

Água:

I - Importância

Indispensável a vida.

Indispensável a indústria têxtil.

Caldeira, refrigeração de máquinas/ambientes

Processo de desengomagem, purga, alveamento, etc.

II - Pureza:

Raramente obtida das fontes naturais (várias impurezas)

III - Classificação da Água (fontes de obtenção)

(a) Água de superfície

Chuvas coletadas em lagos, rios, córregos, etc.

Impurezas:

Matéria orgânica (várias fases de decomposição, ofensivo PT)

Materiais minerais (sais dissolvidos carregados pelas chuvas, ofensivo PT)

Bactérias nitrificantes (matéria orgânica em nitratos nitritos, ofensivo PT)

(* PT = processos têxteis)

(b) Água de subsolo

Água que percorreu pequena distância, poços rasos e nascentes ~15m.

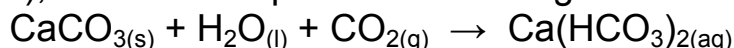
Impurezas:

É parcialmente filtrada quando da percolação do solo

Matéria orgânica dissolvida da superfície e das raízes dos vegetais

Material inorgânico (sais dissolvidos na percolação)

Rica em CO₂ (metabolismo vegetal) converte CaCO₃ (rochas) em Ca(HCO₃)₂ (solúvel), contribuindo para dureza da água:



(c) Água de poços profundos

Água que percorre o subsolo podendo chegar ate 2000m de profundidade

Impurezas:

Geralmente livre de matéria orgânica (filtragem e atividade bacteriana)

Material inorgânico pode ser elevado (extratos inorgânicos)

IV - Formas de tratamento da água (Impurezas suspensas dissolvidas)

(a) Filtração

Remove impurezas suspensas, é mais eficiente com adição de agentes floculantes-precipitantes:

Al(OH)₃ - ppt. floculento; é anfótero, pH controla carga (+/-) do ppt., usa-se:

NaAlO₂ (aluminato de sódio) forma ppt (-)

Al₂(SO₄)₃ (sulfato de alumínio) forma ppt (+)

Obs.: ppt. com cargas (+/-) melhora floculação e remoção de impurezas.

Após floculação a água é forçada sob pressão através de um filtro de areia. O filtro pode ser lavado com fluxo contrário da água:

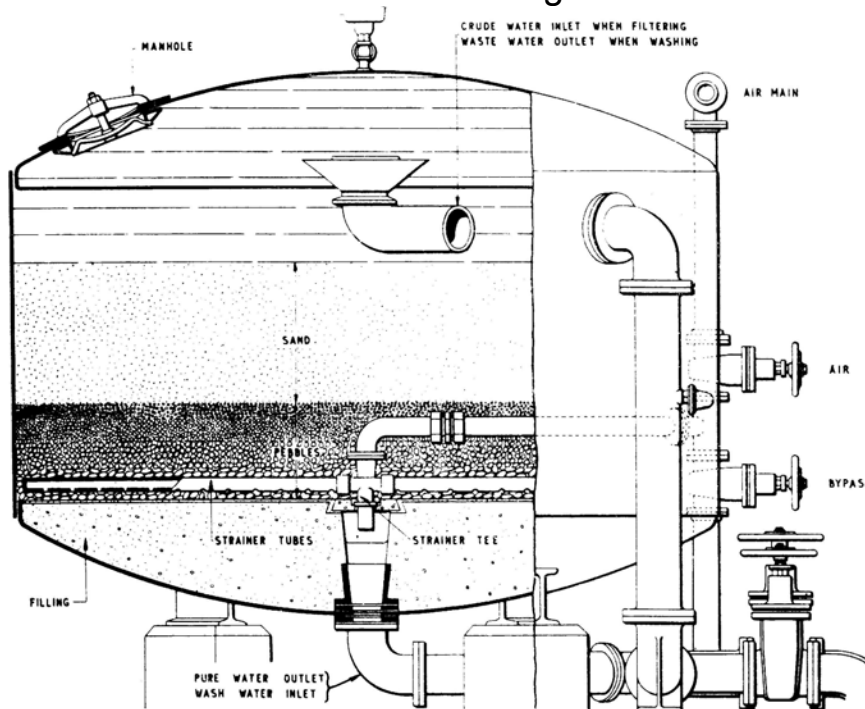


Fig. 8.1 Pressure filter for water supply
Courtesy: Permutit Ltd

Figura 1 – Filtros de várias camadas de areia

Compostos orgânicos solúveis como sais de amônia, nitratos e nitritos (animal / vegetal) se presentes em quantidade, indica contaminação por esgoto, logo presença de bactérias putrefativas (descoloração, manchas e degradação de produtos do processo têxtil)

A presença de ferro é indesejável (descoloração, manchas, degradação de soluções e tecidos)

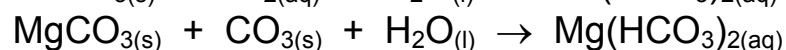
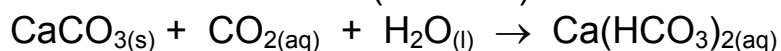
N_2 , O_2 e CO_2 dissolvido. N_2 é inerte; O_2 e CO_2 (afetam soluções, corrosão de caldeiras, dutos).

Sais de Ca e Mg são indesejáveis (sabões insolúveis grudentos sobre tecidos, manchas e descolorações, dureza da água)

(b) Tratamento químico

Dureza temporária da água

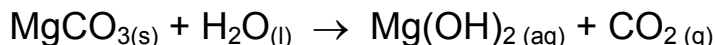
Carbonatos de Ca e Mg são virtualmente insolúveis, e a presença de CO_2 converte-se em bicarbonatos (solúveis)



Fervendo a água há a seguinte decomposição:



As impurezas formam crostas em caldeiras e dutos (CaCO_3 e $\text{Mg}(\text{OH})_2$)



- Dureza permanente da água

Deve-se a presença de sulfatos ou cloretos de Ca e Mg. Não ppt quando a água é aquecida. A maioria das águas possuem ambas as durezas.

- Métodos de expressar a dureza

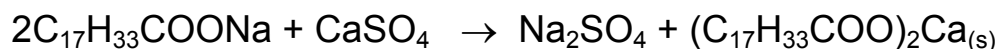
É expressa em termos de CaCO_3 (independentemente do sal de Ca/Mg).

$$\frac{m_{(\text{g})} \text{ soluto}}{m_{(\text{g})} \text{ solução}} \cdot 10^6 = \text{---} \text{ ppm}$$

O limite de dureza total para água de uso têxtil ~ 0 a **25** ppm.

- Propriedades da água dura:

Reagem com sabão de sódio produzindo ppt. Aumentando turbidez:



Apenas quando todo Ca/Mg reagirem como o sabão é que começa a ação detergente do sabão de sódio, ou seja, há um desperdício de 0,17Kg/1000L para cada 0,065g de sais de Ca/Mg.

Sabão de Ca/Mg são grudentos, agregam impurezas na superfície dos tecidos, influenciam no tingimento (irregular), alguns corantes formam compostos com cálcio.

- Remoção da dureza da água

Dureza acima de 50ppm deve ser tratada.

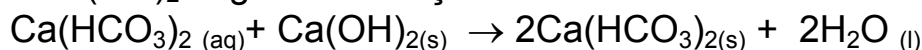
O tratamento onera o processo; os detergentes são mais estáveis na presença de Ca/Mg, assim **as** vezes é desnecessário remover a dureza.

- Dureza Temporária

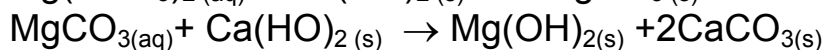
- Pode ser removida fervendo a água; o $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ solúvel e ppt em CaCO_3



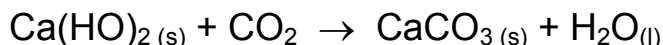
- Adição de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ segundo a reação:



- Para o Mg é um pouco diferente. Inicialmente o $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ (aq) é convertido em MgCO_3 , que é parcialmente solúvel, requerendo outra molécula de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para ppt em forma de $\text{Mg}(\text{OH})_2$:

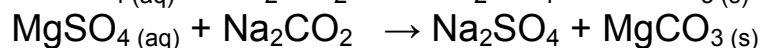
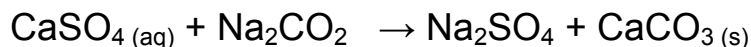


Como a água contém CO_2 dissolvido, este reage como o $\text{Ca}(\text{OH})_2$

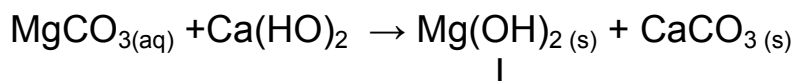


- Redução da dureza permanente

Converte-se os cloretos/sulfatos de Ca/Mg em carbonatos insolúveis pela adição de carbonato de sódio:



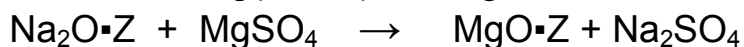
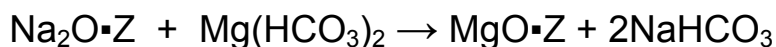
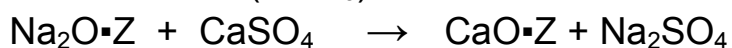
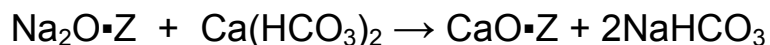
A seguir o MgCO_3 parcialmente solúvel requer adição de $\text{Ca}(\text{HO})_2$:



- Processo de troca iônica

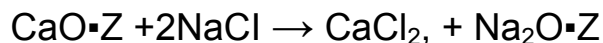
Usa-se zeólitas naturais/sintéticas (silicatos hidratados de sódio/alumínio):
 $(\text{Na}_2\text{O})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y(\text{SiO}_2)_z(\text{H}_2\text{O})_n$

Quando metais bivalentes entram em contato com o trocador, o componente monovalente é trocado segundo a reação (Z é abreviatura para zeólita):



As reações são virtualmente completas.

Quando da exaustão da base de troca, pode-se regenerá-la com NaCl:



Onde o NaCl e CaCl_2 são lavados e a zeólita pode ser reutilizada indefinidamente.

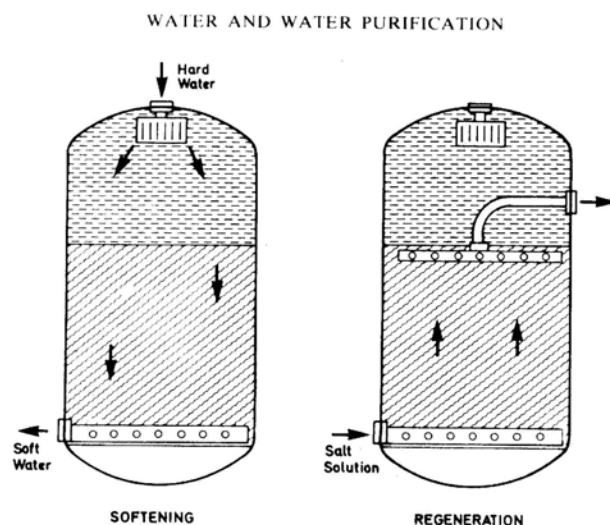
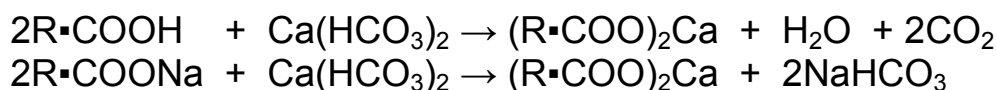


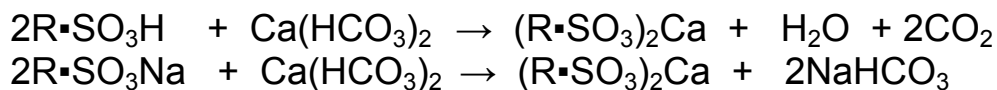
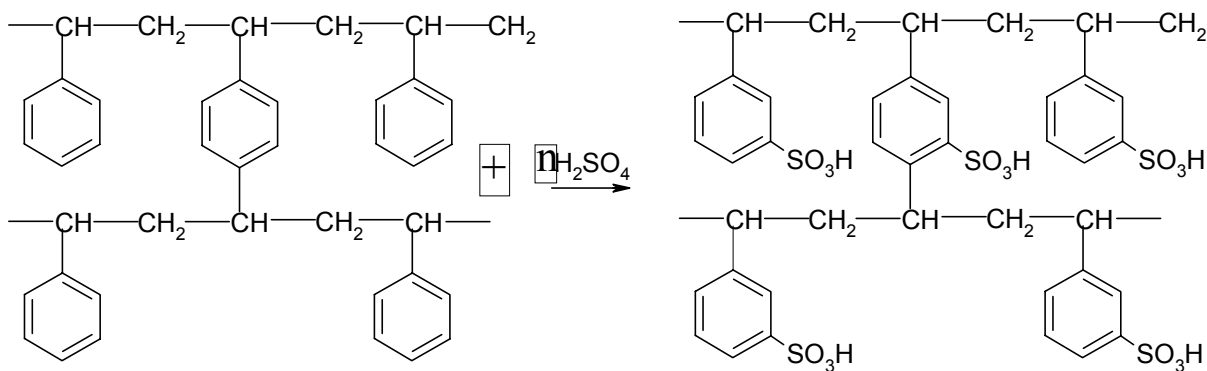
Fig. 8.7 Base-exchange softening and regeneration
From A. B. Watts, *Chemical and Process Engineering*, 1964

Figura 2 – Sistema de troca iônica

Modernamente tem-se substituído as zeólitas por polímeros contendo grupos sulfônicos ou carboxílicos, que permitem as reações com sais:



Uma das resinas mais usadas é o poliestireno cruzado, tratado com ácido sulfúrico gera grupos sulfônicos que reagem com os sais:

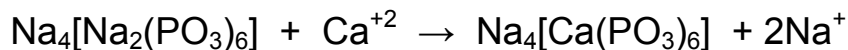


Obs.: é possível obter água virtualmente livre de todos os íons, passando a água sucessivas vezes por resinas catiônicas e aniônicas.

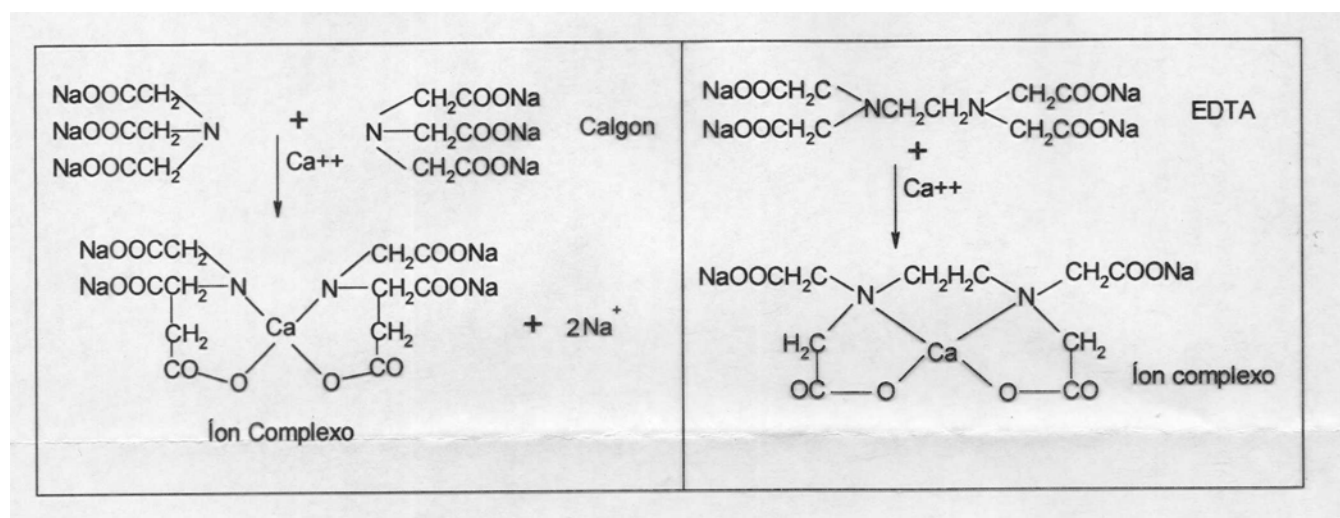
- Agentes Sequestrantes

Compostos que reagem com íons metálicos formando íons complexos.

Certos fostafos tem esta propriedade, o mais comum é o hexametáfosfato de sódio (Calgon) $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$. A reação com Ca/Mg é:



Outros sequestrantes são derivados do ácido iminoacético: o ácido nitrilo triacético $\text{N}(\text{CH}_2\text{COO})_3$ e o ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) $(\text{COOHCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$



Estas estruturas de anel são chamadas de quelatos.

Agentes sequestrantes podem ser usados para remover a dureza da água, porém em quantidades pequenas (razões econômicas).

Calgon é usado na purga da lã; EDTA no banho de tingimento onde há risco de íons (ex. ferro) que podem produzir defeitos.