

TRATAMENTO DE ÁGUA: QUAL O MELHOR ALCALINIZANTE?

ESTUDO COMPARATIVO DO USO DE CAL VIRGEM, CAL HIDRATADA E SODA CÁUSTICA NO TRATAMENTO DE ÁGUA

ESTE ESTUDO
FOI ELABORADO
PELA EQUIPE

- * Eng^o Horst Ottestetter
- * Eng^o Massao Nobuti
- * Eng^a Opázia Chaim Fares

* Do Departamento de Purificação de Água da
COMASP.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Uso de bases no tratamento de água .	2
3. Características dos compostos	3
3.1 Standards da AWWA	3
3.1.1 Cal virgem	3
3.1.2 Cal hidratada	3
3.1.3 Soda cáustica	4
3.2 Propriedades físicas e químicas	4
3.2.1 Sodá cáustica	4
3.2.2 Cal virgem	6
3.2.3 Cal extinta	7
3.3 Cálculos de custo anual	7
3.3.1 Cal hidratada	7
3.3.2 Cal virgem	7
3.3.3 Soda cáustica	8
4. Equipamentos	9
4.1 Cal virgem	9
4.2 Cal hidratada	10
4.3 Soda cáustica	10
5. Quadro comparativo	11
5.1 Custos	11
5.2 Vantagens e desvantagens	12
6. Conclusão	13

1 — RESUMO

Na atual situação da técnica de tratamento de água, notam-se nitidamente duas práticas distintas, no que concerne ao uso de bases.

Aqui no Brasil, a tendência é passar-se quase que exclusivamente ao emprêgo da cal hidratada em detrimento da cal virgem.

Na Europa e Estados Unidos, porém, verifica-se uma mudança radical para o uso da soda cáustica, diminuindo o emprêgo da cal virgem, deixando muito pouco emprêgo para a cal hidratada.

Cada um destes produtos químicos apresenta

vantagens e desvantagens que isoladamente justificam, ou não, seu emprêgo.

Como na conceituação atual de tratamento de água, o fator estritamente econômico vem em segundo plano, prevalecendo o critério da qualidade em função da finalidade, faz-se necessário apresentar um estudo comparativo entre a aplicabilidade de cada um dos produtos, nas nossas condições específicas. Antes de resolver inteiramente o problema, pretende-se levantar a questão e provocar a troca de informações e experiências, sôbre o assunto.

2. USO DE BASES NO TRATAMENTO DE ÁGUA

As bases e sais, num tratamento de água, podem atuar como alcalinizantes, agentes de correção do pH final e agentes de precipitação de sais, principalmente.

Alcalinizantes são compostos que conferem à água a suplementação de alcalinidade necessária à coagulação ou ao equilíbrio do carbonato de cálcio. A cal pode ser usada como um coagulante para águas com alto teor de compostos de magnésio, pois o hidróxido de magnésio precipita com excesso de cal e o seu floco tem, às vêzes, as mesmas propriedades do hidróxido de alumínio e hidróxido de ferro.

O ajuste do pH normalmente leva ao valor de equilíbrio do carbonato de cálcio; êsse ajuste, realizado pela adição de álcalis (cal, soda, barrilha) neutraliza o gás carbônico e cria condições de instabilidade para o carbonato de cálcio presente na água favorecendo a deposição da camada protetora. Êste é um método simples para neutralização das características corrosivas de uma água.

A cal é o produto mais usado para o ajuste do pH, mas aumenta a dureza da água, o que a torna indesejável para águas de dureza ele-

vada. A cal tem manuseio e alimentação difíceis e causa incrustação e obstrução nas linhas de alimentação.

O carbonato de sódio não adiciona dureza, é de alimentação mais fácil, mas pode depositar-se nas linhas de alimentação.

A soda cáustica, usada em soluções, é mais cara que os outros álcalis, mas não acrescenta dureza e não é depositada nas linhas de alimentação.

Para águas de dureza inferior a 35 ppm, a cal deverá ser preferida, para prover o cálcio necessário à formação da camada protetora de carbonato de cálcio. Tanto a cal como o carbonato de sódio e a soda, porém, podem ser usados para tratar as águas corrosivas de dureza acima de 35 ppm.

Em resumo, no tratamento d'água, o hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é utilizado no abrandamento, coagulação, estabilização e como agente cáustico; o óxido de cálcio, CaO , é utilizado no abrandamento, coagulação, estabilização e como fonte de $\text{Ca}(\text{OH})_2$; o hidróxido de sódio, NaOH é utilizado no abrandamento, contrôle do pH e limpeza da areia dos filtros.

3. CARACTERÍSTICAS DOS COMPOSTOS

3.1. Standards da AWWA

3.1.1. Cal virgem

Def.: Cal virgem é o produto resultante da calcinação de pedra calcárea, conchas ou equivalentes, e consiste essencialmente de óxido de cálcio numa associação natural, com pequena quantidade de magnésio.

Impurezas — a cal virgem não deverá conter substâncias minerais ou orgânicas, em quantidades capazes de serem fatais ou causarem danos à saúde dos que venham consumir água que com ela tenha sido tratada.

Granulometria — dimensões da cal são estabelecidas para satisfazer os requisitos dos vá-

rios tipos de equipamentos, mas, o comprador poderá fazer especificações, para satisfazer condições próprias. Se a cal virgem vier a ser manuseada por transportador pneumático, deverá, se necessário, ser moída e peneirada de modo que nada seja retido numa peneira de 1 polegada e não mais de 5% atravesse a peneira U.S. standard n.º 100, no embarque da fábrica do produtor.

Bases para aquisição — a aquisição da cal virgem deverá ser baseada no teor de 90% de óxido de cálcio no material fornecido, com

uma escala de bônus para a cal com teor acima de 90% e uma escala de penalidades para cal com teores inferiores.

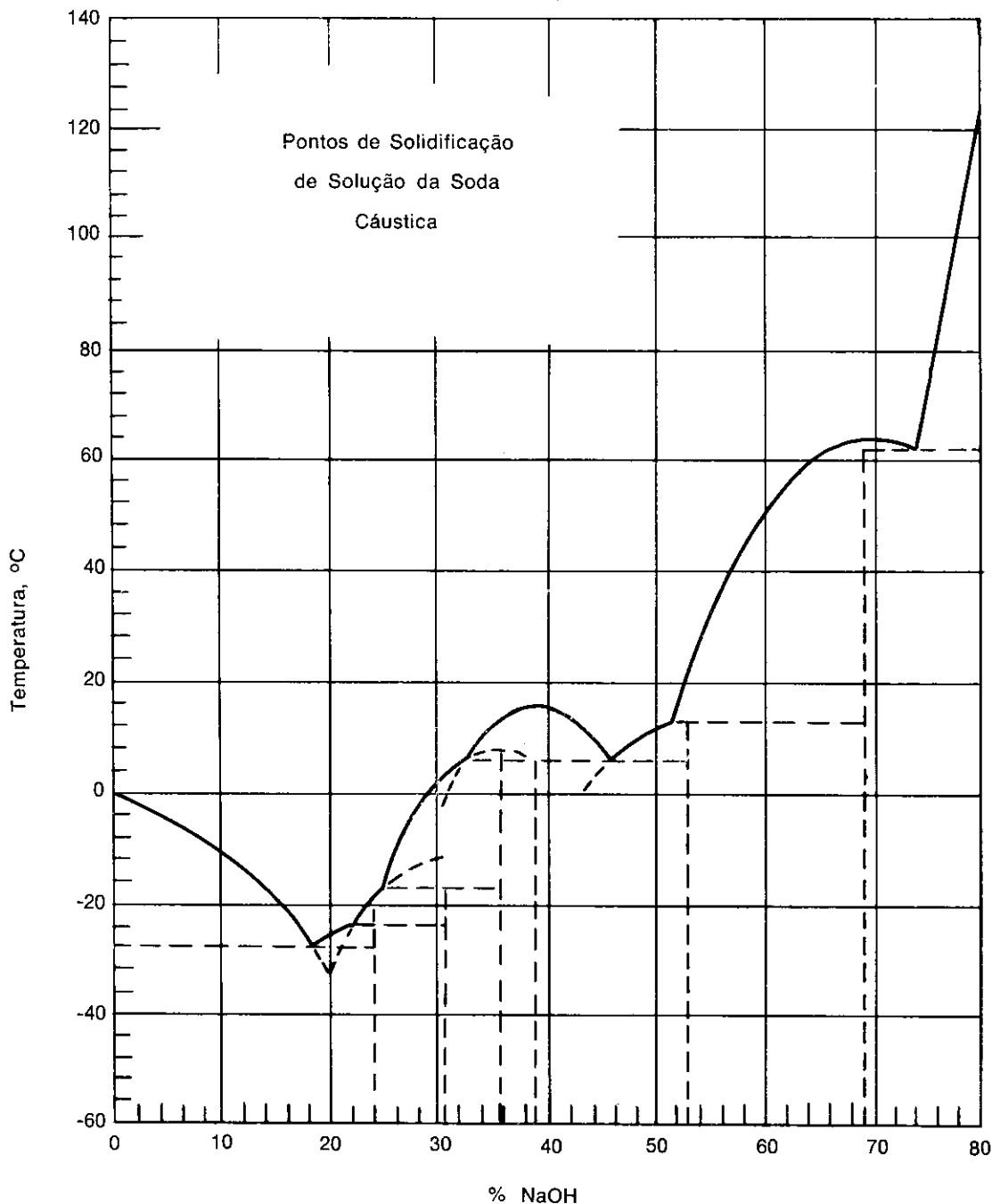
3.1.2. Cal hidratada

Def.: cal hidratada é um material finamente dividido resultante da hidratação da cal virgem com água suficiente para a sua afinidade química; consiste essencialmente de hidróxido de cálcio ou uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, dependendo do tipo de cal virgem usada na extinção.

Impurezas — a cal hidratada não deverá con-

ter substâncias minerais ou orgânicas, em quantidades capazes de serem fatais ou causarem danos à saúde dos que venham a consumir água que com ela tenha sido tratada.

Aquisição — a aquisição da cal hidratada deverá ser baseada no teor de 68% de óxido de cálcio no material fornecido, com uma escala de bonificações para cal com teor acima de 68% e uma escala de penalidades para cal com teores inferiores e rejeição no caso de teor de óxido de cálcio disponível menor que 62%. Deverá haver uma escala de bônus ou penalidades dependendo do material fornecido.



vada provocará fumos e vapôres excessivos, e temperaturas muito baixas desaceleram a taxa de extinção e produzem um leite de cal volumoso. Na prática, a tendência é no sentido do uso de temperaturas mais elevadas com ventilação adequada. Muita água dilui a suspensão, diminui o período de retenção e aumenta o volume. Pouca água proporciona uma calda espessa, difícil de manipular.

Preço: O preço médio da cal virgem é de Cr\$ 130,00 a tonelada incluídos I.P.I. e transporte, com porcentagem média de 95% de CaO.

3.2.3 — Cal extinta

Propriedades físicas e químicas.

A cal extinta, Ca (OH)₂ apresenta-se como um pó branco, leve ou denso, com as seguintes características:

pêso molecular	74,1
pêso	(0,42 — 0,77) Kg/1
	(0,64 — 1,12) Kg/1
solubilidade	0,014 g/ℓ a 20° C
	0,012 g/ℓ a 32° C

Apresentação comercial

Comercialmente apresenta-se com 85 — 99% de Ca(OH)₂ e 63-73% de Ca O. Para o seu acondicionamento pode ser utilizado asfalto, cimento, ferro, borracha ou aço. É necessária agitação do funil de carga na dosagem a sêco da forma leve.

Preço: O preço médio da cal hidratada em S. Paulo é de Cr\$ 160,00 por tonelada, incluídos I.P.I. e transporte, com concentração média de 65% de Ca O e 85% de Ca (OH)₂

3.3 — Cálculos de custo anual

3.3.1 — Cal hidratada

- gasto mensal de 96 ton. de cal hidratada, concentração média de Ca (OH)₂ = 85% (ETA Rio Grande).
- custo — Cr\$ 160,00 por tonelada com I.P.I. incluso o pôsto em São Paulo.
- cálculo do custo mensal da cal hidratada:
96 ton. × 160,00 = 15.360,00
- custo anual: Cr\$ 184.320,00

3.3.2 — Cal virgem

temos $96 \times 0,85 = 81,6$ ton de Ca (OH)₂ de 100%
custo = Cr\$ 130,00 por ton, com I.P.I. incluso, pôsto em São Paulo. Admitindo-se que a concentração média de cal virgem seja de 95% de CaO (equivale a 125,5% de Ca (OH)₂).

Cálculo do gasto mensal:

$$\frac{81,6}{1,255} = 65,0 \text{ ton.}$$

Cálculo do custo mensal:

$$65,0 \text{ ton.} \times 130,00 = \text{Cr\$ } 8.450,00$$

$$\text{custo anual} \dots\dots\dots \text{Cr\$ } 101.400,00$$

3.3.3 — Soda cáustica

1) Soda em solução 50%

Cálculo do gasto de soda equivalente a 81,6 ton. de Ca (OH)₂ 100%.

Ca (OH) ₂		Na OH
74		40
—		
2		

$$81,6 \times \frac{40 \times 2 \times 81,6}{74} = \frac{6528}{74} = 88,2 \text{ ton.}$$

Custo mensal:

$$720,00 \frac{88,2}{0,5} = \text{Cr\$ } 127.008,00$$

Custo anual: Cr\$ 1.524.000,00

2) Soda fundida 98%

$$88,2 \times 1,660,00 = 149.400,00$$

Custo anual: Cr\$ 1.792.800,00

3) Soda em escamas 98%

$$88,2 \times 2.400,00 = 225.000,00$$

Custo anual: Cr\$ 2.700.000,00

4 — EQUIPAMENTOS

Vários são os tipos de dosadores que têm sido empregados na aplicação de produtos químicos; porém, tendo em vista uma operação mais fácil e uma dosagem mais correta, procurando ainda utilizar, sempre que possível equipamento de procedência nacional, podemos fazer o seguinte levantamento.

4.1. — Cal virgem:

Numa instalação para cal virgem, precisaremos, de acôrdo com a fig. 1:

a) 1 soprador de alta pressão + dutos	80.000,00
b) 2 silos de estocagem	120.000,00
c) 2 silos de operação	80.000,00
d) 2 dosadores gravimétricos ...	80.000,00
e) 2 extintores de cal	76.000,00
* Total	436.000,00

* Amortização:

Amortização em 10 anos. Juros de 8% ao ano, utilizando-se a fórmula:

$$R = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde: P — importância atual

R — cada pagamento de fim de período numa série uniforme de n períodos.

i — taxa de juros por período

n — número de períodos de juro.

$$R = 436.000,00 \frac{0,08 (1 + 0,08)^{10}}{(1 + 0,08)^{10} - 1} =$$

$$= 436.000,00 (0,149)$$

R = Cr\$ 64.964,00 ao ano.

Obs.: Apenas os itens **d** e **e** são de procedência americana, pois até este instante não existe nenhum similar nacional de qualidade satisfatória.

4.2. — Cal hidratada fig. 2

Para utilização de cal hidratada necessitaremos praticamente dos mesmos equipamentos, com um custo então de Cr\$ 436.000,00.

Uma simplificação porém pode ser feita, e esta seria a utilização de uma caixa de dissolução ao invés do extintor de cal. Dêste modo, com exceção do dosador, todo equipamento seria de origem nacional, e o custo seria de Cr\$ 386.000,00.

Amortização

R = 386.000,00 (0,149) = Cr\$ 57.514,00 ao ano.

4.3. — Soda cáustica fig. 3

Para a aplicação de soda cáustica, a instalação típica é a apresentada na fig. 3 onde temos:

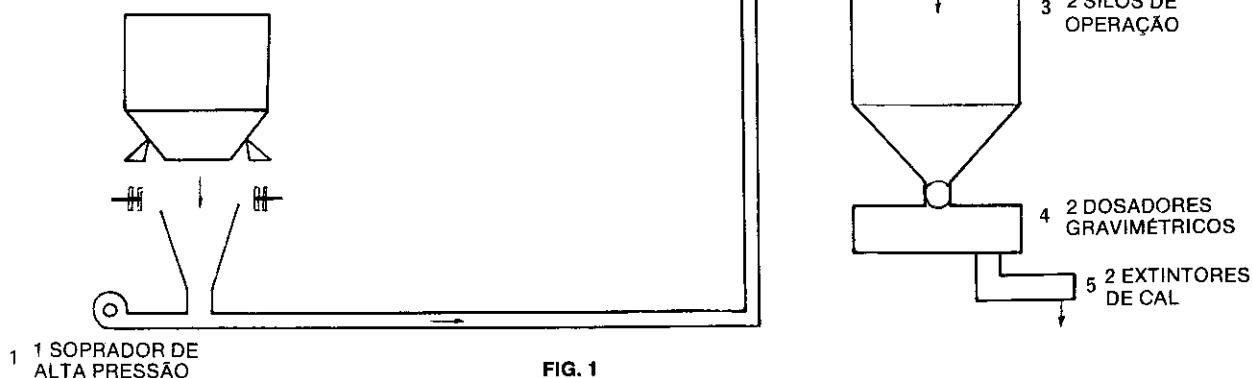
1 bomba de transferência para a soda cáustica	700,00
2 tanques de chapa de aço p/ 50.000l	20.000,00
1 medidor magnético de vazão	12.000,00
1 hidrômetro 3 m ³	50,00
Total	32.750,00

Obs.: No caso da utilização da soda cáustica fundida ou em escamas, além do equipamento normalmente empregado pela soda cáustica em solução, é necessário um tanque de dissolução.

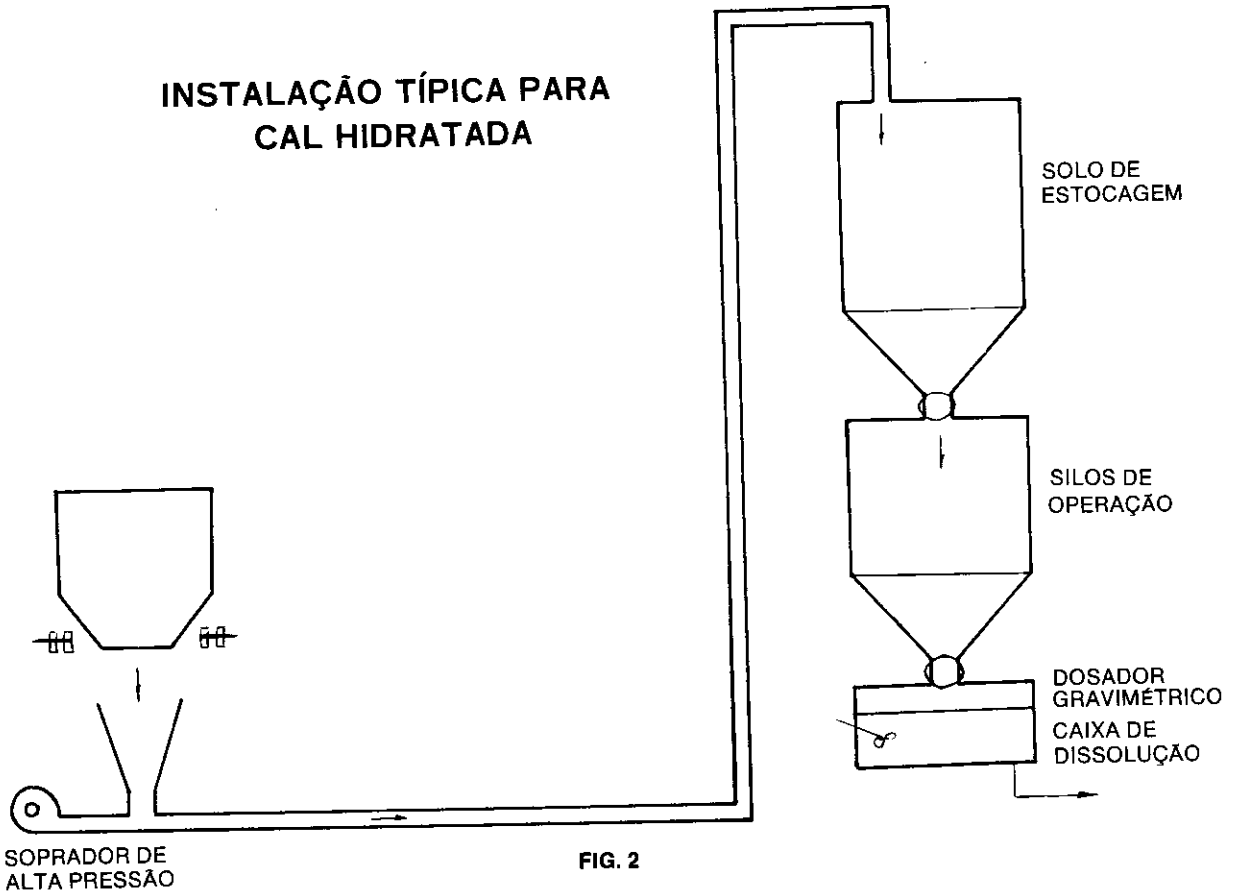
Amortização

R = 32.750,00 (0,149) = Cr\$ 4.880,00 ao ano.

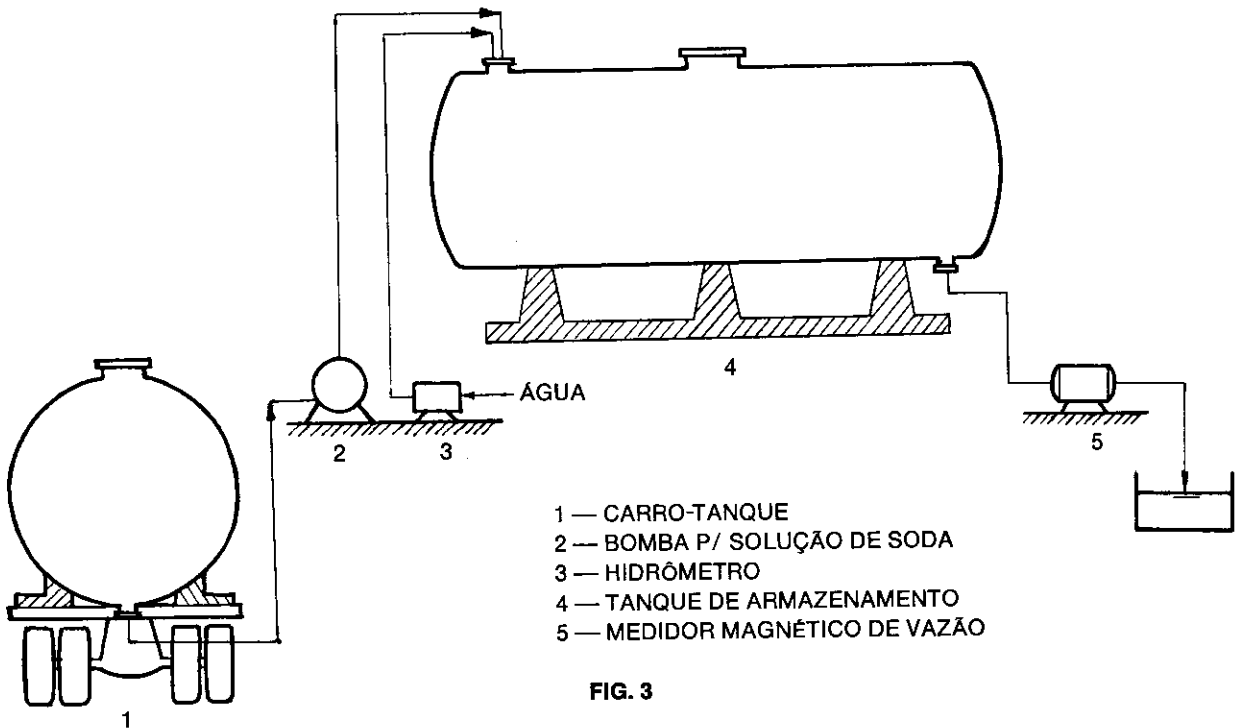
INSTALAÇÃO TÍPICA PARA CAL VIRGEM



INSTALAÇÃO TÍPICA PARA CAL HIDRATADA



INSTALAÇÃO TÍPICA PARA SODA CÁUSTICA



5 — QUADRO COMPARATIVO

5.1 — Custos

BASE		Custo anual da base (Cr\$) (81,6 ton de Ca(OH) ₂ 100%	Equipamentos (amortização anual — Cr\$)	TOTAL ANUAL (Cr\$)	Comparação em relação à cal virgem
Soda cáustica	Escamas	2.700.000,00	4.880,00	2.704.880,00	16,3
	Fundida	1.792.800,00	4.880,00	1.797.680,00	10,8
	Solução	1.524.000,00	4.880,00	1.528.880,00	9,2
Cal Hidratada		184.320,00	57.514,00	241.734,00	1,5
Cal Virgem		101.400,00	64.964,00	166.364,00	1,0

5.2. — Vantagens e desvantagens

	Vantagens	Desvantagens
Hidróxido de Cálcio (Ca OH) ₂	<ul style="list-style-type: none"> — custo baixo — facilidade de aquisição — contribui na formação da camada protetora das tubulações — não é corrosiva 	<ul style="list-style-type: none"> — baixo teor de pureza — aumento de turbidez — aumento da dureza — equipamento caro — tempo de estocagem limitado — perdas no manuseio; aumento do trabalho de manutenção — pó sufocante — operação trabalhosa
Óxido de Cálcio Ca O	<ul style="list-style-type: none"> — custo baixo — alto grau de pureza — camada protetora das tubulações 	<ul style="list-style-type: none"> — operação trabalhosa — período de estocagem limitada — requer cuidados especiais no manuseio — aumenta a turbidez — aumenta a dureza — equipamento caro — é necessário extintor
Hidróxido de Sódio Na OH	<ul style="list-style-type: none"> — facilidade de operação — equipamento mais barato — não aumenta a dureza — não aumenta a turbidez — menor quantidade de insolúveis — facilidade de estocagem — alto grau de pureza 	<ul style="list-style-type: none"> — custo maior — emprêgo condicionado à dureza da água — é corrosiva; requer maiores cuidados no manuseio — instabilidade do mercado

6 — CONCLUSÃO

Pelo quadro comparativo vemos que a base que apresenta menor custo, é a cal virgem.

A cal hidratada apresenta um custo de 1,5 vezes o da cal virgem.

A soda cáustica em solução tem um custo de aproximadamente 9 vezes o da cal virgem.

No tratamento de água o aspecto mais importante não é o custo do tratamento, mas sim a qualidade de água obtida no fim do tratamento. Por exemplo, a cal virgem apresenta uma grande vantagem em relação a cal hidratada, quanto ao grau de pureza. Este grau de pureza tem reflexo na turbidez da água final, além do depósito de substâncias insolúveis nos reservatórios e canalizações.

A soda cáustica apresenta vantagens sobre a cal virgem e a cal hidratada, pois aumenta a turbidez da água e tem menor quantidade de insolúveis.

De uma forma geral as águas brutas tratadas pela COMASP, são ligeiramente ácidas e de baixa alcalinidade, isto é, de características corrosivas. Neste caso recomenda-se a cal hidratada ou a cal virgem que fornecem o cálcio que contribui na formação da camada protetora de carbonato de cálcio. Assim sendo, devemos verificar, teórica e praticamente, as vantagens e desvantagens que cada base oferece ao tratamento de uma determinada água, e em seguida escolher qual a melhor base.