



18º Encontro da Câmara Técnica de Controle de Qualidade (CTCQ) da Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais.

13º Workshop de Fornecedores

PORTO ALEGRE - 25/11/2009

DESINFECÇÃO SECUNDÁRIA

JORGE MACÊDO

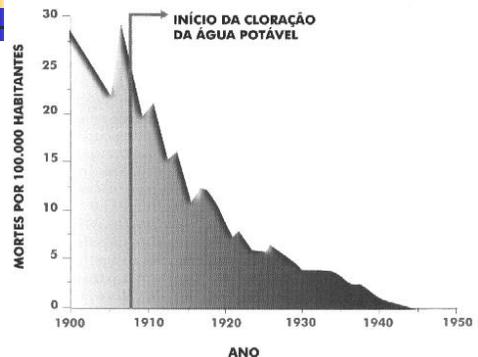
DESINFECÇÃO SECUNDÁRIA

- É o processo de desinfecção em que se aplica de modo **concomitante** duas substâncias químicas com propriedades sanificantes ou de desinfecção.
- O melhor exemplo de aplicação da denominada desinfecção secundária é a utilização de **cloro gás** (derivado clorado inorgânico) e **diclorisocianurato de sódio** (derivado clorado orgânico).

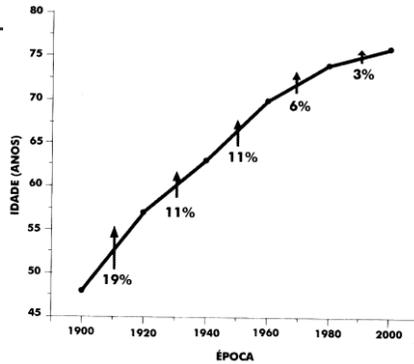
DERIVADOS CLORADOS

IMPORTÂNCIA DO USO DE DERIVADOS CLORADOS PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DA HUMANIDADE.

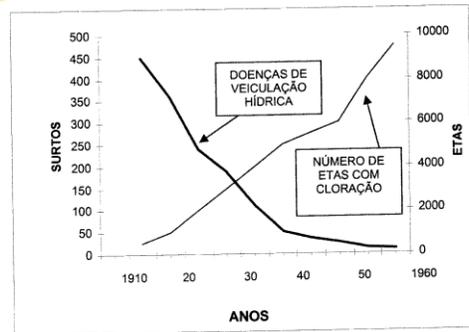
Casos fatais de febre tifóide nos Estados Unidos.



Crescimento da expectativa de vida nos USA após a utilização do processo de desinfecção de água.



Médias anuais de surtos de doenças de veiculação hídrica, entre 1920 e 1960, relacionadas ao número de ETAs com cloração, nos Estados Unidos.



→ O processo de purificação da água através da filtração e cloração foi considerado pelas revistas "*Life*" e "*Veja*", edição especial do Milênio, como um dos 100 fatos (46º) que mudaram o mundo de 1001 até hoje, e talvez o avanço mais importante do milênio na área de saúde pública.

→ Hoje sabe-se que nos países desenvolvidos esse procedimento é responsável diretamente pelo aumento da expectativa de vida da população em cerca de 50%.

DERIVADOS CLORADOS ORGÂNICOS e DERIVADOS CLORADOS INORGÂNICOS

DERIVADOS CLORADOS

CLORO

- NÃO EXISTE A SUBSTÂNCIA “**CLORO**”, NÃO EXISTE A TERMINOLOGIA NO PONTO DE VISTA QUÍMICO.
- NÃO EXISTE “**CLORO**” NA NATUREZA, EXISTEM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE POSSUEM O ELEMENTO QUÍMICO “**CLORO**” NA SUA ESTRUTURA QUÍMICA.
- POR EXEMPLO: CLORETO (Cl⁻).
- NÃO EXISTE GÁS CLORO (Cl₂) NA NATUREZA, É UM PRODUTO DE REAÇÕES QUÍMICAS.

CLORO NA NATUREZA

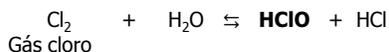
→ GERALMENTE, ENCONTRADO NA NATUREZA, EM COMBINAÇÕES, TAIS COMO CLORETOS, SENDO ESTES CLORETOS ENCONTRADOS EM MINERAIS, COMO A **HALITA** (NaCl), A **SILVITA** (KCl) E A **CARNALITA** (KCl.MgCl₂. 6H₂O), QUE SÃO ENCONTRADOS EM DEPÓSITOS SUBTERRÂNEOS, NAS MINAS DE SAL.

→ O CLORO INDUSTRIAL (GÁS CLORO - Cl₂) É PRODUZIDO PRINCIPALMENTE, PELA ELETRÓLISE DO NaCl FUNDIDO OU EM SOLUÇÃO.

Estruturas químicas dos principais compostos clorados.

Compostos clorados inorgânicos	Teor (%)	Fórmulas
Hipoclorito de sódio	10-12	NaClO
Hipoclorito de cálcio	64	Ca(ClO) ₂
Gás cloro	100	Cl₂
Compostos clorados orgânicos		Fórmulas
Ácido tricloro isocianúrico	90	
Dicloroisocianurato de sódio	56 (**) 60 (*)	

CLORO GÁS



→ O cloro gás, é de difícil manuseio, exigindo para seu uso, equipamento especial e pessoal bem capacitado.

→ É comercializado na forma líquida, em cilindros de aço, em que se encontra comprimido e é 1,5 vezes mais denso que a água.

→ O cloro reverte-se à forma gasosa quando liberado em condições atmosféricas.

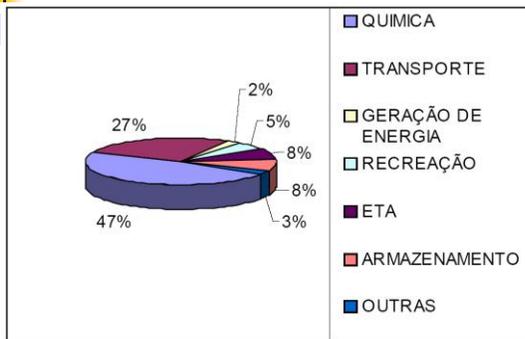
→ Atualmente, o cloro gás é utilizado apenas em grandes estações de tratamento de água para abastecimento público.

Vazamento de gás cloro após acidente mata 9 na Venezuela e mais de 300 pessoas ficaram contaminadas
17/09/09 - 21h07



Produto vazou depois de choque entre dois caminhões. Mais de 300 pessoas ficaram intoxicadas.

ACIDENTES COM CLORO GÁS



Consequências Acidentais: (cilindro 900 Kg)

Hipótese Acidental	Conc. Inicial (ppm)
Ruptura Catastrófica do Cilindro	96.000
Vazamento da Válvula Angular do Cilindro	96.000
Ruptura do Manifold devido a Corrosão	96.000
Ruptura Total do Flexível do Cilindro	96.000
Ruptura Catastrófica do Evaporador	59.000
Vazamento pelo Dreno da Válvula de Alívio do Clorador	16.400

Avaliação das consequências geradas pelo vazamento de cloro foi realizada através do conjunto de calculo do código WHAZAN - World Bank Hazard.

REAÇÕES FISIOLÓGICAS	ppm
Leve Irritação após algumas horas de exposição	1,0
Odor Perceptível	3,5
Quantidade máxima que pode ser respirada por 1 hora sem efeitos sérios	4,0
Irritação da Garganta após curta exposição	15,0
Tosse	30,2
Quantidade perigosa no intervalo de meia a 1 hora	40-60
Quantidade fatal após algumas respirações profundas	1000

SOLUÇÃO EFICIENTE PARA EMISSÕES ACIDENTAIS DE Cl₂.



LAVADOR DE GASES PARA CONTROLE DAS EMISSÕES ACIDENTAIS DE GÁS CLORO

DESINFECÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO COM O USO DE ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO EM TABLETE.

Antonio Alves de Mattos (SABESP).

Engenheiro Químico pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (USP/São Paulo), Engenheiro Sanitarista pela Universidade de São Paulo (USP) e Faculdade de Saúde Pública (USP); e Pós – Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Paulista (UNIP).
XV ENCONTRO TÉCNICO AESABESP – 30/08, 31/08 e 01/09/2004 – São Paulo- SP.

- Na análise de custos envolvidos com o agente desinfetante é importante a avaliação da logística completa para a compra, armazenagem, embalagem, transporte, manuseio, preparação, dosagem, sistema de controle e segurança e, o aspecto considerado mais importante, ou seja, os riscos à saúde do pessoal envolvido no processo e os riscos ao meio ambiente.
- As vantagens e benefícios de utilização de tablete de ácido tricloroisocianúrico** são estabilidade do ácido tricloroisocianúrico por mais de dois anos, concentração elevada de cloro disponível de 90,0 % de Cl_2 , facilidade de transporte e armazenamento, material sólido é mais fácil e seguro no manuseio, lenta e completa dissolução sem formação de resíduos, cloro residual livre em água é mais estável em caso de exposição ao sol e altas temperaturas, influencia no pH equivalente aos outros compostos, derramamentos não são comuns, segurança aos operadores e pessoal nas proximidades da estação de tratamento de água.

Tabla - 7.2 Quadro Comparativo de Custos Sistema de desinfecção - Materiais e Equipamentos

Nº do Item	Descrição	Cloro Gasoso		Descrição	Ácido Tricloroisocianúrico	
		Nº de unidade	Custo (R\$)		Nº de unidade	Custo (R\$)
01	Cilindros de Cloro (60,0 Kg (Operação e Estoque))	10	6.000,00	Bombona Plástica Descontável 50 Kg	14	Incluído no Produto
02	Transporte, Cargueamento, Manuseio e Estocagem (Subsop/Fabricante)	10	36,00			Incluído no Produto
03	Válvulas de Cilindro de cloro	08	520,00			Incluído no Produto
04	Cloro Gasoso/Transporte (Estocagem/ETA)	07 (476 Kg)	466,20	Ácido Tricloroisocianúrico Transporte (Estocagem/ETA)	10 (700 Kg)	518,00
05	Bombas de Alimentação de água	02	3000,00	Bombas de Alimentação de Água Torre de Substituição de Tablets	02	Incluído no Produto
06	Doador de Cloro	02	2000,00			Incluído no Produto
08	Kit de Segurança para Cilindro e Válvula	02	3000,00			Incluído no Produto
09	Detector de Cloro	01	600,00			Incluído no Produto
10	Máscara de Segurança e Aparelho Autônomo para Respiração (Drager)	01	3400,00			Incluído no Produto
11	Manutenção, Limpeza, Reparo e Inspeção de Cilindro		700,00			Incluído no Produto
12	Sistema de Lavagem de Gás (Lavagem de Gás)	01	n.c.			Incluído no Produto
13	Manutenção para água	01	150,00			Incluído no Produto
14	Manutenção para cloro	01	150,00			Incluído no Produto
15	Válvulas de Eferia PVC	10	7000,00	Válvulas de Eferia PVC	04	Incluído no Produto
Custo Estimado Total (R\$)			35.022,20		518,00	

CLORO GÁS = R\$35.022,20

TRICLORO = R\$518,00

TOXICIDADE DOS DERIVADOS CLORADOS ORGÂNICO

TOXICIDADE DO DERIVADO CLORADO ORGÂNICO

→ Estudo realizado por **HAMMOND, BARBEE, INOUE, et al (1986)**, já relata a **baixa toxicidade do Cianurato e dos seus derivados clorados** e indicam o seu uso no processo de desinfecção de piscinas, participando deste estudo a Monsanto Company, **Olin Corporation**, Nissan Chemical Ind. Ltd., Shikoku Chemicals Corp., ICI Américas Inc. e FMC Corporation.

Toxicidade oral e dérmica, LD em ratos e coelhos, para AC90-Plus (ácido tricloroisocianúrico) e Ácido cianúrico.

Substância	Toxicidade oral – DL em ratos, mg /Kg	Toxicidade Dérmica –DL em coelhos, mg / Kg
ACL 90 – PLUS	600	7600
Ácido Cianúrico	>10.000	>7.940

Fonte: ACL, 1998.

Toxicidade oral aguda, DL50, para ratos, coelhos, gatos e toxicidade dérmica, DL50, para coelhos, para o cianurato de sódio.

Substância	Toxicidade oral aguda com ratos, DL 50, mg / Kg	Toxicidade oral aguda com coelhos, DL- 50, mg / Kg	Toxicidade oral aguda com gatos, DL 50, mg / Kg	Toxicidade Dérmica – DL 50 em coelhos, mg / kg
Dicloroisocianurato de sódio	1670	2000	-	5000
Cianurato de sódio	>7500	>20000	21440	>7940

Fonte: BAYER, sd.

Resultados para concentração de **cianetos** em águas pré e pós-cloradas com hipoclorito de sódio e dicloroisocianurato de sódio (MACEDO, 1997).

SS (mg CRT.L ⁻¹)	pH	CRL (mg.L ⁻¹)	Cianeto (mg.L ⁻¹)
Pré-cloração (HPCS)			
7	5,73	6,98	0,009
70	6,06	69,94	0,009
140	6,18	139,35	0,009
210	6,29	210,11	0,009
Pós-cloração (HPCS)			
7	5,71	7,05	0,007
70	6,08	69,25	0,007
140	6,22	139,03	0,007
210	6,29	210,46	0,007
Pós-cloração (DCIS)			
7	5,91	7,00	0,007
70	6,06	70,03	0,007
140	6,17	139,53	0,007
210	6,28	210,60	0,007

ESTABILIDADE DOS DERIVADOS CLORADOS

ESTABILIDADE DO DERIVADO CLORADO

Os derivados clorados de origem inorgânica possuem um prazo de validade máximo de 4 meses (Resolução RDC nº 77 da ANVISA, de 16 de abril de 2001), ressalta que os produtos destinados a desinfecção de água para consumo humano, que contenham como princípio ativo hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio, cujo prazo de validade seja superior a 4 (quatro meses), deverão ser reavaliados quanto a sua eficácia conforme item D.3, que preconiza a avaliação da eficiência frente a *Escherichia coli* e *Enterococcus faecium*, utilizando a metodologia empregada pelo INCQS/FIOCRUZ para desinfetantes para águas de piscinas, no tempo e concentração recomendados no rótulo do produto pelo fabricante

Avaliação da estabilidade de dois derivados clorados de origem inorgânica (cloro gás, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio) e de origem orgânica (dicloroisocianurato de sódio).
Fonte: TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

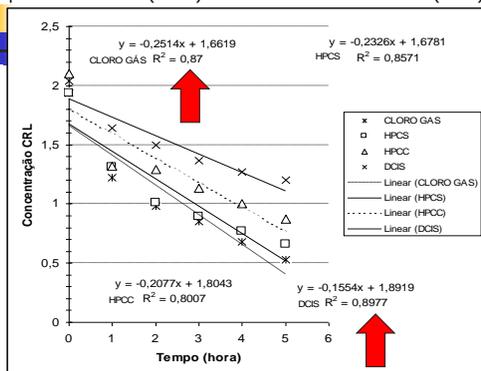
Tempo de contato	Desinfecção da amostra com (mg.L ⁻¹ Cl ₂)			
	Cloro gasoso (residual de cloro – mg.L ⁻¹ Cl ₂)	Hipoclorito de Sódio (residual de cloro – mg.L ⁻¹ Cl ₂)	Hipoclorito de cálcio (residual de cloro – mg.L ⁻¹ Cl ₂)	Dicloroisocianurato de sódio (residual de cloro – mg.L ⁻¹ Cl ₂)
Imediato	1,94	1,94	2,10	2,04
Após 1 hora	1,22	1,31	1,32	1,64
Após 2 horas	0,98	1,01	1,29	1,50
Após 3 horas	0,85	0,89	1,13	1,37
Após 4 horas	0,68	0,77	1,00	1,27
Após 5 horas	0,53	0,66	0,87	1,20

Fonte: TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

Gráfico representativo da concentração de cloro residual livre (CRL) em função do tempo, para hipoclorito de sódio (HPCS), hipoclorito de cálcio (HPCC) e dicloroisocianurato de sódio (DCIS).

Fonte: TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

Gráfico representativo da concentração de cloro residual livre (CRL) em função do tempo, para cloro gás, hipoclorito de sódio (HPCS), hipoclorito de cálcio (HPCC) e dicloroisocianurato de sódio (DCIS).



Qual o tempo (X) que CRL (Y) é igual 0 (zero)???

CLORO GÁS → $R^2 = 0,87$

- $Y = -0,2514X + 1,6619$
- $0 = -0,2514X + 1,6619 \Rightarrow 0,2514x = 1,6619$
- $X = 1,6619 / 0,2514 = 6,6105 \cong \mathbf{6,6 \text{ horas}}$

HIPOCLORITO DE SÓDIO → $R^2 = 0,86$

- $Y = -0,2326X + 1,6781$
- $0 = -0,2326X + 1,6781 \Rightarrow 0,2326x = 1,6781$
- $X = 1,6781 / 0,2326 = 7,2145 \cong \mathbf{7,2 \text{ horas}}$

HIPOCLORITO DE CÁLCIO → $R^2 = 0,80$

- $Y = -0,2077X + 1,8043$
- $0 = -0,2077X + 1,8043 \Rightarrow 0,2077X = 1,8043$
- $X = 1,8043 / 0,2077 = 8,687 \cong \mathbf{8,7 \text{ horas}}$

DICLORO ISOCIANURATO → $R^2 = 0,90$

- $Y = -0,1554X + 1,8919$
- $0 = -0,1554X + 1,8919 \Rightarrow 0,1554x = 1,8919$
- $X = 1,8919 / 0,1554 = 12,1743 \cong \mathbf{12 \text{ horas}}$

■ **CLORO GÁS** → $R^2 = 0,87 \rightarrow \mathbf{6,6 \text{ horas}}$

■ **HIPOCLORITO DE SÓDIO** → $R^2 = 0,86 \rightarrow \mathbf{7,2 \text{ horas}}$

■ **HIPOCLORITO DE CÁLCIO** → $R^2 = 0,80 \rightarrow \mathbf{8,7 \text{ horas}}$

■ **DICLORO ISOCIANURATO** → $R^2 = 0,90 \rightarrow \mathbf{12 \text{ horas}}$

QUAL O MOTIVO DA ESCOLHA??
Cl₂ e DICS

- → A solução de aguosa de Cl₂ tem característica ácida e do DICS próxima a neutralidade (pH = 7), reação entre os produtos **não é exotérmica**.
- → O cloro gás é um produto altamente oxidante e dicloro é um médio oxidante.
- → A perda de residual frente a matéria orgânica apresenta curvas com R² próximos.
- → Segundo FISPQ do cloro gás indica incompatibilidade com alcalinos.

Product Name: Chlorine
Revision Date: 4/15/06
Revision No: 7

Extinguishing Media:

Use extinguishing media compatible to surrounding materials.

Fire Fighting Techniques and Comments:

Use water to cool containers exposed to fire, however, direct spray between fire and containers. DO NOT spray directly on container unless absolutely necessary. Water reactive material; DO NOT spray with water. Contact with reactive metals e.g., aluminum may result in the generation of flammable hydrogen gas. See Section 11 for protective equipment for fire fighting.

VII - REACTIVITY INFORMATION

Conditions Under Which This Product May Be Unstable:

Temperatures Above:	None
Mechanical Shock or Impact:	No
Electrical (Static) Discharge:	No
Other:	Reacts vigorously with titanium, zinc, tin
Hazardous Polymerization:	Will not polymerize
Incompatible Materials:	Alkalies, oxidizing agents, organic materials
Hazardous Decomposition:	Hydrochloric acid, hypochlorous acid
Other:	Titanium will react vigorously, resulting in spontaneous ignition, when contacted by DDT Chlorine. Combustion will be supported in carbon steel systems and equipment containing a Chlorine environment at temperatures greater than 400 Deg. F. Properly purge systems and equipment PRIOR to conducting Hot Work.

CUIDADO!!!

→ NÃO É INDICADO EXECUTAR DESINFECÇÃO SECUNDÁRIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO E HIPOCLORITO DE CÁLCIO COM CLORO GÁS.

→ REAÇÃO É EXOTÉRMICA.

Valor do pH da solução a 1%.

Derivado clorado	pH da solução a 1%
Hipoclorito de sódio	11,5 – 12,5
Hipoclorito de cálcio	10,5 – 11,5
Dicloroisocianurato de sódio	6 – 8
Ácido tricloroisocianúrico	2,7-2,9

QUAL O MOTIVO DA ESCOLHA??
Cl₂ e DICS

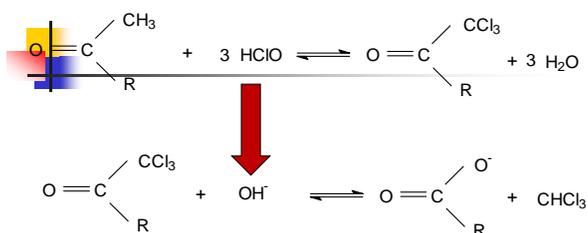
→ Baixa formação de THM's, em função da hidrólise não favorecer a formação de íons OH⁻.

FORMAÇÃO DE THM

Cloro residual livre + Precusores \Rightarrow Trihalometanos +
(Substâncias húmicas) + Outros subprodutos

IMPORTÂNCIA DOS THM'S A NÍVEL MUNDIAL

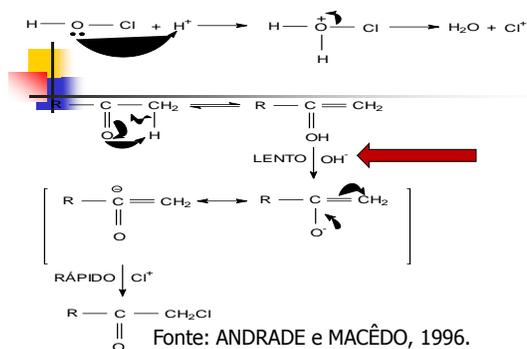
GRAY (1994) ressalta que a importância dos THM's em nível mundial prende-se ao fato de que, além serem considerados carcinogênicos são também indicadores da possível presença de outros compostos organoclorados (**ácido acético clorado, haloacetoneitrilos, cloropicrin, clorofenóis, cloropropanonas**), também resultantes do processo de cloração das águas e mais perigosos que os próprios THM's,



Fonte: MEYER, 1994.

Formação de THM, a partir da reação de HClO com ácidos fúlvicos e húmicos, **segundo VAN BREMEM, 1984.**

MECANISMOS DE FORMAÇÃO DE THM'S



Fonte: ANDRADE e MACÊDO, 1996.

Proposta de mecanismo de formação para o monoclorado.

FATORES QUE INFLUENCIAM A FORMAÇÃO DE THM's

→ **Tempo:** a formação de THM em condições naturais não é instantânea, completando-se em períodos de tempo de alguns minutos até dias, pois fatores como pH e temperatura são muito significativos nessas reações químicas.

→ **Temperatura:** em geral, com o aumento da temperatura, resulta uma maior taxa de formação de THMs. Observou-se em laboratório que a concentração de clorofórmio aumenta consideravelmente com o aumento da temperatura e do tempo de reação.

→ **Efeito da concentração de brometo e iodeto:** a influência de brometos na formação de THM não é bem clara, porém tem sido aceito que os brometos sejam oxidados a bromo e ácido hipobromoso que, por sua vez, reagem com os precursores.

→ **pH:** tem sido comprovado que a taxa de formação de THMs é maior com o aumento do pH.

- Estudos de **ROOK (1974)**, como pioneiro, mais recentemente **KIM et al. (2002)**, verificando a formação de Subprodutos da Desinfecção para águas superficiais concluíram que a taxa de formação de THM foi aumentada conforme foi elevado o valor do pH da amostra.

- Tese Doutorado: **MACEDO (1997)**

- Dissertação de mestrado: **MARMO (2005)**

→ **Efeito da concentração dos precursores;**

→ **Efeito da forma de cloro residual:** dos compostos de cloro que são formados na água, o cloro livre é o responsável principal pelo surgimento de THM. Quanto maior a dosagem de cloro maior será a formação de THM.

Concentrações de clorofórmio encontradas nas amostras após desinfecção, média de duas repetições.

Desinfetante utilizado	THM (µg/L)	Redução da % de formação	THM (µg/L)	Redução da % de formação
	Amostra	16.05.02	Amostra	22.05.02
Hipoclorito de sódio	42,12	0%	22,79	0%
Hipoclorito de cálcio	37,70	10,49%	24,97	-
Cloro gasoso	26,09	38,05%	14,39	36,86%
Dicloroisocianurato de sódio	25,58	39,26%	16,81	26,23%

Fonte: TROLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE THM X DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO.

Resultado das análises de trihalometanos na ETA Poço Dantas de 2000 a 2004.

Data da Coleta	THM's (ug/L)	Data da Coleta	THM's (ug/L)
17/05/2000	15,9	02/2002	20,4
06/07/2000	22,3	03/2002	ND
17/08/2000	ND	04/2002	11,7
21/09/2000	ND	05/2002	TRAÇOS
16/10/2000	ND	06/2002	TRAÇOS
16/11/2000	ND	08/2002	ND
14/12/2000	19,6	11/2002	12,90
11/01/2001	ND	04/2003	ND
15/03/2001	ND	07/2003	ND
18/04/2001	ND	10/2003	ND
18/05/2001	ND	01/2004	ND
12/06/2001	ND	04/2004	15,50
06/07/2001	ND		
16/08/2001	44		
13/09/2001	41,6		

27 AMOSTRAS
18 amostras
NÃO DETECTOU
7 Amostras < 22,5
ug/L

Local da coleta: Caixa de partida da ETA.
Meses 10, 11, 12/2001; 01, 07, 10, 12/2002 e 01/2003 a ETA estava em processo de manutenção. ug/L¹: microgramas por litro.
Fonte: CESAMA, 2002, CESAMA, 2004.

Revista Engenharia Sanitária Ambiental - Julho/Setembro 2008.
Formação de Subprodutos orgânicos halogenados nas operações de pré-oxidação com cloro, ozônio e peroxônio e pós-cloração em água contendo substância húmica.

PASCHOALATO, TRIMAILOVAS, DI BERNARDO (2008)

Total de THM's, Halocetonitrilas, Halocetonas, Ácidos halocéticos, formados na pré-oxidação (Hipoclorito de cálcio, 65%), "sem" e "com" coagulação, filtração em papel, pós cloração (Hipoclorito de cálcio) (ug/L).

Total de Subprodutos	Controle (24 horas)	Sem coagulação (24 horas)	Com coagulação (24 horas)
TAM (trialometanos)	24,66	74,46	48,32
CH (triclora acetaldeído ou cloro hidratado)	18,91	26,13	27,32
HAN (haloacetoneitrilas)	4,40	14,73	7,21
HC (haloacetonas)	1,31	3,98	3,38
AHA (Ácidos haloacéticos)	15,42	116,70	86,59
TOTAL	64,70	236,00	172,82

FONTE: A adaptado de PASCHOALATO, TRIMAILOVAS, DI BERNARDO (2008)

EXPERIÊNCIAS DA DESINFECÇÃO SECUNDÁRIA EM ETA'S EM OPERAÇÃO.

→ Em dezembro de 2004, foi implantado a desinfecção secundária na ETA de Itabuna, de responsabilidade da EMASA - Companhia de Águas de Itabuna, o relatório mostra que o processo reduziu a **dosagem de cloro gasoso de 6,0 mg Cl₂/L para 2,0 mg Cl₂/L**, conseguindo uma redução de **66,66% da dosagem de gás cloro**, e apenas foi acrescentada a **dosagem de 0,5 mg Cl₂/L de dicloroisocianurato de sódio, que conseguiu manter o residual em toda rede**.

→ Em relatório de 13 de Janeiro de 2005 apresenta os resultados obtidos na ETA de Valença de responsabilidade do SAAE - Serviço Autônomo de Água e Saneamento S.A, após a implantação da desinfecção secundária. **Antes da implantação o processo de desinfecção consumia 50 Kg/dia de cloro gás a um custo de R\$254,00/Kg**, após a implantação o consumo de **cloro gás passou para 18 Kg/dia com uso concomitante de 21 Kg/dia de dicloroisocianurato de sódio**, resultando em um custo de **R\$171,24/dia**. A implantação da desinfecção secundária **reduziu o custo de operação da ETA em 32,58%**.

→ Em setembro de 2005, foi implantado o sistema na ETA de Juazeiro/Ba, que é de responsabilidade do SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade de Juazeiro.

→ O relatório técnico mostra que o processo **reduziu a dosagem de cloro gasoso de 1,8 mg Cl₂/L para 0,8 mg Cl₂/L**, conseguindo uma redução de **55,55% da dosagem de gás cloro**, e apenas **foi acrescentada a dosagem de 0,5 mg Cl₂/L de dicloroisocianurato de sódio**, que conseguiu manter o residual em toda rede. A aplicação do agente de desinfecção foi realizada através **de solução de DCIS a 2,5% obtida pela dissolução de pastilhas do DCIS** (QUIMIL, OLIVEIRA, 2005a).

Foram observadas algumas vantagens no uso do dicloroisocianurato de sódio (DCNS) e cloro gás:

- a) Ausência de insolúveis quando do preparo da solução de DCNS a uma concentração de 6%, a dissolução do produto foi imediata e sem a utilização de misturador mecânico;
- b) Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo do dia;
- c) Redução de consumo de insumos para manutenção de cloro ativo, durante o período de realização dos testes, quando comparado com uso do cloro gasoso;
- d) extinção da recloração de Nova Itarana;
- e) **redução de custo com aplicação do dicloroisocianurato de sódio alcançou 44%.**

→ Testes foram realizados de **18/03/2005 a 18/04/2005** na elevatória de água tratada (EEAT-2) de Milagres, de responsabilidade da EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A., localizada a 6 km da cidade de Milagres. O sistema foi implantado para resolver o problema do distrito do Km 100, tendo em vista as particularidades do sistema como: uso de cloro gasoso como agente desinfetante na recloração; redução e ausência de cloro residual na águas coletadas na rede de distribuição.

→ A vazão da EEAT 2 de Milagres e de 40 L/s.

I-006 - EXPERIÊNCIA COM O USO DO DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO NA EMBASA – SUPERINTENDÊNCIA SUL – O.S.

Neilton Ribeiro de Cerqueira - Coordenador de Tratamento da OST.

Apárcido Raimundo Fonseca Ferreira - Supervisor de Tratamento da Unidade de Negócios de Caetitê.

Viviane Ramos Gomes - Supervisora de Tratamento da Unidade de Negócios de Santo Antônio de Jesus.

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

- Na USC, os ensaios com o DICLORO tiveram início a partir do **mês 09/05 se estendendo até o mês 11/05**, mantendo as mesmas condições de operação das unidades de tratamento e controle de qualidade da água na rede de distribuição das localidades, a exemplo de cloro residual, cor, pH e turbidez, com as seguintes observações:
 - A) **Ausência de insolúveis** quando do preparo da solução de DICLORO a uma concentração de 0,5%, a dissolução do produto foi imediata e sem utilização de misturador mecânico;
 - B) Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo dos dias.
 - C) **Redução na dosagem de Cloro Gás** na ETA de Guanambi, de **5,4 mg/L para 2,0 mg/L, complementando com 1,0 mg/L do DICLORO.**
 - D) Redução na dosagem média de cloro entre a ETA de Rio do Antônio e a recloração de Ibitira, de **6,3 mg/L para 4,0 mg/L de DICLORO.**

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

- Durante a realização da experiência, tanto em sua fase inicial, quando apenas duas Unidades de Negócio estavam envolvidas, quanto na segunda fase, com todas a UN's envolvidas, avaliou-se o desempenho do DICLORO tanto do ponto de vista Técnico quanto do ponto de vista econômico, salientando as seguintes observações:
- O dicloro foi aplicado em diversos Sistemas pertencentes à Superintendência Sul (OS), com êxito;
- O produto é de grande solubilidade, facilitando o preparo de soluções e sem o inconveniente da geração de "borra";
- Com a estabilidade do produto na estocagem, a sua reposição poderá ser realizada em intervalo de tempo maior, garantindo redução significativa nos custos com transporte interno;
- Com a aplicação do dicloroisocianurato, houve uma redução de custo de aproximadamente:
a) SIA de Guanambi = 17,6%; b) SIA de Itaparica = 23,7%; c) Na ETA Ilhéus Centro = 21,5%; d) No SIA de Jaquequara = 26,6%; e) No SIA de Vitória da Conquista = 26,7%; f) No Âmbito da O.S. = 12,9%.
No Âmbito da O.S. = 19,7% sem considerar os reajustes dos preços dos produtos químicos.

I-046 - REDUÇÃO NO CUSTO DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO ASSOCIADO AO CLORO GÁS NA ETA CENTRO, ILHÉUS, BA.

Cláudio Franco Fontes - Gerente da Divisão Regional de Operação da Unidade de Negócio de Itabuna - Bahia/EMBASA.

José Wellington Santos Nascimento - Técnico em Saneamento

Sandra da Silva Gomes - Engenheira Sanitária.

Ana Tereza Miranda Souza - Bióloga pelo Centro Universitário de Brasília - UNICEUB

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

- Durante os meses da aplicação de dicloroisocianurato de sódio associado ao cloro gás, **27 pontos foram monitorados, 382 amostras foram coletadas** e 98,4% apresentaram o CRL de acordo com a portaria 518/04, do Ministério da Saúde.
- Os pontos localizados na parte mais alta da cidade (Conquista) apresentaram conformidade no teor de CRL em **100% das amostras**, ou seja, teor mínimo de 0,5 mg/L de CRL na rede de distribuição.

- As amostras coletadas na parte mais distante (Salobrinho) apresentaram 93,5% de conformidade com a legislação.
- Os resultados obtidos em setembro e outubro, período da diminuição na dosagem média de cloro gás associado com o dicloroisocianurato de sódio, quando comparados aos bimestres anteriores, mostraram que houve redução de até **72,3% no consumo do cloro gás.**
- • **diminuição nos custos com produtos de até 57,9%.**



JORGE ANTONIO BARROS DE MACEDO

DESINFECÇÃO & ESTERILIZAÇÃO QUÍMICA

ESTABELECIMENTO DA ÁREA DE SAÚDE (EAS)

ÁGUA DE PISCINA PARA HIDROGINÁSTICA

ÁGUA DE PISCINA PARA HIDROTERAPIA

INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

ÁGUA POTÁVEL



CRQ - MG



JORGE ANTONIO BARROS DE MACEDO
DESINFECÇÃO & ESTERILIZAÇÃO
QUÍMICA

ESTABELECIMENTO DA ÁREA DE SAÚDE (EAS)
ÁGUA DE PISCINA PARA HIDROGINÁSTICA
ÁGUA DE PISCINA PARA HIDROTERAPIA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS
ÁGUA POTÁVEL



PARA REFLEXÃO

“SE NÃO ENCONTRAS O CAMINHO, FAZ O TEU PRÓPRIO”
ANIBAL, O CARTAGINÊS

OBRIGADO PELA ATENÇÃO !!
PROF. JORGE MACÊDO

j.macedo@terra.com.br
www.jorgemacedo.pro.br

