

Custo Operacional da Desinfecção com Cloro e Hipoclorito de Sódio

Eng.º LUIS H. HORTA DE MACEDO (*)
Eng.º MASSAO NOGUTI (**)

1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem o objetivo de verificar o custo da cloração em instalações de tratamento de água e verificar em que condições é mais econômico aplicar o cloro, acondicionado em cilindros de 40 e 900 kg ou composto de cloro sob a forma de solução de hipoclorito de sódio.

Neste estudo foram feitas várias hipóteses e considerações a fim de simplificar o trabalho, tornando-o mais prático.

O cloro utilizado na desinfecção da água de abastecimento público pode ser adquirido no mercado sob a forma líquida (Cl_2), sob a forma de solução de hipoclorito de sódio ou ainda sob a forma sólida de hipoclorito de cálcio.

No Estado de São Paulo, a água de abastecimento público geralmen-

te é desinfetada com cloro ou hipoclorito de sódio. O hipoclorito de cálcio não é utilizado devido a seu alto custo. O cloro líquido é utilizado em pequenas, médias e grandes instalações.

O hipoclorito de sódio é geralmente utilizado em pequenas instalações.

Para a elaboração do custo operacional da desinfecção com cloro e hipoclorito de sódio foram considerados os seguintes itens:

- Custo do produto químico
- Custo do acondicionamento (vasilhame)
- Custo do equipamento de cloração
- Custo da instalação
- Custo do transporte
- Custo da talha - somente quando se utiliza cloro acondicionado em cilindros de 900 kg.

O custo anual de acondicionamento, equipamento de cloração e instalação foi calculado em termos de equi-

valente uniforme anual (E.U.A.) (1), levando-se em conta a vida útil equivalente a cada item e uma taxa de desconto de 12% ao ano. O equivalente uniforme anual é calculado a partir da equação:

$$EUA = \frac{Va}{\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}}$$

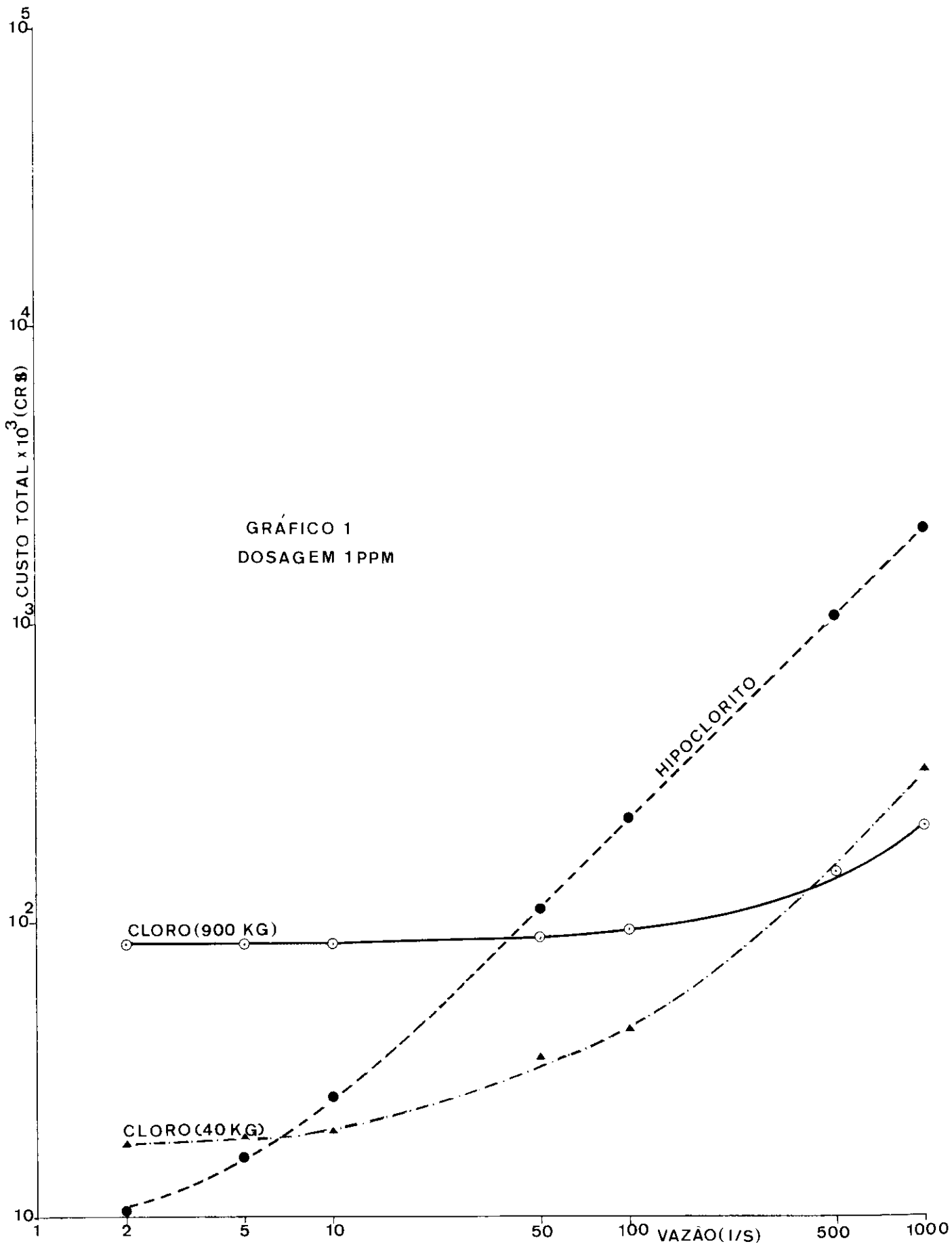
Onde:

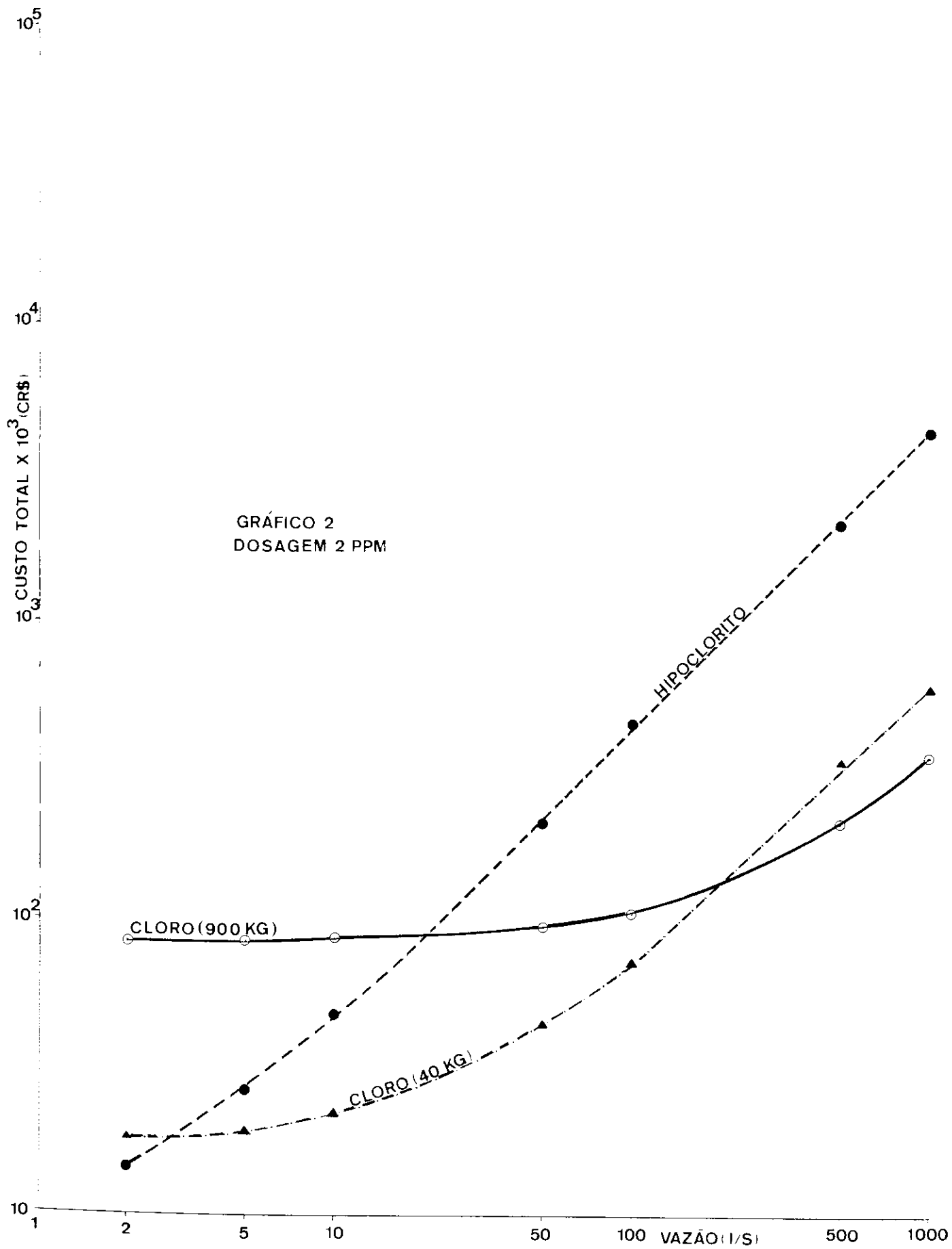
Va = Valor atual
i = Taxa de desconto 12% a.a. (2)
n = Vida útil (anos)

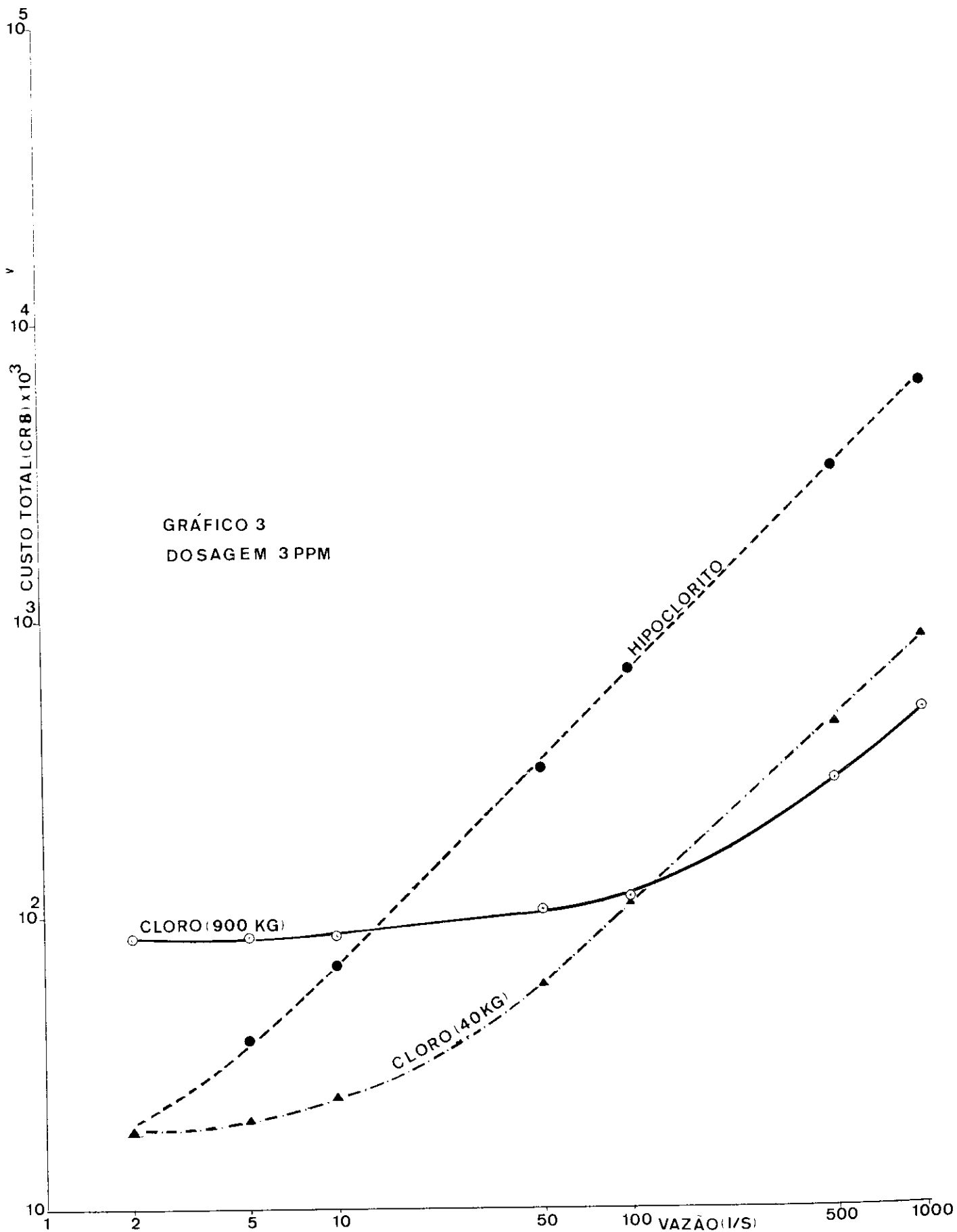
(1) "Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento PIERRE JACQUES EHRlich — pág. 52.

(2) Segundo a nova regulamentação das tarifas de Saneamento Básico, Lei 6.528 de maio de 1978, a remuneração sobre o investimento reconhecido das Companhias de Saneamento Básico é de 12% ao ano, podendo portanto, ser esta taxa considerada como a taxa relevante de desconto.

(*) Chefe do Departamento de Controle Sanitário — Diretoria de Operação da SABESP.
(**) Chefe da Divisão Técnica de Tratamento — Diretoria de Operação da SABESP.







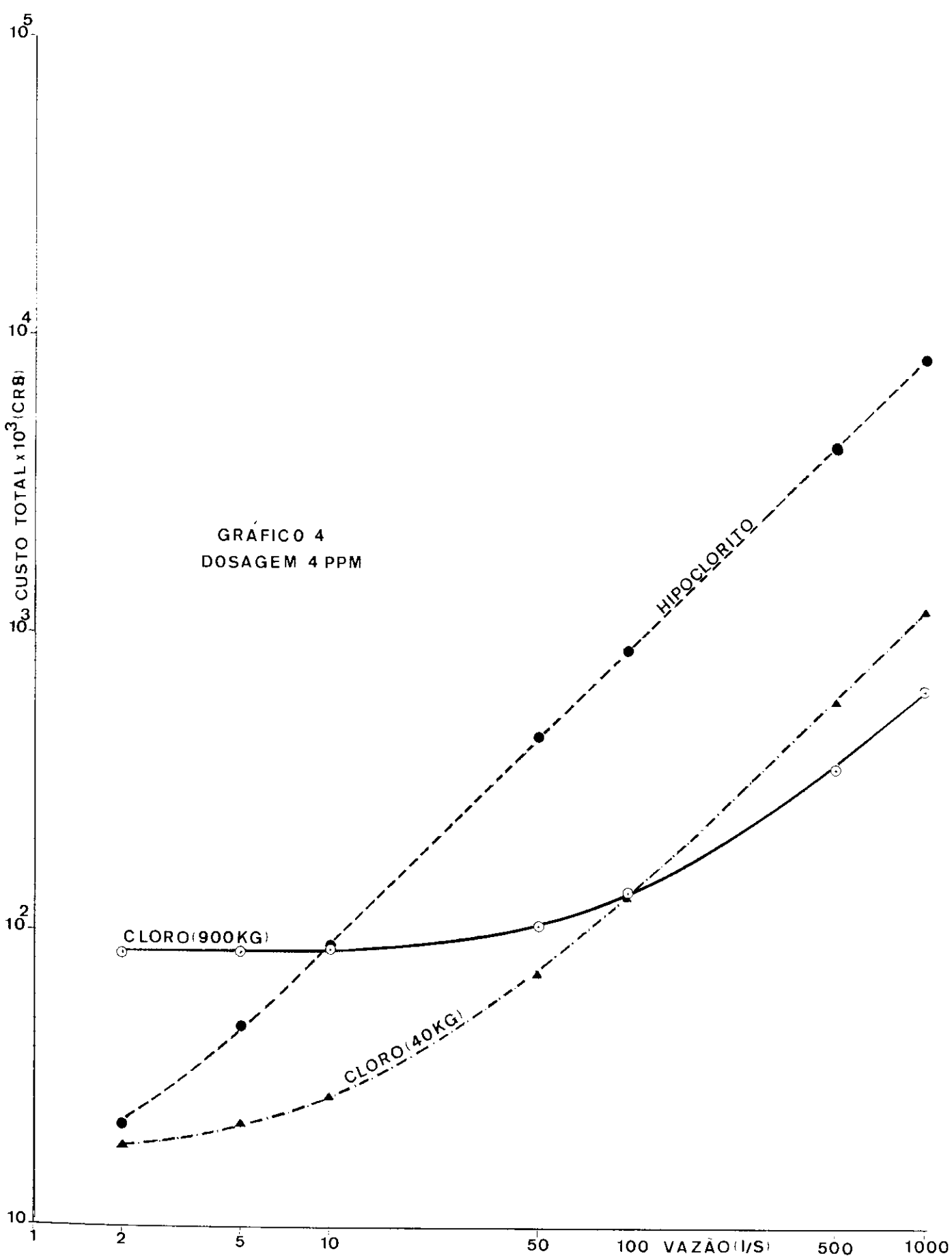
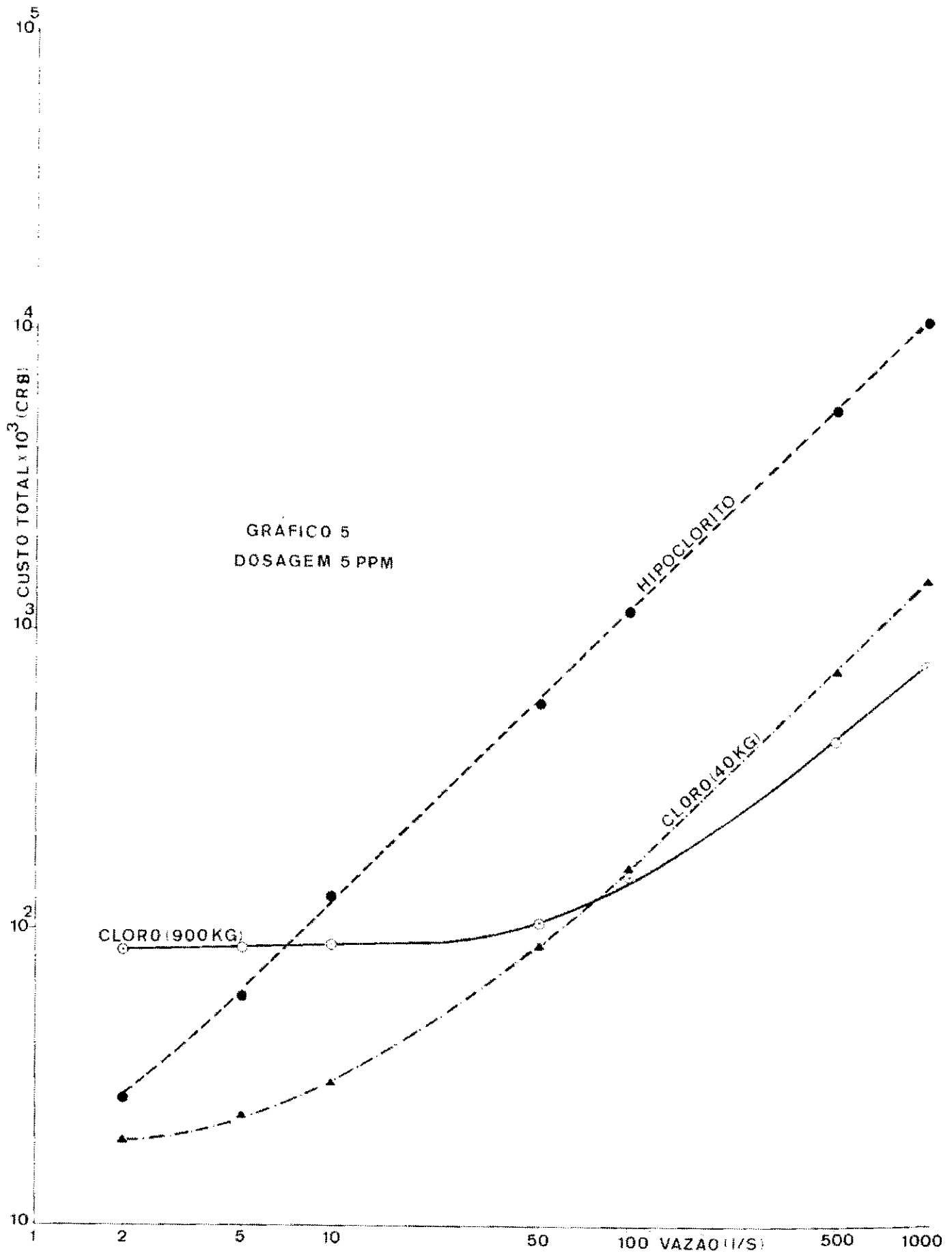


GRÁFICO 4
 DOSAGEM 4 PPM



II — RESUMO

Através dos gráficos 1, 2, 3, 4 e 5, obtivemos o quadro abaixo, que resume em quais condições é mais econômico a utilização de hipoclorito de sódio ou cloro acondicionado em cilindros de 40 kg e 900 kg.

Faixa de Vazão (l/s)	DOSAGEM (mg/l)				
	1	2	3	4	5
0 — 2	Hipoclorito	Hipoclorito	Hipoclorito Cloro 40	Hipoclorito Cloro 40	Hipoclorito Cloro 40
2 — 5	Hipoclorito	Hipoclorito Cloro 40	Hipoclorito Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40
5 — 10	Hipoclorito Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40
10 — 50	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40
50 — 100	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40	Cloro 40 Cloro 900	Cloro 40 Cloro 900
100 — 500	Cloro 40 Cloro 900	Cloro 40 Cloro 900	Cloro 40 Cloro 900	Cloro 40 Cloro 900	Cloro 900
500 — 1000	Cloro 900	Cloro 900	Cloro 900	Cloro 900	Cloro 900

3. CONCLUSÕES

1. Para vazões de 0 a 5 l/s, é mais econômico a utilização de hipoclorito de sódio ou cloro em cilindros de 40 kg. Para pequenas vazões e pequenas dosagens de cloro é recomendado a utilização de hipoclorito. Para vazões e dosagens intermediárias pode-se utilizar hipoclorito ou cloro em cilindros de 40 kg. Para vazões de 2 a 5 l/s e dosagens de cloro em 4 e 5 mg/l, é recomendado a utilização de cloro em cilindros de 40 kg.

2. Para vazões de 5 a 50 l/s a utilização de cloro acondicionado em cilindros de 40 kg, apresenta menor custo, com excessão da condição de dosagem de 1 mg/l de cloro. Nesta dosagem, pode ser utilizado também o hipoclorito.

3. Para vazões de 50 a 100 l/s e dosagens de 1 a 3 mg/l de cloro, é mais econômico a utilização de cilindros de cloro de 40 kg. Dosagens de 4 e 5 mg/l de cloro, a utilização de cilindros de cloro de 40 kg ou de 900 kg é mais econômico.

4. Para vazões de 100 a 500 l/s e dosagens entre 1 a 4 mg/l de cloro, a utilização de cloro embalado em cilindros de 40 kg ou 900 kg, apresenta menor custo. Para dosagem de 5 mg/l de cloro é mais econômico a utilização de cilindros de 900 kg de cloro.

5. Para vazões acima de 500 l/s, a utilização de cilindros de 900 kg de cloro, apresenta menor custo.

4. CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL DA DESINFECÇÃO COM CLORO E HIPOCLORITO DE SÓDIO

1. Custo do Produto

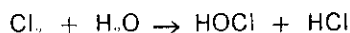
O cloro líquido é acondicionado em cilindros especiais de aço. Esses cilindros, normalmente têm capacidade de 40 ou 900 kg de cloro, pesando, quando vazios, 70 e 730 kg respectivamente.

	Custo (Cr\$/kg)			
	Cloro em cilindros 900 kg	Cloro em cilindros 40 kg	Hipoclorito de Sódio * (8,3%)	Hipoclorito de Cálcio (70%)
Produto Comercial (1 kg)	2,91	5,31	1,33	79,00
Cloro Ativo (base de cálculo 1 kg Cl ₂)	2,91	5,31	16,60	113,00

* A concentração de hipoclorito de sódio adotada foi 8,3%, após efetuarmos 20 análises de amostras coletadas em várias cidades que estão aplicando este composto.

O hipoclorito de sódio comercial apresenta-se no mercado sob a forma de solução aquosa com concentração em torno de 10 a 12% de cloro ativo. Pode ser embalado em bombonas de plástico de 50 kg ou em carro-tanque especial.

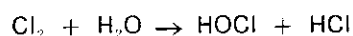
Chamamos de cloro ativo o composto de cloro que realmente atua como agente desinfetante. Quando adicionarmos cloro à água que não contenha nitrogênio amoniacal, obtemos a seguinte reação:



O composto de cloro que atua como desinfetante é o HOCl. O HCl não tem nenhuma propriedade desinfetante.

1.1 Cálculo de cloro ativo

a) cloro líquido (Cl₂)



Peso molecular: Cl₂ = 71
HOCl = 52,5

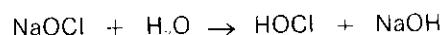
71 mg Cl₂ 52,5 mg HOCl

1.000.000 mg Cl₂ (1 kg) x

x = 739.000 mg = 0,739 kg HOCl

Portanto 1 kg de cloro líquido (Cl₂) produz 0,739 kg de ácido hipocloroso (HOCl).

b) Hipoclorito de Sódio (NaOCl)



Peso molecular do NaOCl = 74,5

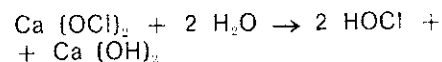
74,5 mg NaOCl 52,5 mg HOCl

1.000.000 mg NaOCl x

x = 705.000 mg = 0,705 kg HOCl

Portanto 1 kg de NaOCl produz 0,705 kg de HOCl.

c) Hipoclorito de Cálcio Ca (OCI)₂



Peso molecular do Ca (OCI)₂ = 143

143 mg Ca (OCI)₂ 2(52,5) mg HOCl

1.000.000 mg Ca (OCI)₂ x

x = 734.000 mg = 0,734 kg HOCl

Portanto 1 kg de Ca (OCI)₂ produz 0,734 kg de HOCl.

1.2 Consumo de cloro

Para o cálculo do consumo de cloro de uma ETA ou de um posto de cloração vamos considerar um consumo de 1, 2, 3, 4 e 5 mg/l de cloro. No caso do hipoclorito consideraremos que a concentração de sua solução seja de 8,3%.

CUSTO**1.2.1 Consumo de cloro, dosagem de 1 mg/l de cloro**

1.2.1.1 Consumo médio

Vazão (l/s)	Consumo de cloro líquido (kg)		Consumo de Hipoclorito de Sódio a 8,3% (kg)	
	Dia	Mês	Dia	Mês
2	0,17	5	2,08	62,40
5	0,43	13	5,20	156,00
10	0,86	26	10,40	312,00
50	4,32	129	52,00	1560,00
100	8,64	259	104,11	3123,30
500	43,20	1296	520,56	15616,80
1000	86,40	2592	1041,12	31233,60

1.2.1.2 Custo anual do cloro

Vazão (l/s)	Consumo Anual (kg)	Cloro líquido		Hipoclorito de sódio	
		Custo anual 900 kg	Cr\$ 40 kg	Consumo Anual (kg)	Custo Anual (Cr\$)
2	60	174,00	318,00	748,80	995,90
5	156	453,00	828,00	1872,00	2489,76
10	312	907,00	1656,00	3744,00	4979,52
50	1548	4502,00	8220,00	18720,00	24897,60
100	3108	9039,00	16504,00	37476,00	49843,08
500	15552	45232,00	82588,00	187392,00	249231,36
1000	31104	90465,00	165176,00	374796,00	498478,68

1.2.2 Consumo de cloro, dosagem de 2 mg/l de cloro

1.2.2.1 Consumo médio

Vazão (l/s)	Consumo de cloro líquido (kg)		Consumo de Hipoclorito de Sódio a 8,3% (kg)	
	Dia	Mês	Dia	Mês
2	0,35	10	4,16	125
5	0,86	26	10,40	312
10	1,73	52	20,81	624
50	8,64	258	104,06	3122
100	17,28	516	208,14	6244
500	86,40	2580	1040,69	31220
1000	172,80	5160	2081,37	62441

1.2.2.2 Consumo anual de cloro

Vazão (l/s)	Consumo Anual (kg)	Cloro líquido		Hipoclorito de sódio	
		Custo anual 900 kg	Cr\$ 40 kg	Consumo Anual (kg)	Custo Anual (Cr\$)
2	125	363,00	664,00	1500	1995,00
5	312	908,00	1657,00	3740	4979,00
10	624	1816,00	3313,00	7488	9959,00
50	3120	9079,00	16567,00	37464	49827,00
100	6240	18178,00	33134,00	74928	99654,00
500	31200	90792,00	165672,00	374640	498271,00
1000	62400	181584,00	331344,00	749292	996558,00

1.2.3 Consumo de cloro, dosagem de 3 mg/l de cloro

1.2.3.1 Consumo médio

Vazão (l/s)	Consumo de cloro líquido (kg)		Consumo de Hipoclorito de Sódio a 8,3% (kg)	
	Dia	Mês	Dia	Mês
2	0,52	16	6,24	187
5	1,29	39	15,61	468
10	2,59	78	31,22	936
50	12,96	389	156,12	4683
100	25,92	778	312,20	9366
500	129,6	3888	1561,20	46836
1000	259,2	7776	3122,00	93660

1.2.3.2 Consumo anual de cloro

Vazão (l/s)	Consumo Anual (kg)	Cloro líquido		Hipoclorito de sódio	
		Custo 900 kg	anual Cr\$ 40 kg	Consumo Anual (kg)	Custo Anual (Cr\$)
2	192	559,00	1019,00	2244	2985,00
5	468	1362,00	2485,00	5616	7469,00
10	936	2724,00	4970,00	11232	14939,00
50	4668	13583,00	24787,00	56196	74741,00
100	9336	27168,00	49574,00	112392	149481,00
500	46656	135769,00	247743,00	562032	747502,00
1000	93312	271538,00	495487,00	1123920	1494813,00

1.2.4 Consumo de cloro, dosagem de 4 mg/l de cloro

1.2.4.1 Consumo médio

Vazão (l/s)	Consumo de cloro líquido (kg)		Consumo de Hipoclorito de Sódio a 8,3% (kg)	
	Dia	Mês	Dia	Mês
2	0,69	21	8,33	250
5	1,73	52	20,81	624
10	3,45	104	41,63	1249
50	17,30	519	208,18	6245
100	34,56	1037	416,36	12491
500	173	5190	2081,80	62454
1000	345,6	10370	4163,61	124908

1.2.4.2 Consumo anual de cloro

Vazão (l/s)	Consumo Anual (kg)	Cloro líquido		Hipoclorito de sódio	
		Custo 900 kg	anual Cr\$ 40 kg	Consumo Anual (kg)	Custo Anual (Cr\$)
2	252	733,00	1338,00	3000	3990,00
5	624	1916,00	3313,00	7488	9959,00
10	1248	3632,00	6627,00	14988	19934,00
50	6228	18123,00	33071,00	74940	99670,00
100	12444	36212,00	66078,00	149892	199356,00
500	62280	181235,00	330707,00	749448	996766,00
1000	124440	263120,00	660776,00	1498896	1993532,00

CUSTO

1.2.5 Consumo de cloro, dosagem de 5 mg/l de cloro

1.2.5.1 Consumo médio

Vazão (l/s)	Consumo de cloro líquido (kg)		Consumo de Hipoclorito de Sódio a 8,3% (kg)	
	dia	mês	dia	mês
2	0,86	26	10,41	312
5	2,16	65	26,02	780
10	4,32	130	52,04	1561
50	21,60	650	260,24	7807
100	43,20	1300	520,47	15614
500	216,00	6500	2602,37	78071
1000	432,00	13000	5204,73	156141

2. FORNECIMENTO DE CLORO

O cloro líquido utilizado pela SA-BESP é fornecido em cilindros de 900 e 40 kg. O hipoclorito de sódio é vendido em bombonas de 50 litros ou em caminhão tanque.

Para o cálculo do número de cilindros de cloro e bombonas de hipoclorito necessários para atender uma instalação de tratamento de água, para efeito de transporte e estoque, o Departamento de Materiais (DMT) da SABESP baseia-se no consumo mensal dessa instalação mais 100%. Por exemplo, se uma ETA consome 40 kg de cloro por mês, o número de cilindros de cloro com capacidade de 40 kg. é 2.

1.2.5.2 Consumo anual de cloro

Vazão (l/s)	Consumo Anual (kg)	Cloro líquido		Hipoclorito de sódio	
		Custo anual Cr\$ 900 kg	Cr\$ 40 kg	Consumo Anual (kg)	Custo Anual (Cr\$)
2	306	890,00	1625,00	3744	4980,00
5	788	2293,00	4184,00	9360	12450,00
10	1577	4589,00	8373,00	18732	24914,00
50	7880	22930,00	41840,00	93684	124600,00
100	15770	45890,00	83730,00	187368	249200,00
500	78000	229300,00	418400,00	936852	1.246013,00
1000	157700	458900,00	837300,00	1873692	2.492010,00

3. CUSTO ANUAL DO ACONDICIONAMENTO (VASILHAME)

Embalagem de Cloro	Custo Unitário (Cr\$)	Vida Útil (anos)	Equivalente Uniforme Anual (Cr\$)
Cilindro de 900 kg	26.000,00	10	4.602,00
Cilindro de 40 kg	4.000,00	10	708,00
Bombona de 50 litros	160,00	3	67,00

3.1 NÚMERO DE CILINDROS NECESSÁRIOS EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 1 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Consumo mensal de cloro (Kg)	N.º de cilindros necessários inclusive estoque		N.º de bombas ne- cessárias inclusi- ve estoque
		40 kg	900 kg	
2	5	2	2	4
5	13	2	2	8
10	26	2	2	14
50	129	7	2	62
100	259	13	2	125
500	1296	65	4	625
1000	2592	130	6	1250

3.2 CUSTO ANUAL

Vazão (l/s)	Custo Anual (Cr\$)		
	Cilindros 40 kg	Cilindros 900 kg	Bombonas
2	1416,00	9204,00	268,00
5	1416,00	9204,00	536,00
10	1416,00	9204,00	938,00
50	4956,00	9204,00	4154,00
100	9204,00	9204,00	9375,00
500	46020,00	18408,00	41875,00
1000	92040,00	27612,00	83750,00

3.3 NÚMERO DE CILINDROS NECESSÁRIOS EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 2 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Consumo mensal de cloro (Kg)	N.º de cilindros necessários inclusive estoque		N.º de bombas ne- cessárias inclui- ve estoque
		40 kg	900 kg	
2	10	2	2	6
5	26	2	2	14
10	52	4	2	26
50	258	14	2	126
100	516	26	2	250
500	2580	130	6	1248
1000	5160	258	12	2500

3.4 CUSTO ANUAL DE EMBALAGEM EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 2 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros 40 kg	Custo Anual (Cr\$)		Bombonas
		Cilindros 40 kg	Cilindros 900 kg	
2	1416,00	9204,00	402,00	
5	1416,00	9204,00	938,00	
10	2832,00	9204,00	1742,00	
50	9912,00	9204,00	8442,00	
100	18408,00	9204,00	16750,00	
500	92040,00	27612,00	83616,00	
1000	182664,00	55224,00	167500,00	

3.5 NÚMERO DE CILINDROS NECESSÁRIOS EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 3 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Consumo mensal de cloro (Kg)	N.º de cilindros necessários inclusive estoque		N.º de bombas ne- cessárias inclui- ve estoque
		40 kg	900 kg	
2	16	2	2	8
5	39	2	2	20
10	78	4	2	38
50	389	20	2	188
100	778	40	2	376
500	3888	200	10	1874
1000	7776	390	18	3748

3.6 CUSTO ANUAL DE EMBALAGEM EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 3 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros 40 kg	Custo Anual (Cr\$)		Bombonas
		Cilindros 40 kg	Cilindros 900 kg	
2	1416,00	9204,00	536,00	
5	1416,00	9204,00	1340,00	
10	2832,00	9204,00	2546,00	
50	14160,00	9204,00	12596,00	
100	28320,00	9204,00	25192,00	
500	141600,00	46020,00	125558,00	
1000	276120,00	82836,00	251116,00	

CUSTO

3.7 NÚMERO DE CILINDROS NECESSÁRIOS EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 4 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Consumo mensal de cloro (Kg)	N.º de cilindros necessários inclusive estoque		N.º de bombas ne- cessárias inclui- ve estoque
		40 kg	900 kg	
2	21	2	2	10
5	52	4	2	26
10	104	6	2	50
50	519	26	2	250
100	1037	52	4	500
500	5190	260	12	2500
1000	10370	520	24	5000

3.8 CUSTO ANUAL DE EMBALAGEM EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 4 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros 40 kg	Custo Anual (Cr\$)		Bombonas
		Cilindros 40 kg	Cilindros 900 kg	
2	1416,00	9204,00	670,00	
5	2832,00	9204,00	1742,00	
10	4248,00	9204,00	2250,00	
50	18408,00	9204,00	16750,00	
100	36816,00	18408,00	22500,00	
500	184080,00	55224,00	167500,00	
1000	368160,00	110448,00	225000,00	

3.9 NÚMERO DE CILINDROS NECESSÁRIOS EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 5 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Consumo mensal de cloro (Kg)	N.º de cilindros necessários inclusive estoque		N.º de bombas ne- cessárias inclui- ve estoque
		40 kg	900 kg	
2	26	2	2	14
5	65	4	2	32
10	130	7	2	62
50	650	33	2	314
100	1300	65	4	613
500	6500	325	15	3124
1000	13000	650	29	6246

3.10 CUSTO ANUAL DE EMBALAGEM EM FUNÇÃO DA VAZÃO NA DOSAGEM DE 5 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros 40 kg	Custo Anual (Cr\$)		Bombonas
		Cilindros 40 kg	Cilindros 900 kg	
2	1416,00	9204,00	938,00	
5	2832,00	9204,00	2144,00	
10	4956,00	9204,00	4154,00	
50	23364,00	9204,00	21038,00	
100	46020,00	18408,00	41741,00	
500	230100,00	69030,00	209308,00	
1000	460200,00	133458,00	418482,00	

4. EQUIPAMENTO DE CLORAÇÃO

O cloro pode ser dosado de diversas formas, dependendo do consumo e das condições do local.

Dosagem de Cloro (kg/dia)	Equipamento	Custo Aproximado (Cr\$)	Tempo de Vida Útil (anos)	E.U.A. (Cr\$)
200 — 3600	Clorador + Evaporador	380000.00	20	50874,00
0,5 — 225	Clorador pequena capacidade	73000.00	10	12920,00
0 — 300	Bomba dosadora (hipoclorito)	30000.00	15	4405,00
0 — 200	Hipoclorador de emergência (hipoclorito)	3000.00	5	832,00

O conjunto clorador + evaporador é utilizado em instalações em que o consumo de cloro é elevado.

O clorador de pequena capacidade e a bomba dosadora geralmente são utilizados em pequenas e médias instalações.

O hipoclorador de emergência é utilizado em locais onde não existe eletricidade ou em instalações de pequeno porte.

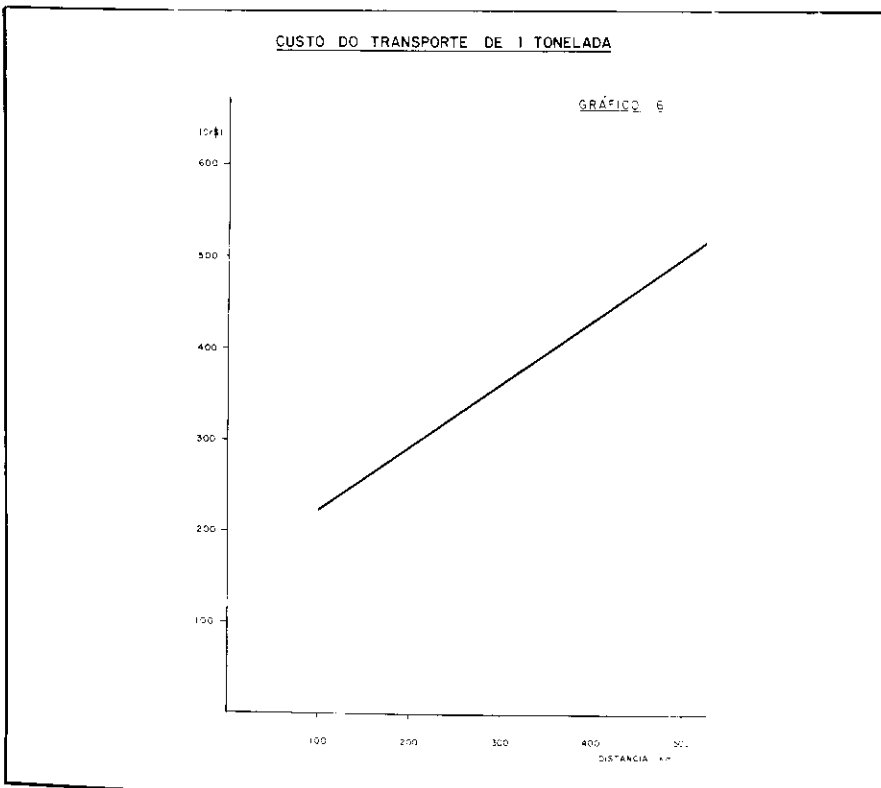
5. CUSTO DO TRANSPORTE

O custo dos transportes de cloro líquido e do hipoclorito de sódio é baseado na distância em que o pro-

duto químico deve ser transportado. O Sindicato das Empresas de Transporte Interestadual de Carga do Estado de São Paulo, apresenta uma tabela de custo do transporte de uma carga de 1 tonelada em função da distância. O gráfico em anexo, resume essa tabela.

A tabela abaixo apresenta o custo do transporte de 1 tonelada de cloro líquido ou seu equivalente em hipoclorito de sódio, incluindo sua embalagem. Consideramos que o produto químico é transportado pela SABESP numa distância média de 200 km. Pelo gráfico esse custo é de: Cr\$... 293,00.

Produto Químico	Peso de 1 ton. cloro ou equivalente em hipoclorito + embalagem (ton)	Custo do transporte de 1 ton. de cloro ou equivalente. Distância 200 km (Cr\$)
Cloro em cilindros de 900 kg	1,92	563,00
Cloro em cilindros de 40 kg	2,75	806,00
Hipoclorito de Sódio 8,3%	12,65	3707,00



6. CUSTO DA INSTALAÇÃO

O custo da instalação engloba as áreas necessárias para armazenagem dos produtos de desinfecção e dos dosadores.

Estimou-se em 6 m² a área mínima da casa de química necessária para o funcionamento de um posto de cloração, onde são utilizados cilindros de 40 kg, 20 m² onde são utilizados cilindros de 900 kg e 4 m² onde são utilizadas bombonas de 50 kg de hipoclorito.

A medida em que as vazões de água e dosagens de cloro aumentam, as áreas necessárias para armazenagem e para os equipamentos de cloração aumentam em função desses dois parâmetros.

Custo unitário do m ² (Cr\$)	Vida útil (anos)	E.U.A. (Cr\$)
4.000,00	20	536,00

O preço do metro quadrado de construção foi estimado em Cr\$ 4.000,00 e o tempo de vida útil em 20 anos.

Para as instalações que operam com cilindros de 900 kg de cloro, há necessidade de uma talha elétrica para a movimentação desses cilindros. O tempo de vida útil estimado foi 10 anos.

7. CUSTO DE MÃO-DE-OBRA

Neste estudo não incluímos um custo adicional de mão-de-obra, pois partimos do pressuposto de que não haverá acréscimo de pessoal, em uma instalação de tratamento, motivado pela introdução da desinfecção. E mais, que o custo operacional de pessoal em instalações que se utilizam de cilindros de 40 ou 900 kg ou ainda hipoclorito, é o mesmo.

8. CUSTO TOTAL DA DESINFECÇÃO

Os quadros a seguir apresentam o custo total da desinfecção com cloro embalados em cilindros de 40 kg e 900 kg e com hipoclorito de sódio, em função das dosagens de 1, 2, 3, 4 e 5 mg/l de cloro.

CUSTO

6.1 CUSTO DE INSTALAÇÃO NA DOSAGEM DE 1 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros de 40 kg		Cilindros de 900 kg		Hipoclorito de Sódio em Bombonas	
	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$
2	6	3216	20	10720	4	2144
5	6	3216	20	10720	4	2144
10	6	3216	20	10720	5	2680
50	6	3216	20	10720	20	10720
100	6	3216	20	10720	50	26800
500	8	4288	20	10720	82	43952
1000	14	7504	20	10720	165	88440

6.2 CUSTO DE INSTALAÇÃO NA DOSAGEM DE 2 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros de 40 kg		Cilindros de 900 kg		Hipoclorito de Sódio em Bombonas	
	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$
2	6	3216	20	10720	4	2144
5	6	3216	20	10720	5	2680
10	6	3216	20	10720	8	4288
50	6	3216	20	10720	20	10720
100	6	3216	20	10720	100	53600
500	16	8576	20	10720	165	88440
1000	28	15008	28	15008	412	220832

6.3 CUSTO DE INSTALAÇÃO NA DOSAGEM DE 3 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros de 40 kg		Cilindros de 900 kg		Hipoclorito de Sódio em Bombonas	
	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$
2	6	3216	20	10720	4	2144
5	6	3216	20	10720	8	4288
10	6	3216	20	10720	10	5360
50	6	3216	20	10720	25	13400
100	7	3752	20	10720	150	80400
500	25	13400	27	14472	300	160800
1000	43	23048	42	22512	577	309272

6.4 CUSTO DE INSTALAÇÃO NA DOSAGEM DE 4 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros de 40 kg		Cilindros de 900 kg		Hipoclorito de Sódio em Bombonas	
	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$
2	6	3216	20	10720	4	2144
5	6	3216	20	10720	8	4288
10	6	3216	20	10720	16	8576
50	7	3752	20	10720	100	53600
100	9	4824	20	10720	200	107200
500	33	17688	36	19296	440	235840
1000	57	30552	56	30016	950	509200

6.5 CUSTO DE INSTALAÇÃO NA DOSAGEM DE 5 mg/l DE CLORO

Vazão (l/s)	Cilindros de 40 kg		Cilindros de 900 kg		Hipoclorito de Sódio em Bombonas	
	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$	m ²	Cr\$
2	6	3216	20	10720	5	2680
5	6	3216	20	10720	10	5360
10	6	3216	20	10720	50	26800
50	8	4288	20	10720	150	80400
100	11	5896	25	13400	300	160800
500	41	21976	45	24120	980	525280
1000	71	38056	70	37520	1800	964800

8.1 DOSAGEM DE CLORO 1 mg/l --- CUSTO TOTAL

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito	996	2490	4979	24897	49843	249230	498478
	Equipamento	4405	4405	4405	4405	4405	4405	4405
	Transporte	2669	6673	13346	66726	133452	667260	1334520
	Embalagem	268	536	938	4154	8375	41875	83750
	Instalações	2144	2144	2680	10720	26800	43952	88440
	Total	10482	16248	26348	110902	222875	1006722	2009593

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 40 kg	Cloro	318	828	1656	8220	16504	82588	165176
	Equipamento	12920	12920	12920	12920	12920	12920	12920
	Transporte	48	126	252	1248	2505	12535	25070
	Embalagem	1416	1416	1416	4956	9204	46020	92040
	Instalações	3216	3216	3216	3216	3216	4288	7504
	Total	17918	18506	19460	30560	44349	158351	302710

		Vazão (l/s)						
Custo (Cr\$)		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 900 kg	Cloro	174	453	907	4502	9039	45232	90465
	Equipamento	50874	50874	50874	50874	50874	50874	50874
	Transporte	34	88	176	872	1750	8756	17512
	Embalagem	9204	9204	9204	9204	9204	18408	27612
	Instalação	10720	10720	10720	10720	10720	10720	10720
	Talha	13642	13642	13642	13642	13642	13642	13642
	Total	84648	84981	85523	89814	95229	147632	210825

8.2 DOSAGEM DE CLORO 2 mg/l --- CUSTO TOTAL

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito	1995	4979	9959	49827	99654	498271	996558
	Equipamento	4405	4405	4405	4405	4405	4405	4405
	Transporte	5561	13864	27758	138879	277758	1388790	2777625
	Embalagem	402	938	1742	8442	16750	83616	167500
	Instalações	2144	2680	4288	10720	53600	88440	220832
	Total	14507	26866	48152	212273	452160	2063522	4166920

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 40 kg	Cloro	664	1657	3313	16567	33134	165672	331344
	Equipamento	12920	12920	12920	12920	12920	12920	12920
	Transporte	101	251	502	2515	5030	25147	50294
	Embalagem	1416	1416	2832	9912	18408	92040	182664
	Instalações	3216	3216	3216	3216	3216	8576	15008
	Total	18317	19460	22783	45130	72708	304355	592230

CUSTO

8.2 DOSAGEM DE CLORO 2 mg/l — CUSTO TOTAL

	Custo (Cr\$)	Vazão (l/s)						
		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 900 kg	Cloro	363	908	1816	9079	18178	90792	181584
	Equipamento	50874	50874	50874	50874	50874	50874	50874
	Transporte	70	176	352	1756	3513	17566	35131
	Embalagem	9204	9204	9204	9204	9204	27612	55224
	Instalação	10720	10720	10720	10720	10720	10720	15008
	Talha	13642	13642	13642	13642	13642	13642	13642
	Total	84873	85524	86608	95275	106131	211206	351463

8.3 DOSAGEM DE CLORO 3 mg/l — CUSTO TOTAL

	Custo	Vazão (l/s)						
		2	5	10	50	100	500	1000
Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito	2985	7469	14939	74741	149481	747502	1494813
	Equipamento	4405	4405	4405	4405	4405	4405	4405
	Transporte	8319	20819	41637	208319	416637	2083453	4166371
	Embalagem	536	1340	2546	12596	25192	125558	251116
	Instalações	2144	4288	5360	13400	80400	160800	309272
	Total	18389	38321	68887	313461	676115	3121718	6225900

	Custo	Vazão (l/s)						
		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 40 kg	Cloro	1019	2485	4970	24787	49574	247743	495487
	Equipamento	12920	12920	12920	12920	12920	12920	12920
	Transporte	155	377	754	3762	7525	37605	75210
	Embalagem	1416	1416	2832	14160	28320	141600	276120
	Instalações	3216	3216	3216	3216	3752	13400	23048
	Total	18726	20414	24692	58845	102091	453268	882785

	Custo (Cr\$)	Vazão (l/s)						
		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 900 kg	Cloro	559	1362	2724	13583	27168	135769	271538
	Equipamento	50874	50874	50874	50874	50874	50874	50874
	Transporte	108	264	527	2628	5256	26267	52535
	Embalagem	9204	9204	9204	9204	9204	46020	82836
	Instalação	10720	10720	10720	10720	10720	14472	22512
	Talha	13642	13642	13642	13642	13642	13642	13642
	Total	85080	86066	87691	100651	116864	287044	493937

8.4 DOSAGEM DE CLORO 4 mg/l — CUSTO TOTAL

	Custo	Vazão (l/s)						
		2	5	10	50	100	500	1000
Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito	3990	9959	19934	99670	199356	996766	1993532
	Equipamento	4405	4405	4405	4405	4405	4405	4405
	Transporte	11121	27758	55561	277803	555650	2778204	5556407
	Embalagem	670	1742	2250	16750	22500	167500	225000
	Instalações	2144	4288	8576	53600	107200	235840	509200
	Total	22330	48152	90726	452228	889111	4182715	8288544

8.4 DOSAGEM DE CLORO 4 mg/l — CUSTO TOTAL

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 40 kg	Cloro	1338	3313	6627	33071	66078	330707	660776
	Equipamento	12920	12920	12920	12920	12920	12920	12920
	Transporte	203	503	1006	5020	10030	50199	100299
	Embalagem	1416	2832	4248	18408	36816	184080	368160
	Instalações	3216	3216	3216	3752	4824	17688	30552
	Total	19093	22784	28017	73171	130668	595594	1172707

		Vazão (l/s)						
Custo (Cr\$)		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 900 kg	Cloro	733	1816	2632	18123	36212	181235	362120
	Equipamento	50874	50874	50874	50874	50874	50874	50874
	Transporte	142	351	702	3506	7006	35064	70060
	Embalagem	9204	9204	9204	9204	18408	55224	110448
	Instalação	10720	10720	10720	10720	10720	19296	30016
	Talha	13642	13642	13642	13642	13642	13642	13642
	Total	85315	86607	88774	106069	136852	355335	637160

8.5 DOSAGEM DE CLORO 5 mg/l — CUSTO TOTAL

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito	4980	12450	24914	124600	249200	1246013	2492010
	Equipamento	4405	4405	4405	4405	4405	4405	4405
	Transporte	13879	34698	69440	347287	694573	3472910	6945776
	Embalagem	938	2144	4154	21038	41741	209308	418482
	Instalações	2680	5360	26800	80400	160800	525280	964800
	Total	26882	59057	129713	577730	1150719	5457916	10825473

		Vazão (l/s)						
Custo		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 40 kg	Cloro	1625	4184	8373	41870	83730	418400	837300
	Transporte	12920	12920	12920	12920	12920	12920	12920
	Equipamento	247	635	1271	6351	12711	63513	127106
	Embalagem	1416	2832	4956	23364	46020	230100	460200
	Instalações	3216	3216	3216	4288	5896	21976	38056
	Total	19424	23787	30736	88793	161277	746909	1475582

		Vazão (l/s)						
Custo (Cr\$)		2	5	10	50	100	500	1000
Cloro 900 kg	Cloro	890	2293	4589	22930	45890	229300	458900
	Equipamento	50874	50874	50874	50874	50874	50874	50874
	Transporte	172	444	888	4436	8879	44364	88785
	Embalagem	9204	9204	9204	9204	18408	69030	133458
	Instalação	10720	10720	10720	10720	13400	24120	37520
	Talha	13642	13642	13642	13642	13642	13642	13642
	Total	85502	87177	89917	111806	151093	431330	783179