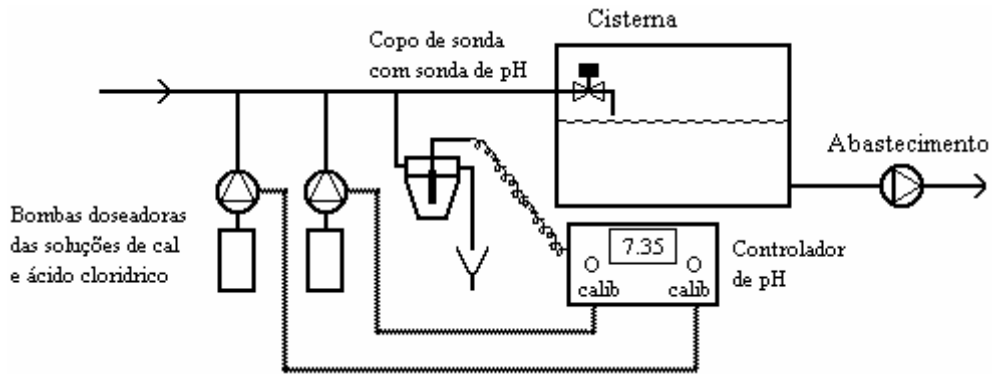


Figura 6 – Esquema de instalação de um sistema automático de controle de pH.

Funcionamento: A água de compensação à cisterna (ou ETA) é continuamente dirigida ao copo de sonda, onde esta última lê o valor de pH. Este é transmitido ao controlador onde aparece num display. O controlador permite a regulação dos limites entre os quais se pretende o pH da água. Sempre que o pH desta seja inferior ao limite mínimo fixado, o controlador dará ordem de arranque a uma bomba doseadora que fará a introdução de uma solução de cal que elevará o pH da água. De igual forma, sempre que o pH da água seja superior ao limite máximo fixado, o controlador dará ordem de arranque a uma bomba doseadora que fará a introdução de uma solução de ácido clorídrico que diminuirá o pH da água.

Os sistemas automáticos de controle referidos são proporcionais, ou seja, quanto mais o valor lido se afastar do valor real, maior será a frequência de impulsos dada pelo controlador à bomba doseadora, e portanto, mais rapidamente se fará a correção do valor.

4.3. CLARIFICAÇÃO

A clarificação de uma água potável, que consiste na remoção da matéria em suspensão (turvação), pode ser realizada através de dois processos (em conjunto ou não):

- **Decantação:** É realizada através da adição de produtos químicos, os quais se denominam de coagulantes e floculantes, e apresentam a propriedade de atrair as partículas em suspensão, formando flocos maiores, que facilmente se depositam por decantação. Nesta fase é extremamente importante o acerto de pH, uma vez que estes produtos químicos apresentam uma faixa de pH em que actuam bem delimitada.

- **Filtração:** Deve ser realizada posteriormente à decantação, de forma a que a maior parte dos materiais em suspensão já tenham sido removidos por decantação, ou em alternativa, caso a matéria em suspensão seja escassa.

4.4. AREJAMENTO

O arejamento é por vezes realizado em águas de baixo teor de oxigénio dissolvido, ou tendo em vista a oxidação e precipitação de elementos como o ferro e manganês. O arejamento pode ser realizado através da introdução de ar comprimido, ou aproveitando o contacto com o ar atmosférico em pequenas cascatas por oxigenação natural.

4.5. ADSORÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUE CONFEREM GOSTO E SABOR

Esta etapa é de maior ou menor importância, conforme o teor de matéria orgânica presente na água seja mais ou menos elevado. De facto, esta é responsável por fortes cheiros e sabores que não são elimináveis na totalidade pelo doseamento de hipoclorito de sódio. Nestes casos, a água depois de clorada atravessa um filtro de carvão activado, substância esta capaz de absorver e remover toda a matéria orgânica existente na água, bem como o excesso de hipoclorito. Após este tratamento é doseada uma pequena quantidade de hipoclorito que tem a função de garantir a desinfecção a jusante do filtro.

4.6. OUTROS TRATAMENTOS

Outros tratamentos da água a que se pode recorrer são:

- ✚ **Descalcificação:** Em águas com teor elevado de cálcio e magnésio poderá ser necessário a remoção destes, sobretudo de forma a melhorar o sabor da água e a diminuir os problemas de formação de incrustações nas canalizações. Os descalcificadores são equipamentos semelhantes aos filtros, mas possuem no seu interior resinas permutadoras que retém o cálcio e o magnésio. Estas depois de saturadas são regeneradas, podendo o seu tempo de duração ser de 2 a 5 anos.

- ✚ **Desnitrificação:** Em águas cujo teor de nitratos seja superior ao valor máximo admissível por lei é necessária a remoção destes. Os desnitrificadores são equipamentos semelhantes aos descalcificadores, mas possuem no seu interior resinas permutadoras que retém os nitratos. Estas depois de saturadas são regeneradas, podendo o seu tempo de duração ser de 2 a 5 anos.

- ✚ **Desferrização:** O ferro, quando em quantidades elevadas, pode ser removido por passagem da água num filtro que no seu interior possui um produto químico (tipo resina iónica), que tem a capacidade de absorver o ferro. Por lavagem consegue-se remover o ferro absorvido, e o material filtrante fica de novo em condições de reter o ferro que a água possui. O seu tempo de duração é de 2 a 5 anos.

4.7. TRATAMENTOS ANTI-CORROSIVOS/ INCRUSTANTES

Muitas das vezes, os métodos acima descritos têm que ser suplementados por medidas adicionais para combater a corrosão e incrustação, e prevenir a formação de águas castanhas. Estes tratamentos têm fundamentalmente em vista a protecção das canalizações e equipamentos.

A AquaAmbiente possui um espólio de produtos destinados a este tipo de tratamento: AQUAPHOS.

Os fosfatos são o único constituinte da água que conduz a uma melhoria na qualidade da mesma, nas situações em que existe corrosão e incrustação.

A adição de fosfatos à água potável tem já uma longa história, e terá igualmente um longo futuro.

Tabela 2 – Influência dos principais constituintes da água na velocidade de corrosão e de formação de incrustações.

Constituintes naturais da água	Níveis elevados		Níveis baixos	
	Corrosão	Incrustação	Corrosão	Incrustação
Dureza	diminui	aumenta	aumenta	diminui
pH	diminui	aumenta	aumenta	diminui
Alcalinidade	diminui	aumenta	aumenta	diminui
Cloretos	aumenta	-----	-----	-----
Sulfatos	aumenta	-----	-----	-----
Oxigénio	aumenta	-----	diminui	-----
Sólidos em suspensão	aumenta	-----	diminui	-----
Sólidos dissolvidos	aumenta	aumenta	aumenta	diminui
Fosfatos	diminui	diminui	diminui	diminui

4.7.1. Efeitos dos produtos químicos da linha AQUAPHOS

1. INIBIÇÃO DA CORROSÃO

A ausência de determinados ingredientes na água, ou um balanço desfavorável dos mesmos (capacidade tampão, teor de cálcio, conteúdo de sais, etc), impede a formação de um filme anti-corrosivo sobre as superfícies metálicas. Nestes casos, a dosagem de fosfatos é uma excelente solução para protecção anti-corrosiva, pela formação de um filme sobre as superfícies metálicas.

Os produtos AQUAPHOS consistem numa mistura equilibrada de vários tipos de fosfatos, autorizados para utilização no tratamento de água potável. Devido à sua composição equilibrada inibem o processo corrosivo (catódico ou anódico), conduzindo a uma acção sinérgica.

Na presença de cálcio e ferro os fosfatos formam um filme denso, uniforme e difícil de dissolver, que impede o contacto da água e oxigénio existente na mesma com a superfície metálica. A composição da água, seja ela qual for, não tem influência na velocidade de corrosão deste filme anti-corrosivo.

O mecanismo real da protecção anti-corrosiva continua por explicar totalmente, mas são indicados em seguida os possíveis passos deste mecanismo:

1. $2 Fe^{2+} + 2 H_2O + O_2 \rightarrow 2 Fe(OH)_2$
2. $2 NaHPO_4 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2 NaHCO_3$
3. $Ca(H_2PO_4)_2 + 2 Fe(OH)_2 \rightarrow CaFe(HPO_4)_2 + 4 H_2O$

O precipitado de fosfato de cálcio e ferro, **CaFe(HPO₄)₂**, deposita-se na superfície metálica das canalizações, formando o filme anti-corrosivo desejado.

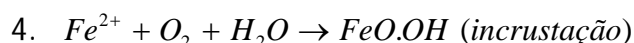
2. EFEITO DE SOLDADURA

Sistemas de canalizações velhas contém frequentemente buracos invisíveis, tapados por depósitos de óxidos/hidróxidos de ferro, através dos quais se verifica fuga de água. Os produtos AQUAPHOS endurecerão estes depósitos, evitando as fugas de água existentes e prevenindo o crescimento destes pequenos buracos. Este efeito é somente conseguido com uma composição equilibrada de vários fosfatos.

3. REMOÇÃO DE INCRUSTAÇÕES EXISTENTES

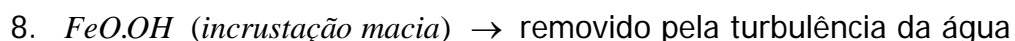
Os produtos AQUAPHOS não são propriamente produtos removedores de incrustações, prevenindo sim a formação de calcário e óxidos/hidróxidos de ferro, favorecendo a eliminação das incrustações existentes, que são removidas pela turbulência natural da água passante.

Mecanismo da formação de incrustações de Fe_2O_3



NOTA: A reacção 4 é a mais rápida que a reacção 5.

Mecanismo da remoção de incrustações de Fe_2O_3 pelos produtos AQUAPHOS



NOTA: A reacção 8 é a mais rápida que a reacção 6.

Deve-se notar que o processo desincrustante pelos produtos AQUAPHOS é lento, pelo que o teor de ferro na água não aumentará acima dos valores encontrados antes da utilização dos produtos AQUAPHOS.

O tempo necessário para o processo desincrustante depende de vários factores, como a composição e a quantidade de incrustação existente, sendo difícil o seu prognóstico. Este tempo pode variar entre 4 dias a 6 meses, ou mesmo superior. A defenição deste tratamento deve ser obrigatoriamente feita caso a caso.

Em traços gerais pode dizer-se que incrustações castanhas de óxidos/hidróxidos de ferro podem ser parcial ou totalmente removidas, enquanto que incrustações amareladas de carbonato/ silicato de cálcio são extremamente difíceis de remover. Estas últimas em alguns casos não são mesmo removíveis, conseguindo-se somente evitar a formação de mais incrustação.

4. INIBIÇÃO DA INCRUSTAÇÃO DE CALCÁRIO

Os produtos AQUAPHOS agem como inibidores de efeito limiar, em quantidades sub-estequiométricas, estabilizando a dureza da água e impedindo a formação de incrustações de calcário (CaCO_3).

5. PREVENÇÃO DE ÁGUAS CASTANHAS

As águas castanhas (que contenham Fe_2O_3 acima de 0,3 ppm de Fe) podem ser tornadas transparentes através da adição dos produtos AQUAPHOS. Este efeito é muito importante e, no caso a água bruta possuir um teor de ferro elevado, os produtos AQUAPHOS eliminam a cor existente através da adsorção das pequenas partículas de óxidos/hidróxidos de ferro, prevenindo a sua conseqüente coloração castanha da água.

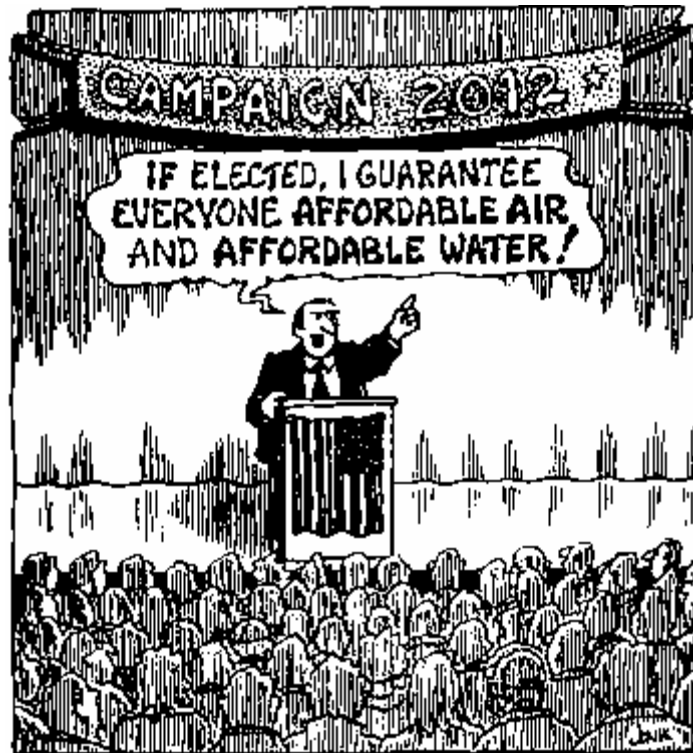
VANTAGENS DOS PRODUTOS AQUAPHOS:

- . Produtos químicos de elevada pureza;*
- . Prevenção de corrosão por formação de uma camada protectora nas superfícies metálicas;*
- . Eliminação da água castanha provocada pela presença de ferro e manganês;*
- . Prevenção da formação de incrustações, mesmo a elevadas temperaturas;*
- . Remoção de depósitos e incrustações existentes;*
- . Gama de produtos químicos adaptáveis a todas as qualidades de água;*
- . Elevada economia;*
- . Assistência e manutenção técnicas.*

5. Nota Final

Tendo tudo o que foi dito em conta, para se considerar uma água de boa qualidade é importante que a mesma reúna todas as seguintes características:

- Seja límpida e não apresente turvação;
- A adição de produtos químicos para o tratamento de água deve ser a mais reduzida possível, e somente a necessária. Nomeadamente o teor de alumínio residual deve situar-se dentro dos parâmetros legislados, e o teor de cloro residual deve situar-se entre 0.4 e 0.6 mg/l Cl₂.
- Possua o menor teor possível de matéria orgânica;
- Esteja convenientemente desinfectada e não haja qualquer risco de contaminações microbiológicas;
- Não possua cor, gosto ou cheiro;
- A presença de substâncias como os nitratos, ferro, manganês, cobre e zinco deve ser muito reduzida, de forma a não existirem quaisquer riscos para a saúde pública, ou problemas derivados da precipitação destas substâncias;
- O teor de oxigénio dissolvido não deve ser inferior a 5 mg/l;
- Não estejam presentes quaisquer tipos de poluentes industriais, como o cádmio, chumbo, cianetos e mercúrio, que podem levar a intoxicações mortais em pequenas quantidades;
- Todos os seus parâmetros devem estar compreendidos nos valores da Lei 74/90.



6. Bibliografia

1. Folheto técnico: "BK Ladenburg – Preventative cooling water treatment", Julho 1991
2. <http://usuarios.lycos.es/drinkingwater/acondicionamiento1.htm>, Maio 2004
3. " STENKO – Water Treatment", 3ª Edição, Barcelona