



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS



Tratamento químico de águas de caldeiras



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

José Otavio Mariano Silva

- **Extensa experiência nas áreas de Tratamento de Águas Industriais e Especialidades Químicas**
- **Químico pela Universidade Mackenzie**
- **Físico pela Universidade de São Paulo**





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Vinculações



Conselho Regional de Química 4ª Região

Amcham - Câmara Americana de Comércio



ABEQ - Associação Brasileira de Engenharia Química

CTI - Cooling Technology Institute, Houston, USA



ABC - Associação Brasileira de Cosmetologia

ACS - American Chemical Society, Washington, DC, USA



SBF - Sociedade Brasileira de Física



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

José Otavio Mariano Silva

Autor ou co-autor de numerosos trabalhos técnicos apresentados e publicados no Brasil e no exterior sobre tratamento de águas industriais:

Petrobrás

ABRACO -Associação Brasileira de Corrosão

IWC -International Water Conference

NACE - National Association of Corrosion Engineers

CTI - Cooling Technology Institute

ABC - Associação Brasileira de Cosmetologia.



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

ÁGUA: sua importância

- **Um dos 4 elementos da antiguidade: água, ar, terra e fogo.**
- **Não há vida sem água: uma pessoa saudável pode viver até 30 dias sem comida, mas morrerá em uma semana sem água.**
- **Consumo mundial: 2.270 km³ / ano**
- **Reservas estipuladas pela ONU: mínimo de 2.000 metros cúbicos / ano / pessoa;**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

ÁGUA: escassez ou abundância ?

- **Planeta ÁGUA: 75% da superfície terrestre são cobertos por água**  **1.4 bilhão de km³.**
- **Porém apenas 3% são água doce!**
- **Desta pequena porção, 2% estão congelados em geleiras, calotas polares e neves eternas;**
- **Conclusão: apenas <1% do total é água doce disponível!**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

ÁGUA: escassez ou abundância ?

- Se toda a água do mundo coubesse em um balde, a água doce corresponderia a apenas uma colher de sopa!
- 26 países, abrigando 250 milhões de pessoas, já foram oficialmente declarados pela ONU como áreas de escassez crônica de água.





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

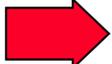
Usos da água na indústria

Matéria prima (água de processo)

Geração de vapor (água de caldeiras)

Resfriamento

Uso doméstico (potável e sanitário)

Conseqüência  efluentes (águas residuárias)



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Geração de vapor- Requisitos

Especificações: definidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) ou ABMA (American Boilers Manufacturers Association)

- **Ausência de sais de dureza**
- **Mínima quantidade de sílica**
- **Mínima quantidade de ferro**
- **Ausência de cloro**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Equipamentos: caldeiras, tubulações e trocadores de calor

- **Construção: aço carbono, cobre, latão, aço galvanizado, aços inoxidáveis**
- **Baixo preço**
- **Facilidade de construção e manutenção**
- **Bom condutor de calor**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Vapor e sua utilidade

Geração de energia elétrica nas usinas nucleares e termo-elétricas.

Indústrias químicas e petroquímicas.

Açúcar e álcool.

Papel e celulose.

Refinarias de petróleo.

Frigoríficos, abatedouros e curtumes.

Indústrias têxteis.

Cervejarias e bebidas.

Alimentos

Indústria naval.

Madeira e borracha.

Indústria de tintas e vernizes.

E praticamente todas os demais setores da indústria.



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

A água como meio ideal de transmissão de calor

- **Baixo custo**
- **Alto calor específico**
- **Abundância**
- **Segurança**



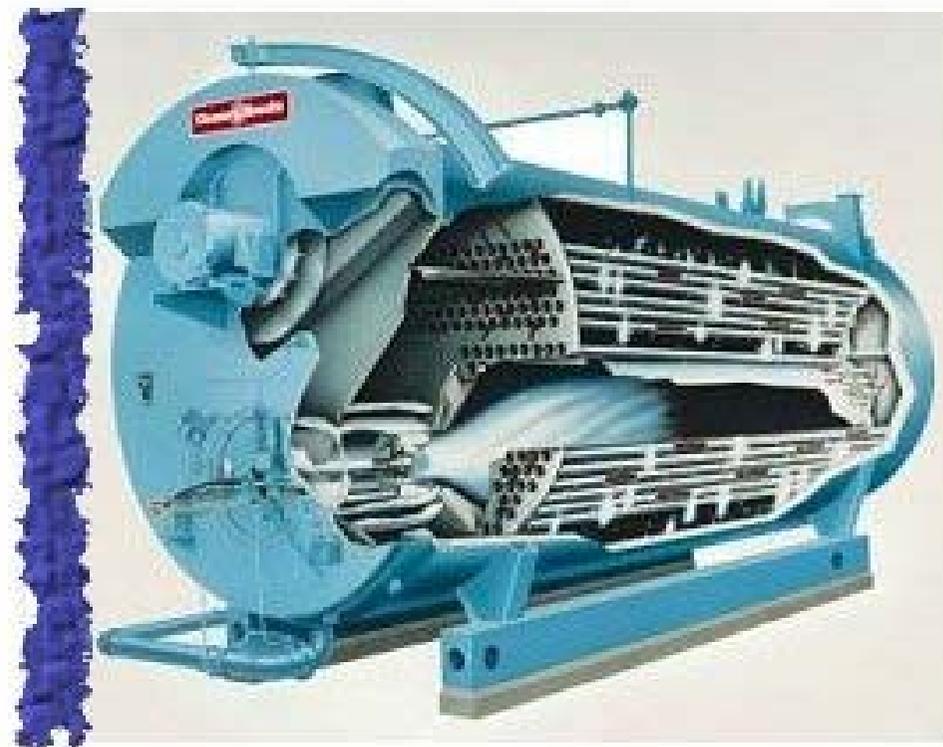
MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

1. Geração de vapor

3.1 Caldeiras

- O que é uma caldeira?
- Quais os tipos de caldeiras?
- Como funcionam?

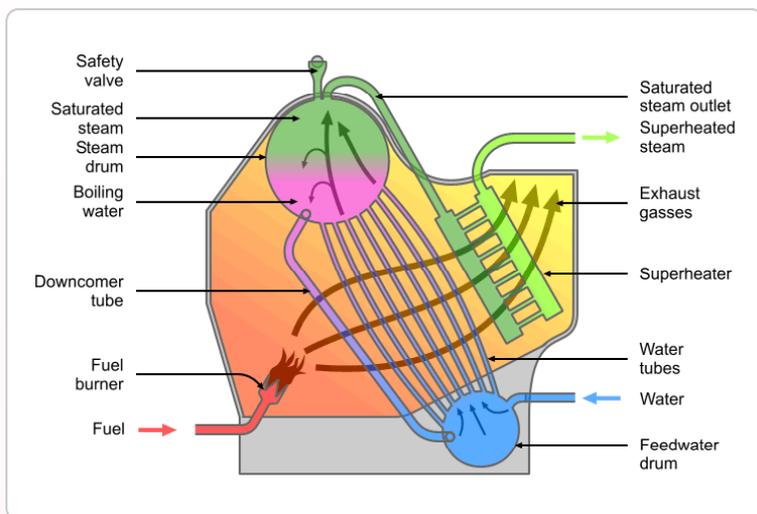




MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Geração de vapor: caldeira aquatubular

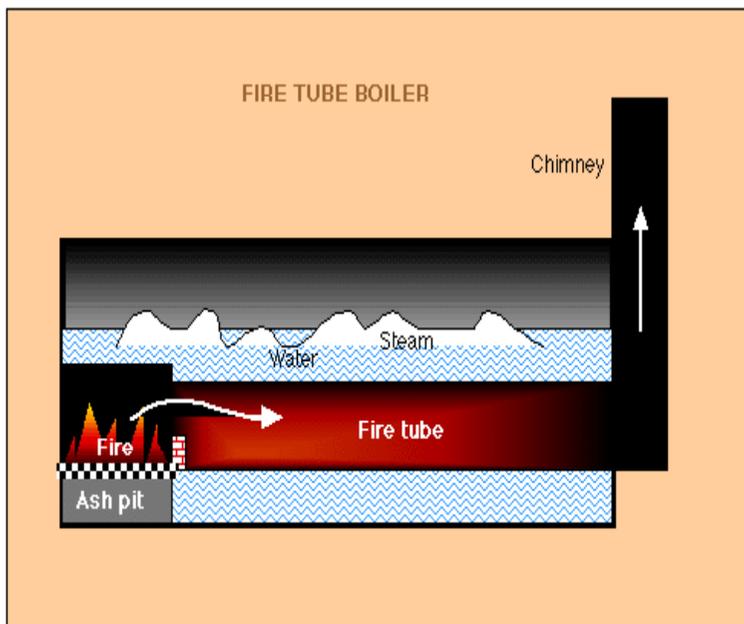




MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Geração de vapor: caldeira fogotubular





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

CALOR X TEMPERATURA

- Calor: É uma forma de energia em trânsito. Está sempre se transferindo de um corpo com maior temperatura para um corpo de menor temperatura. O calor não pode ser armazenado.
- Temperatura: É uma medida da energia de vibração das moléculas que compõem um certo corpo. Quanto maior é a vibração das moléculas, maior será a temperatura. É a diferença de temperatura que promove a transferência de calor.



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Analogia

Fluxo	Força Motriz	Observações
Calor	Diferença de potencial térmico (Temperatura)	Quanto maior a diferença de temperatura, maior é o fluxo de calor.
Corrente Elétrica	Diferença de potencial elétrico (Voltagem)	Quanto maior é a diferença de voltagem, maior será a intensidade da corrente elétrica.
Fluido (líquido ou gás)	Diferença de potencial gravitacional (altura) ou de pressão	Quanto maior é a diferença de altura e/ou de pressão entre dois pontos do fluido, maior será a vazão do mesmo.



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Mecanismos de Transferência de Calor

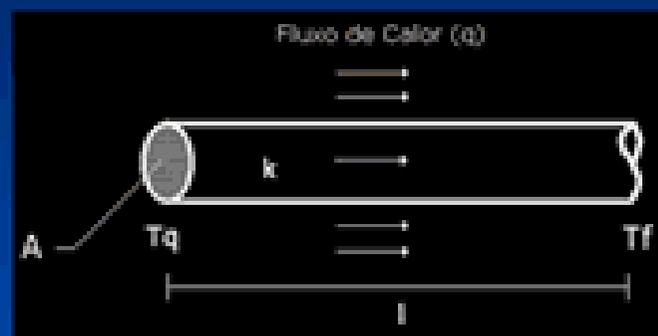
- **Condução**
- **Convecção**
- **Radiação**

MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Condução

- Calor flui pelo contato direto, molécula a molécula
- Nas caldeiras, ocorre condução de calor pelo metal
- Lei de Fourier:
 - $T_q > T_f$
 - k = Condutividade térmica ($W/h.m^2.°C$)
 - T = Temperatura
 - A = Área



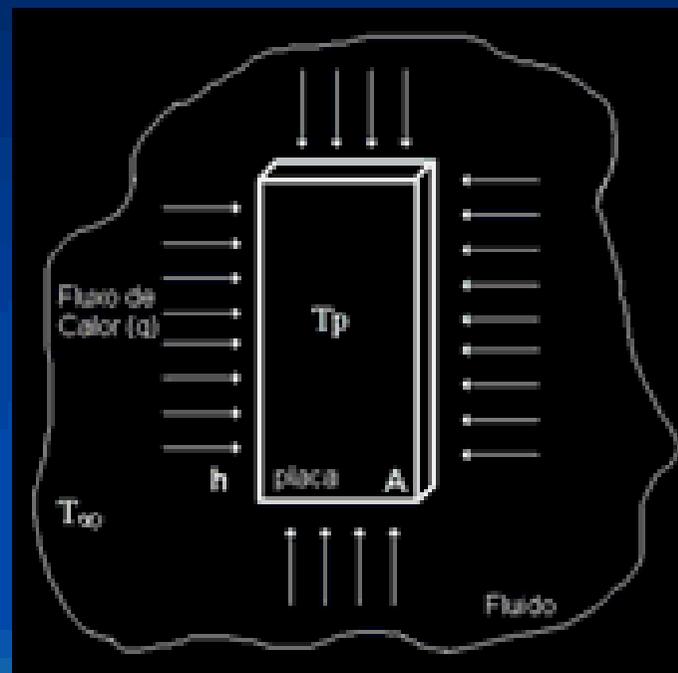
$$q = k \cdot A \cdot \frac{(T_q - T_f)}{l}$$

Convecção

- Envolve corpos fluidos (líquidos e gases)
- Indica movimento – natural ou forçada
- Lei do Resfriamento de Newton

$$T_{\infty} > T_p$$

h = Coeficiente de transferência de calor por convecção ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)



$$q = h \cdot A \cdot (T_{\infty} - T_p)$$

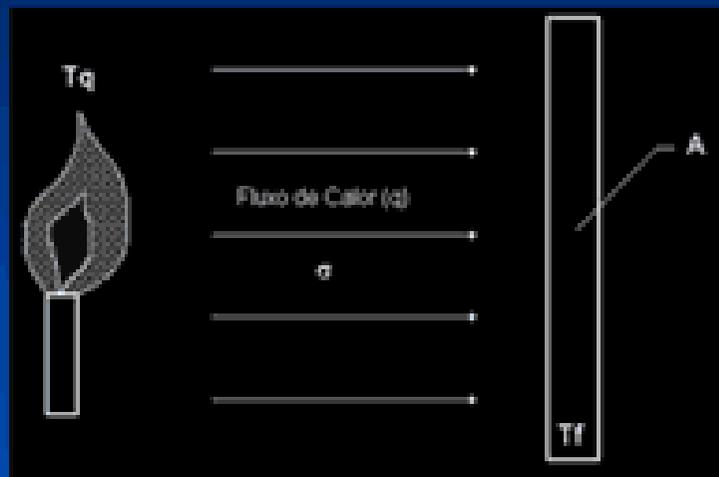
MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Radiação

- Predominante em temperaturas elevadas
- Transferência por ondas eletromagnéticas
- Sol
- Na caldeira, a radiação ocorre na fornalha (60 a 80% do calor transferido)

- Lei de Radiação
 ϵ = Emissividade
 σ = Cte. Stefan-Boltzman ($5,669 \cdot 10^{-8}$ W/m².K⁴)



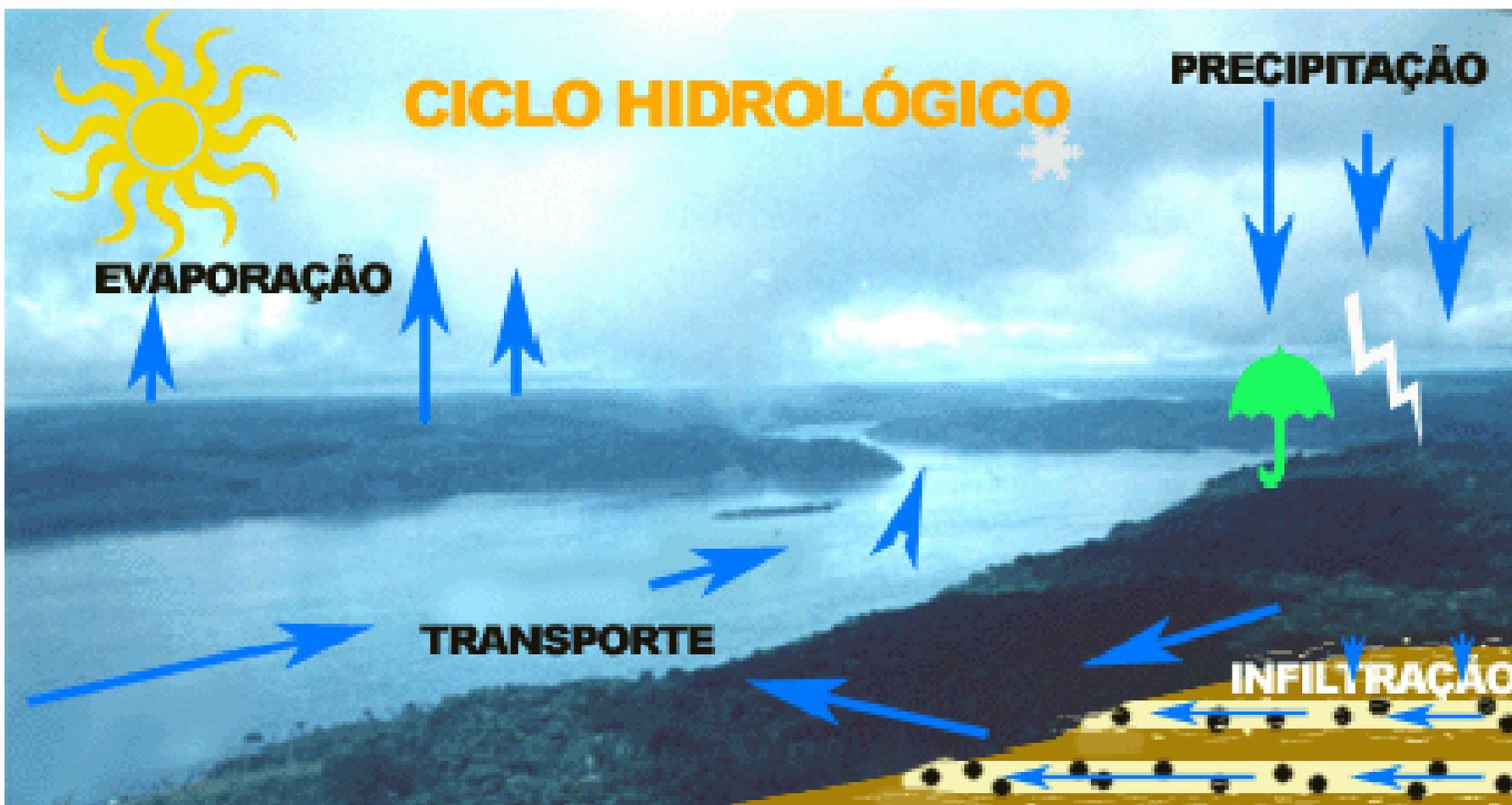
$$q = \sigma \cdot \epsilon \cdot A \cdot (T_q^4 - T_f^4)$$



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Causas da formação de incrustações em caldeiras





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Composição da crosta terrestre

Óxidos	Porcentagem
SiO₂	59.71
Al₂O₃	15.41
CaO	4.90
MgO	4.36
Na₂O	3.55
FeO	3.52
K₂O	2.80
Fe₂O₃	2.63
H₂O	1.52
TiO₂	0.60
P₂O₅	0.22
Total	99.22



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Contaminantes da água

Inorgânicos
carbonatos
bicarbonatos
Sulfatos
Cloretos
Nitratos
Cálcio
Magnésio
Ferro
Manganês
Sílica
Fluoretos
Orgânicos
Acidos húmicos
Taninos
Gases dissolvidos
Oxigenio
Cloro
Gás carbonico
Óxidos de enxofre (Sox)
Óxidos de nitrogenio (Nox)



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Consequências da presença de contaminantes

Incrustação



Corrosão





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Causas da formação de incrustações em caldeiras

- Solubilidade dos sais
- Carbonato de cálcio reage com água saturada com gás carbônico, formando bicarbonato de cálcio.
- $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{calor}} \text{CaCO}_3 \text{ precipitado} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- A redução na solubilidade e subsequente precipitação de sólidos é consequência de se buscar os níveis mais estáveis de energia dentro do sistema químico, do mesmo modo que a corrosão é consequência de o metal sempre tender em direção a sua condição de mais baixa energia. As incrustações e lamas podem portanto ocorrer devido a reações químicas que levam aos compostos menos solúveis.



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações: definição e causas

- **Aderente e permanente**
- **Contaminantes de processo**
- **Presentes na água: areia, barro, limo e algas**
- **Formados pela concentração de sais dissolvidos na água: carbonatos, sulfatos, fosfatos, sílica, cálcio, magnésio, ferro**
- **Formados por produtos de corrosão: óxidos de ferro, sais de zinco (white rust)**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações

- **Reduzem troca térmica**
- **Facilitam a corrosão sob depósitos**
- **Aumentam o fator de rugosidade e a perda de carga em tubulações e trocadores de calor**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras

Redução da troca térmica

As perdas médias de calor, em função da espessura das incrustações, são tabuladas a seguir:

<u>ESPESURA</u>	<u>% DE PERDA DE CALOR</u>
0,50 mm.....	4%
0,75 mm.....	7%
1,00 mm.....	9%
1,25 mm.....	10%
1,50 mm.....	13%
2,20 mm.....	15%
2,70 mm.....	16%

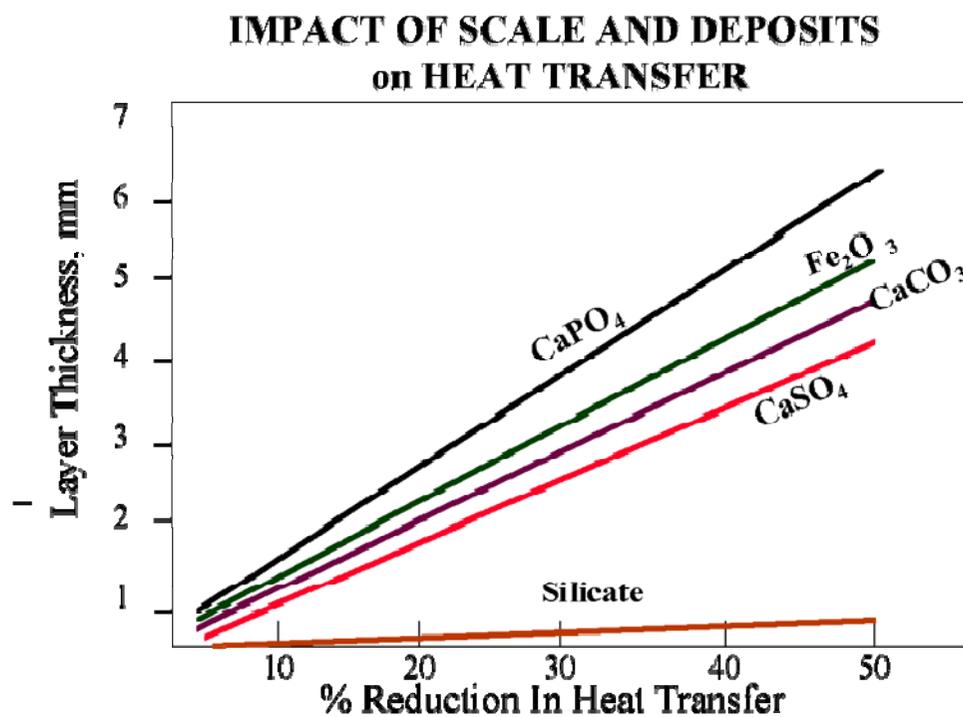


MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras

- Redução da troca térmica





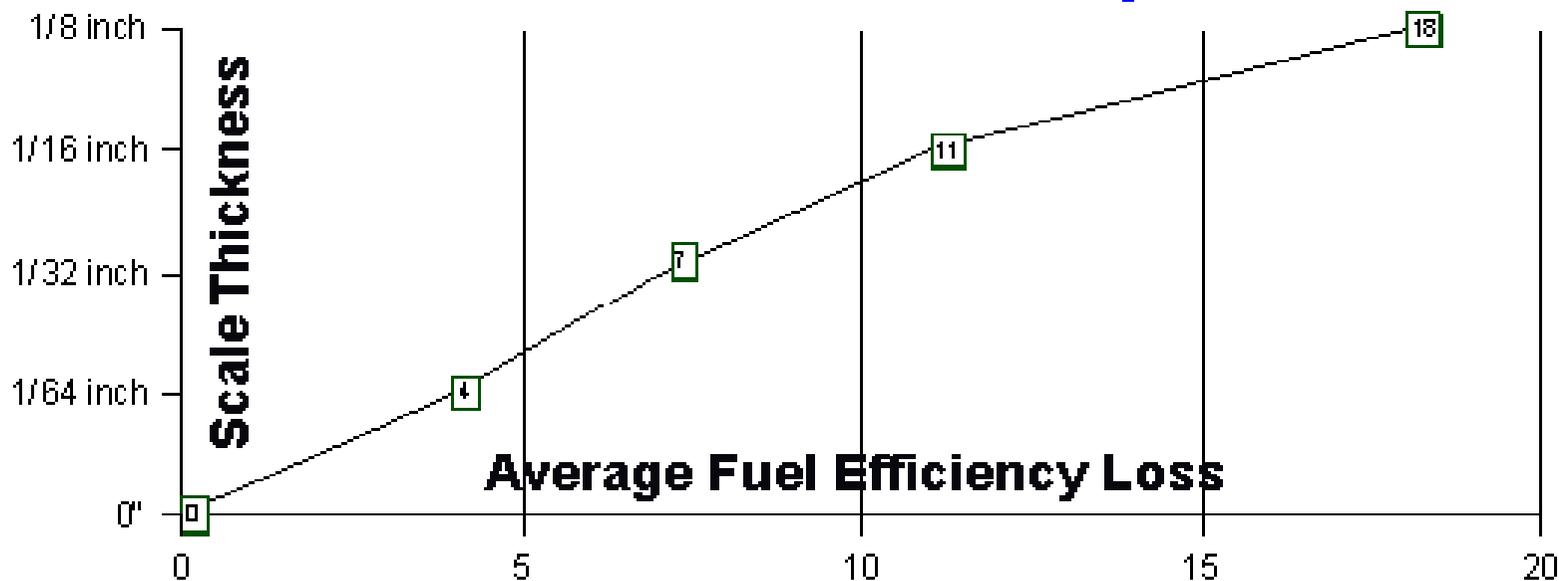
MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras

- Aumento no consumo de combustível

Boiler Scale vs Fuel Efficiency Loss





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras

- **Conseqüências:**
- **Superaquecimento localizado**
- **Ruptura de tubos sob pressão**
- **Explosões**
- **Aumento no consumo de combustíveis**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras

Explosões





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Depósitos ou incrustações em caldeiras





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

- Pré-tratamento

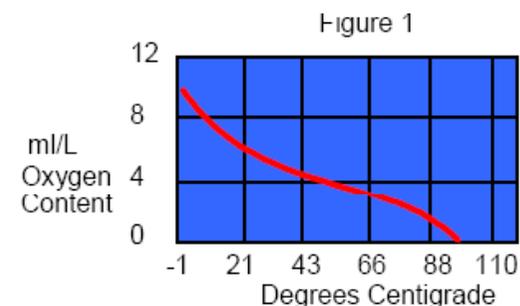


MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos ou incrustações em caldeiras

- Remoção dos possíveis contaminantes:
- Filtração
- Abrandamento: remoção dos sais de cálcio e magnésio (dureza)
- Deionização ou desmineralização
- Osmose reversa
- Desaeração (mecânica ou química)
- Remoção de ferro e manganês (cloração, greensand e outros oxidantes)





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Filtração





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Abrandamento: remoção dos sais de cálcio e magnésio (dureza)

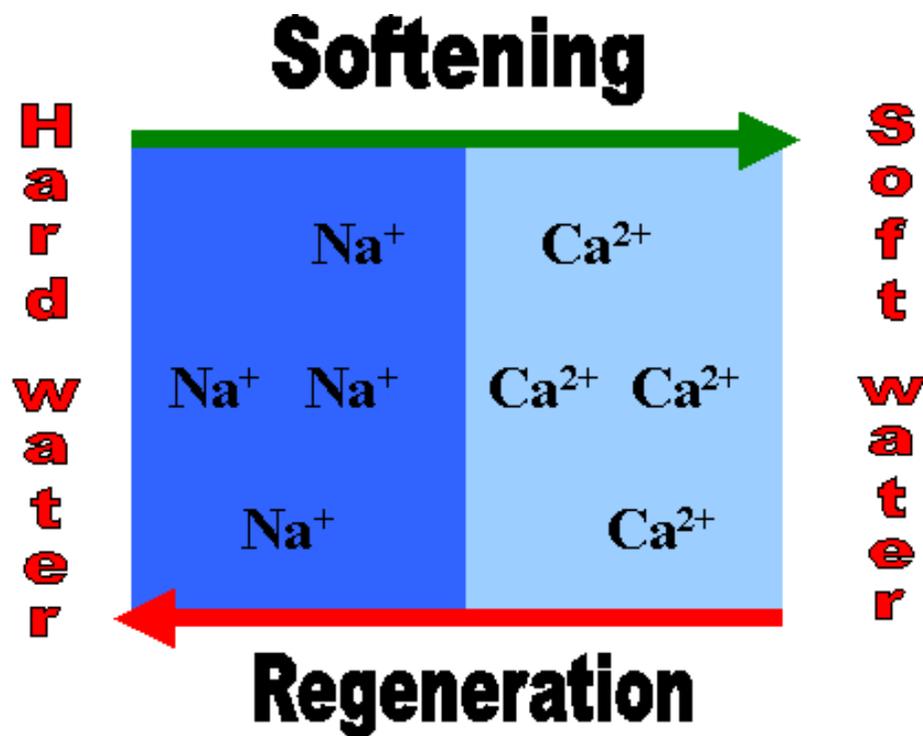




MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Abrandamento: como funciona





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Deionização ou desmineralização

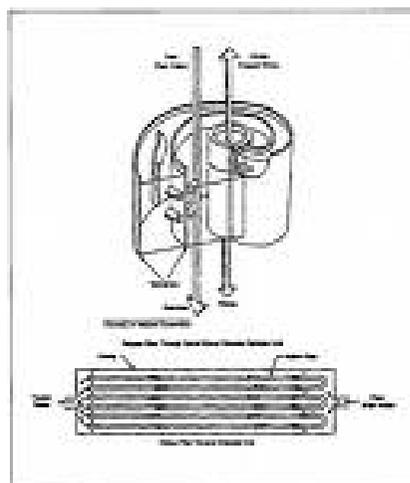
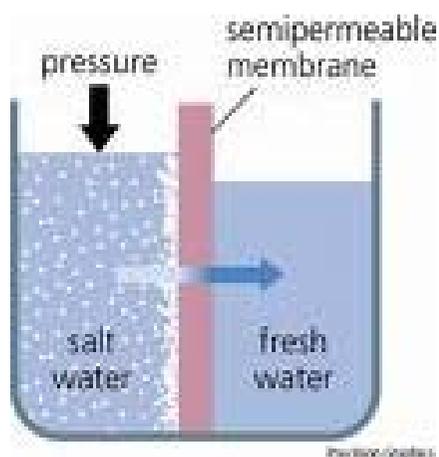




MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Osmose reversa





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Desaeração (mecânica ou química)





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Remoção de ferro e manganês (cloração, greensand e outros oxidantes)





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

- **Tratamento químico**
- **1ª Patente**
- **22 de dezembro de 1846 (Anthony and Barnum): serragem de mogno**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

- Tratamento químico
- Reagentes estequiométricos:
- Precipitação dos sais de dureza: fosfatos simples
- $3\text{Ca}^{++} + 2\text{PO}_4^{---} + \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

- **Tratamento químico**
- **Reagentes estequiométricos:**
- **Precipitação dos sais de dureza: fosfatos complexos**
- **$10 \text{ Ca}^{++} + 6 \text{ PO}_4^{---} + 2 \text{ OH}^- \rightarrow 3 \text{ Ca}_3 (\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$**
- **Hidroxiapatita de cálcio**
- **Vantagens: não aderente, fácil de remover por purgas.**

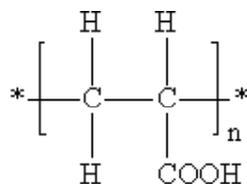


MINICURSOS CRQ-IV 2008

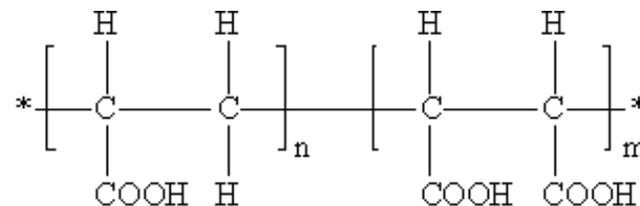
TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

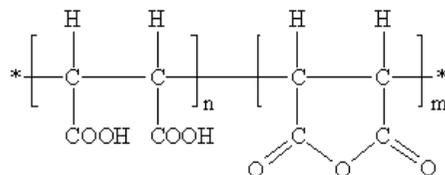
- Tratamento químico
- Reagentes não-estequiométricos
- Poliacrilatos



- Co-polímeros acrílico/maleico



- Polimaleatos



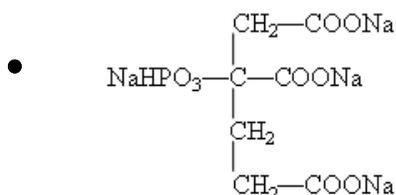
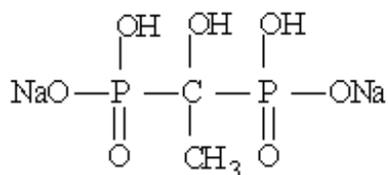
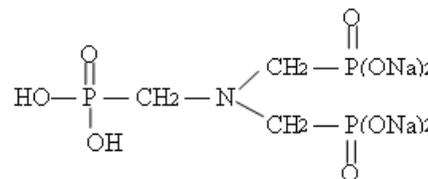


MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

- Tratamento químico
- Reagentes não-estequiométricos
- Fosfonatos
- Pioneiro: ATMP



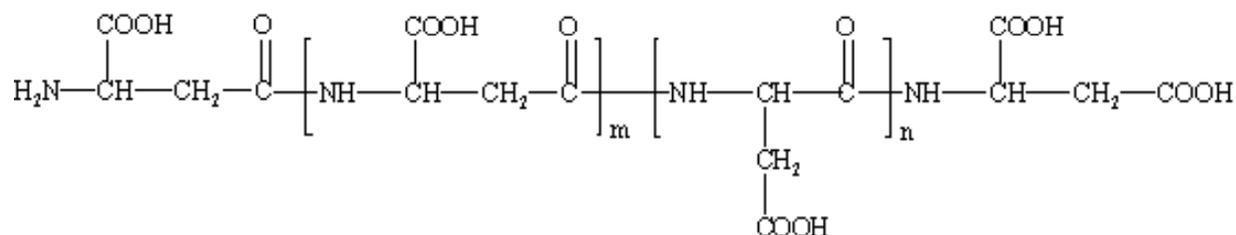


MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos em caldeiras

- Tratamento químico
- Reagentes não-estequiométricos
- Derivados do ácido Poliepoxi-succínico (PESA)
- Tendência “verde”: sem fósforo, sem nitrogênio:
- Derivados do ácido poli-aspártico





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Mecanismo de ação de dispersantes químicos

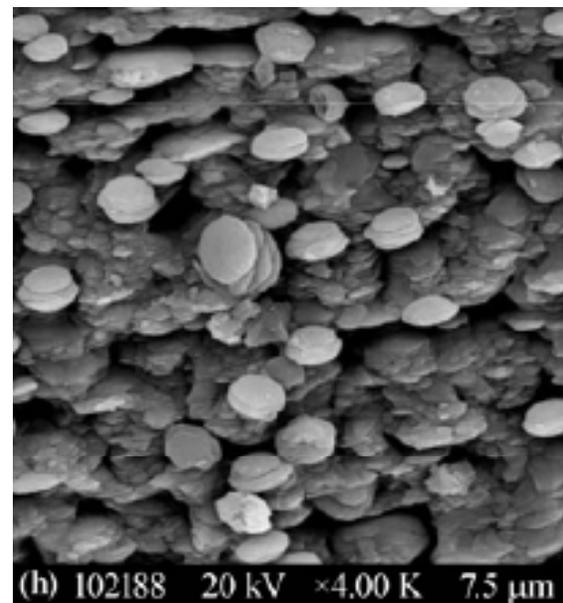
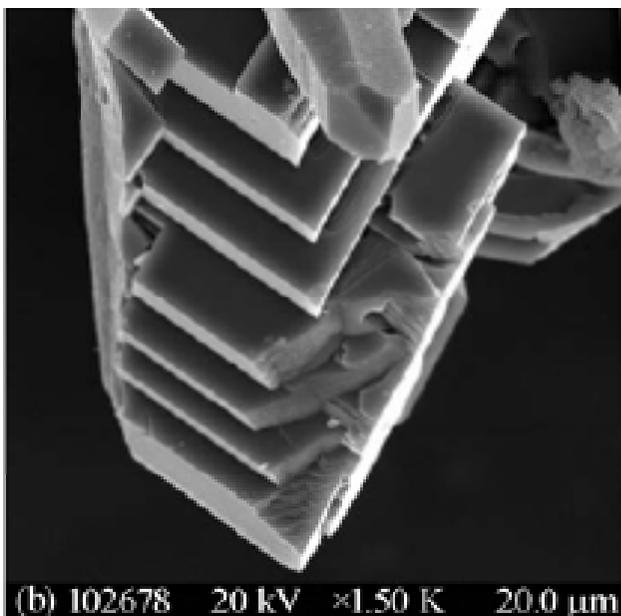


Figura 1 (água sem adição de dispersantes)

Figura 2 (água com 0.5 ppm de dispersantes)



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de arraste de água da caldeira

Causas:

- Alcalinidade elevada
- Sólidos dissolvidos
- Contaminantes: tensoativos, matéria orgânica
- Sílica (acima de 40 kgf/cm²)
- Controle do ciclo de concentração (purgas)



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Corrosão: causas

- Corrosão galvânica
- Corrosão por oxigênio dissolvido
- Corrosão por stress
- Corrosão microbiológica (MIC)
- Agravantes: presença de íons: cloretos, amônia, sulfetos



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Corrosão: formas

- Ataque uniforme (raro na prática)
- Corrosão puntiforme (“pitting”)
- Corrosão por erosão: impacto e cavitação
- Corrosão sob depósitos
- Lixiviação: retirada do zinco de latão



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de corrosão em caldeiras

Seqüestramentos de oxigênio:

- Sulfito de sódio: $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4$
- hidrazina: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$
- DEHA: $4(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NOH} + 9\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Hidroquinona: $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Neutralizantes de vapor e condensado: morfolina, ciclohexilamina, octadecilamina



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de corrosão em caldeiras

Seqüestrantes de oxigênio:

- Produtos mais modernos:
- Carbohidrazida (sem os riscos à saúde da hidrazina)
- Ácido ascórbico



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Ataque uniforme (raro na prática)





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Corrosão puntiforme (“pitting”)





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Corrosão por stress, impacto e cavitação





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Corrosão sob depósitos





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Lixiviação: retirada do zinco de latão





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Prevenção de depósitos ou incrustações em caldeiras

- Exigencia legal : Norma Brasileira NR 13. item 13.3.3
- A qualidade da água deve ser controlada e tratamentos devem ser implementados, quando necessários para compatibilizar suas propriedades físico-químicas com os parâmetros de operação da caldeira. (113.018-8 /I4)



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Parâmetros de controle de água para caldeiras

Parâmetros	faixa de controle, conforme a pressão de trabalho da caldeira, kgf/cm ²					
	10	20	40	60	80	100
Alcalinidade hidróxida, CaCO ₃ (ppm)	300-400	250-300	150-200	120-150	100-120	80-100
Dureza Total, CaCO ₃ (ppm)	0	0	0	0	0	0
Sulfito, SO ₃ (ppm)	30-60	30-40	20-30	15-20	10-15	5-10
Ortofosfato, PO ₄ (ppm)	30-60	30-60	20-40	15-20	10-15	5-10
Ferro total, Fe (ppm), max	10	5	3	2	2	1
Sílica, SiO ₂ (ppm), max.	100	50	30	10	5	3
Sólidos totais dissolvidos (ppm), max.	4000	3500	3000	2000	500	300
Materia orgânica. ppm	70-100	70-100	70-100	50-70	50-70	50-70

Segundo ABNT e ABMA (AMERICAN BOILERS MANUFACTURERS ASSOCIATION)



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Automação

- Sistemas automáticos de dosagem: bombas de pistão, diafragma, venturi.
- Drenagem (purga) automática: temporizada, ou por condutividade.



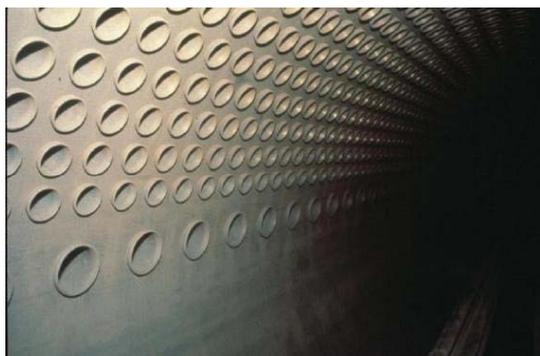


MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Limpeza

Pré-operacional: “boil out” de caldeiras novas



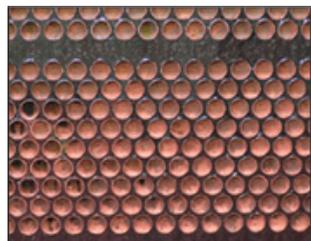
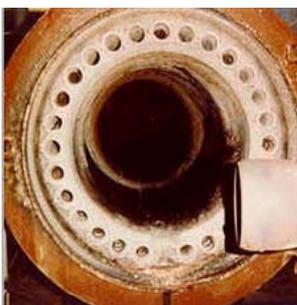


MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Limpeza

Limpeza química: ácida, alcalina, mecânica, de equipamentos em serviço, devido a tratamento inadequado ou inexistente;

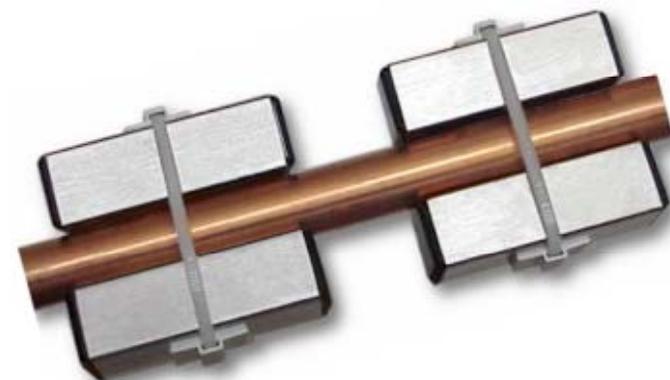




MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Sistema não-químicos de tratamento



- Magnéticos
- Catalíticos





MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS



DEPARTMENT OF THE ARMY
U.S. Army Center for Public Works
7701 Telegraph Road
Alexandria, VA 22315-3862
Public Works Technical Bulletin 2 February 1998
No. 420-49-05
FACILITIES ENGINEERING
Utilities
INDUSTRIAL WATER TREATMENT PROCEDURES

Use of Nonchemical Devices. Many nonchemical devices sold for industrial water treatment are purported to solve all water related problems including scale, corrosion, slime, and odor. They are said to achieve remarkable results through natural forces (such as magnetism, electricity or radiation) either unknown to engineers or not disclosed. Often it is stated that the nonchemical devices require little or no attention and no chemicals. Generally, they have not proven effective. Therefore, the use of these nonchemical treatment devices on Army systems either regularly or on a test evaluation basis, **is prohibited.**

Tradução:

Uso de dispositivos não químicos: Muitos dispositivos não químicos vendidos para o tratamento de água industrial são alegados como capazes de resolver todos os problemas relacionados à água, incluindo incrustações, corrosão, limo e cheiro. Diz-se deles que alcançam resultados notáveis através de forças naturais (tais como magnetismo, eletricidade ou radiação) ou desconhecidas pelos engenheiros ou não reveladas. Frequentemente se afirma que os dispositivos não químicos exigem pouca ou nenhuma atenção e nenhum produto químico. Em geral, eles não têm se demonstrado efetivos. Conseqüentemente, o uso destes dispositivos de tratamento não químicos em sistemas do Exército, seja em forma de teste ou em base regular, **é proibido.**

Fonte: Public Works Technical Bulletin 2 February 1998
No. 420-49-05
FACILITIES ENGINEERING
Utilities
INDUSTRIAL WATER TREATMENT PROCEDURES

Uso de dispositivos não químicos: Muitos dispositivos não químicos vendidos para o tratamento de água industrial são alegados como capazes de resolver todos os problemas relacionados à água, incluindo incrustações, corrosão, limo e cheiro. Diz-se deles que alcançam resultados notáveis através de forças naturais (tais como magnetismo, eletricidade ou radiação) ou **desconhecidas pelos engenheiros ou não reveladas.** Frequentemente se afirma que os dispositivos não químicos exigem pouca ou nenhuma atenção e nenhum produto químico. Em geral, eles não têm se demonstrado efetivos. Conseqüentemente, o uso destes dispositivos de tratamento não químicos em sistemas do Exército, seja em forma de teste ou em base regular, **é proibido.**



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Qual é, na sua opinião, o fator mais determinante no tratamento de águas de caldeiras? O custo ou a segurança?



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

A conservação dos recursos naturais, da água em particular, é uma prioridade nas empresas que buscam sustentabilidade. Como o tratamento adequado da água pode contribuir para alcançar este objetivo?



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Você acha relevante o impacto ambiental da geração de vapor em caldeiras? Qual o “combustível” ideal para caldeiras? Gás, óleo, eletricidade, nuclear?



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Se você tivesse que escolher um tratamento para uma água de alimentação com cerca de 30 ppm de dureza de cálcio, qual seria?



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Você acabou de assumir a área de utilidades de sua empresa e descobriu que as duas caldeiras de que você dispõe estão incrustadas. O que fazer?



MINICURSOS CRQ-IV 2008

TRATAMENTO QUÍMICO DE ÁGUAS DE CALDEIRAS

Agradecimentos

Ao CRQ 4, pelo convite e organização, e sobretudo, pela idéia dos minicursos

Aos participantes

À Caixa Econômica Federal, pelo apoio