

## **O uso de derivados clorados orgânicos uma solução para o processo de desinfecção da água de lastro**

**Jorge Antônio Barros de Macedo**

*Prof. Convidado do Depto. Farmacêutico / FFB / UFJF  
Pesquisador do NEC (Núcleo de Educ. em Ciên., Matem. e  
Tecnologia)/UFJF*

*Professor Titular do Instituto Estadual de Educação /JF  
(jmacedo@fbio.ufjf.br ou j.macedo@terra.com.br)*

*www.aguaseaguas.ufjf.br / www.aguaseaguas.hpg.com.br*

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o uso de derivados clorados de origem orgânica, principalmente o ácido tricloroisocianúrico, mostrando a sua viabilidade na desinfecção da água de lastro, em função da sua baixa formação de trihalometanos (THM's) e do baixo custo. Em julho de 2001, a USEPA, Agência de Proteção do Meio Ambiente nos Estados Unidos, aprovou o uso de isocianuratos clorados em aplicações de sistema de desinfecção de água, ressalta-se, que também é certificado pela NSF International – Certified Products – Public Water Supply Treatment Chemicals. As análises químicas e físicas de ácido tricloroisocianúrico são simples e a presença de ácido cianúrico é uma característica, sendo que, este produto químico não é feto-tóxico, teratogênico, mutagênico ou carcinogênico. A tecnologia de aplicação é muito simples. Ácido tricloroisocianúrico é fabricado na forma de tabletes e granular; o tablete é o material granular prensado e possui uma concentração de cloro disponível elevada sendo manuseado de forma fácil e segura. Outro aspecto que chama atenção são os baixos níveis de formação de trihalometanos, onde em duas pesquisas, uma realizada em água preparada de laboratório com alto teor de matéria orgânica e em condições facilitadoras para formação de THM's, usando níveis de 10 e 20 mg/L de CRL, outra realizada em uma ETA de São Paulo; os níveis THM's formados, após 24 horas de contato, alcançam valores máximos de 18,75 ug/L e 23,25 ug/L (média de 4 repetições). Quanto ao custo, se comparado com o cloro gás, para tratarmos 114.630 m<sup>3</sup>/mês (3821 m<sup>3</sup>/dia = 3,821 x 10<sup>6</sup> L/dia), segundo pesquisa apresentada em 2004, com o cloro gás alcança custo de R\$35.022,20 enquanto o com o ácido tricloroisocianúrico o valor seria de R\$518,00.

## **I- Utilização dos derivados clorados**

O uso de derivados clorados de origem inorgânica, como gás cloro, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e dos derivados clorados de origem orgânica, cujos principais representantes são o dicloro isocianurato de sódio e o ácido tricloroisocianúrico, tem contribuído para o controle das doenças de origem hídrica e alimentar, do processo de desinfecção de pisos, equipamentos e utensílios em áreas de industriais e de residências e no tratamento de água para abastecimento público (ODLAUG e PFLUG, 1976; LEITÃO, 1976; DYCHDALA, 1977; BLATCHLEY III, 1994; ANDRADE e MACÊDO, 1996; MACÊDO, 2000, MACÊDO 2004).

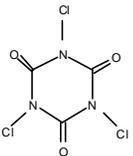
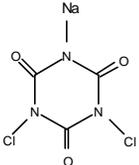
O cloro foi descoberto em 1808 por Sir Humprey Davy e teve as suas propriedades bactericidas demonstradas sob condições de laboratório pelo bacteriologista Koch, em 1881. O uso do cloro foi aprovado pela American Public Health Association (APHA), em 1886, para uso como desinfetante. A partir do início do século XIX, algumas regiões dos Estados Unidos já utilizavam este agente químico no processo de desinfecção de águas para abastecimento público (CHAMBERS, 1956; MACÊDO, 2000, MACÊDO, 2004).

O uso contínuo do cloro só ocorreu a partir de 1902, na Bélgica, com o chamado refinamento da cloração, isto é, determinação das formas de cloro combinado e livre e a cloração baseada em controles bacteriológicos (MEYER, 1994; LAUBUSCH, 1971).

## **II. Tipos de derivados clorados disponíveis no mercado**

O Quadro 1 apresenta as estruturas químicas e o teor de matéria ativa dos principais compostos clorados disponíveis no mercado.

QUADRO 1- Estrutura química e teor de matéria ativa dos principais derivados clorados disponíveis no mercado.

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

\*\* Dihidratado \* Anidro

Fonte: MACÊDO, 2003; MACÊDO, 2004; Adaptado ANDRADE e MACÊDO, 1996.

Dentre os produtos apresentados o mais utilizado atualmente, em função do custo e da disponibilidade do produto é o hipoclorito de sódio que é o princípio ativo da água sanitária, produto que possui de 2 a 2,5% de teor de matéria ativa. Ressalta-se que o hipoclorito de sódio é líquido e o manuseio do produto requer cuidados especiais para evitarmos perdas, pelo vazamento na tampa do frasco, pelo uso em excesso e do contato da pele com o produto, em função do pH de suas soluções. Também deve ser ressaltado que o produto, em função do alto poder oxidante, quando utilizado em água salgada leva a formação de subprodutos da cloração, os THM's, em níveis elevados como será apresentado a seguir.

Por outro lado, 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, onde se encontra comprimido. Do estado líquido, forma em que é 1,5

vezes mais denso que a água, o cloro reverte-se à forma gasosa quando liberado em condições atmosféricas (ANDRADE e MACÊDO, 1996). Atualmente o cloro gás é utilizado apenas em grandes estações de tratamento de água para abastecimento público.

O Hipoclorito de cálcio é utilizado em tratamento de água potável e em piscinas, a presença do íon cálcio facilita o processo de incrustações, como exemplo, cito a chamada “água dura”, que em função da presença de cálcio e magnésio provoca incrustações e entupimentos, por exemplo em chuveiros, em tubulações, etc., outra característica importante se prende ao fato, de que produtos a base de cálcio tem problemas de solubilidade, ou seja, o nível de sólidos insolúveis do produto é muito alto.

Recentemente, uma pesquisa realizada, na Inglaterra mostra que a presença de sais de cálcio na água facilita o crescimento da *Acanthamoeba*, que é uma ameba que causa ceratite infecciosa, podendo provocar a cegueira.

Amebas de vida livre (AVL) são protozoários amplamente dispersos na natureza. A *Acanthamoeba sp* possui duas formas biológicas: a cística e a trofozoítica. A sobrevivência do microrganismo em condições de alta temperatura, dessecação e na presença de alguns desinfetantes químicos é observada pelo encistamento do microrganismo que o torna mais resistente (ALVARENGA, FREITAS, HOFLING-LIMA, 2004).

*Acanthamoeba spp.*, são **normalmente encontradas** em lagos, piscinas e água de torneira, diversas espécies de *Acanthamoeba* têm sido associadas com lesões crônicas granulomatosas da pele, do olho e da córnea, com ou sem invasão do sistema nervoso central (*Acanthamoeba culbertsoni*, *A. polyphaga*, *A. castellani* e *A. astronyxis*, e *Balamuthia mandrillaris*) (INFORME-NET-DTA, 2004).

A acanthamoebíase pode causar dor de cabeça, náusea, vômito, cansaço, perda de atenção, epilepsia e alucinações. Os sinais e sintomas perduram por semanas; a morte pode ocorrer. Águas de parques aquáticos, spas, piscinas e similares estão implicadas nessas infecções. Não foi observada a transmissão pessoa-a-pessoa (INFORME-NET-DTA, 2004).

ALVARENGA e FREITAS (2004) ressaltam em seu artigo um aumento importante no número de casos de ceratite infecciosa

causada por *Acanthamoeba* no ambulatório de Doenças Externas e Córnea da Universidade Federal de São Paulo. Até o início da década passada esse protozoário era uma causa incomum de ceratite. Entretanto, pela análise dos registros do laboratório, observou-se que houve um aumento importante do número de pacientes acometidos por essa infecção. Devido às dificuldades no manejo clínico desses pacientes e ao freqüente comprometimento da visão (FREITAS, 2000), consideramos que as medidas de prevenção é o melhor meio para limitar o impacto dessa doença na nossa sociedade. Os usuários de lente de contato devem ser bem orientados, quanto aos cuidados com as suas lentes: abolir o uso de soro fisiológico (como solução única na manutenção das lentes) e até mesmo, deixar de usá-las, quando se detectar falhas na higiene das lentes.

As pessoas que usam lentes de contacto no sul da Inglaterra **são nove vezes mais** sujeitas a sofrer infecção grave, cuja causa pode ser a água da região - disseram médicos britânicos. Apesar da infecção por *Acanthamoeba* ser rara, pode causar cegueira. A enfermidade é mais comum entre os usuários de lentes de contato, particularmente entre os que usam lentes maleáveis durante uma semana ou mais (LERPARAVER, 2004).

Quando os pesquisadores do Hospital Oftalmológico Moorfields analisaram em Londres, os novos casos de infecção na Inglaterra e no País de Gales, descobriram grandes discrepâncias entre as regiões - com um número mais alto de pacientes em áreas com água dura, **água com sais de cálcio e magnésio** dissolvidos, particularmente no sudoeste do país. "A variação geográfica na incidência poderia estar parcialmente relacionada ao aumento do risco associado à água" - afirmou Cherry Radford em um relatório publicado na British Journal of Ophthalmology. Radford e seus colegas acreditam que as pessoas podem estar nadando, tomando banho ou se lavando com água de torneira que possui sais de cálcio/magnésio usando as lentes de contato (LERPARAVER, 2004; TERRA-SAÚDE, 2004; NEWSIDENTIST, 2004).

Na década de 70, surgem os chamados derivados clorados orgânicos, denominados de "cloraminas orgânicas", destacando-se o dicloroisocianurato de sódio e o ácido tricloro isocianúrico (DYCHDALA, 1977, DYCHDALA, 1991; ODLAUG e PFLUG, 1976;

LEITÃO, 1976; BLATCHLEY III, 1994; BLATCHLEY III e XIE, 1995).

Os compostos clorados orgânicos, ou seja, as cloraminas orgânicas, cujo uso tem se expandido no Brasil, são produtos de reações do ácido hipocloroso com aminas, iminas, amidas e imidas (DYCHDALA, 1991). Dentre as cloraminas orgânicas destacam-se, como já citado, o ácido tricloroisocianúrico e dicloroisocianurato de sódio e potássio.

Geralmente, os derivados clorados de origem orgânica, são comercializados na forma de pó, possui uma maior estabilidade ao armazenamento do que os compostos clorados inorgânicos, por exemplo, os derivados clorados de origem inorgânica possuem um prazo de validade que varia de 3 a 6 meses, chegando a no máximo 1 ano, enquanto os orgânicos, chegam a alcançar um prazo de validade de 3 a 5 anos (HIDROALL, 2000a; HIDROALL, 2000b; LEVER INDUSTRIAL, 1991; LEVER INDUSTRIAL, 1995; BAYER, sd, HTH, 1999; GENCO, 1998). Também são mais estáveis, em solução aquosa, o que implica numa liberação mais lenta de ácido hipocloroso e conseqüentemente permanecem efetivos por períodos de tempos maiores, mesmo na presença de matéria orgânica.

No aspecto legal os derivados clorados de origem inorgânica possuem um prazo de validade máximo de 4 meses, pois a 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 (BRASIL, 2001a).

Para que se possa comparar a estabilidade de derivados clorados, de origens inorgânica e orgânica; o Quadro 2 apresenta os resultados obtidos, em pesquisa realizada por TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA (2002). A escolha da amostra do dia 22/05/2002 para comparação entre os produtos é função da

metodologia utilizada nesta data, que utiliza espectrofotometria, que é mais precisa e exata, sendo indicada no Standard Methods for the Examination of Water and Waster (APHA, 1998). Pode-se avaliar pelo Quadro 2, que após 5 horas de contato o cloro gás apresentou uma perda de 72%, hipoclorito de sódio apresentou uma perda de 66%, o hipoclorito de cálcio apresentou uma perda de 59%, enquanto o dicloroisocianurato de sódio 41% do seu princípio ativo; o que comprova a maior estabilidade do derivado clorado orgânico.

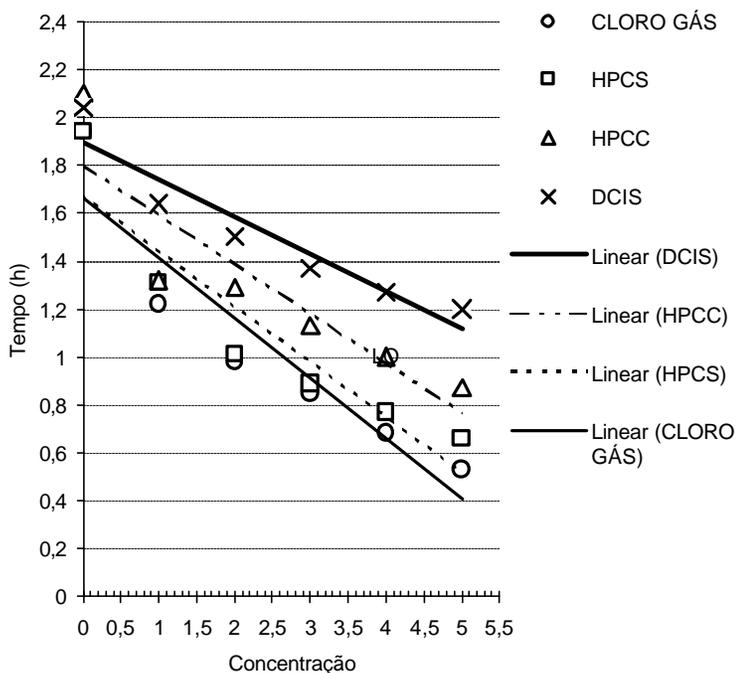
QUADRO 2- Avaliação da estabilidade de dois derivados clorados de origem inorgânica (cloro gás, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio); e de origem orgânica (dicloroisocianurato de sódio).

Desinfecção da amostra com				
Tempo de contato	Cloro gasoso (residual de cloro – $\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}_2$ ) Amostra 22.05.02	Hipoclorito de Sódio (residual de cloro – $\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}_2$ ) Amostra 22.05.02	Hipoclorito de cálcio (residual de cloro – $\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}_2$ ) Amostra 22.05.02	Dicloroisocianurato de sódio (residual de cloro – $\text{mg.L}^{-1} \text{Cl}_2$ ) Amostra 22.05.02
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.

Com base nos dados do Quadro 2, traçaram-se os gráficos da “Concentração de CRL” versus “Tempo” (Figura 1). Depois de plotados os dados, determinou-se a reta de ajuste para cada derivado clorado. Com base nas equações dessas retas, calculou-se o tempo em que se alcança 0 (zero) ppm de CRL para cada derivado clorado. No tempo de 6,6 horas para o cloro gás; de 7 horas para o hipoclorito de sódio (HPCS); 8 horas para o

hipoclorito de cálcio (HPCC) e de 12 horas para o dicloroisocianurato de sódio (DCIS), alcançou-se o menor nível de CRL. Os resultados mostram que o derivado clorado orgânico é mais estável, inclusive sua reta de ajuste possui um melhor coeficiente de correlação ( $R^2 \cong 90\%$ ).



Concentração: Cloro residual livre –  $\text{mg Cl}_2 \cdot \text{L}^{-1}$

Reta de ajuste: DCIS:  $Y = -0,1554X + 1,8919$  ( $R^2 = 0,8977$ )

HPCC:  $Y = -0,2077X + 1,8043$  ( $R^2 = 0,8007$ )

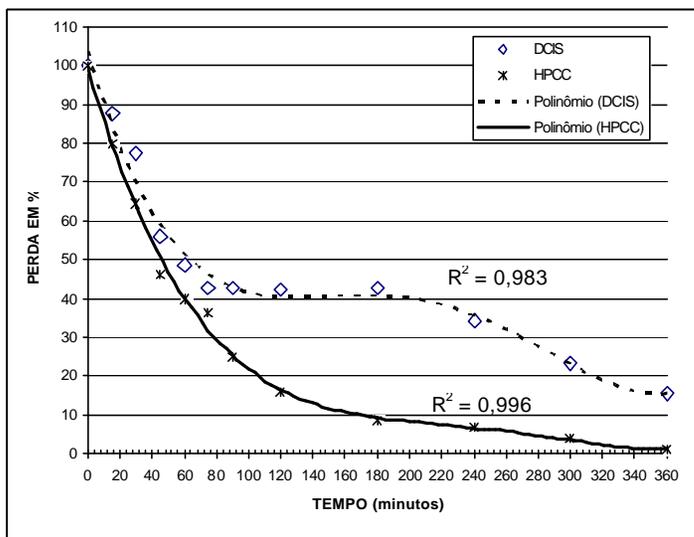
HPCS:  $Y = -0,2326X + 1,6781$  ( $R^2 = 0,8571$ )

CGÁS:  $Y = -0,2514X + 1,6619$  ( $R^2 = 0,8700$ )

Fonte: Adaptado de MACÉDO, 2003.

FIGURA 1- 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).

Outra pesquisa foi realizada pela SAMA – Saneamento Básico do Município de Mauá, por FERRARI (2001), denominada “ensaio de estabilidade” - compara o dicloroisocianurato de sódio (DCIS) com o hipoclorito de cálcio (HPCC). O teste deixou um pedaço de tubo retirado da rede (aço com D = 75 mm que apresentava incrustações) em um becker com água onde foi colocado 5 ppm do produto clorado. A cada período de tempo (15, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 180, 240, 300 e 360 minutos), retirava-se uma alíquota de 10 mL e dosou-se o teor de cloro residual livre, a cada tempo. Em seguida calculou-se a perda, expressa em percentagem de cloro, gráfico com resultados apresentados a seguir (Figura 2).



Fonte: Laboratório da SAMA (FERRARI, 2001).

FIGURA 2- Gráfico comparativo do hipoclorito de cálcio (HPCC) versus dicloroisocianurato de sódio (DCIS).

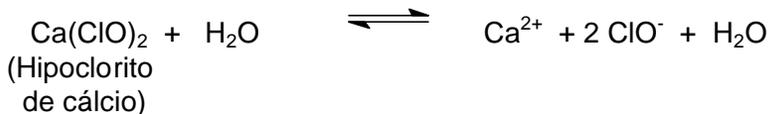
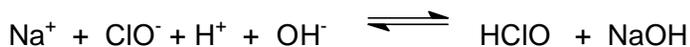
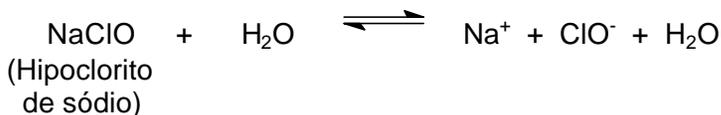
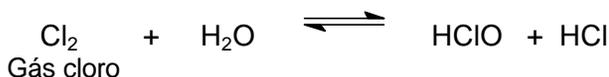
Conclusões da pesquisa realizada no Laboratório SAMA:

- DCIS apresenta uma maior estabilidade, tendo uma menor perda em relação ao hipoclorito de cálcio.
- DCIS terá um comportamento mais estável nas redes de água.

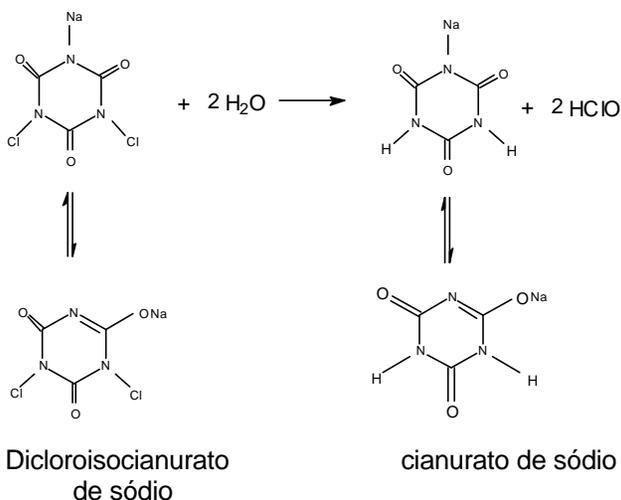
- DCIS apresenta soluções de trabalho que não alteram o pH como o HPCC (soluções alcalinas). O DCIS possui uma vantagem em termos de poder de desinfecção em relação ao HPCS, pois quanto menor o pH maior será o teor de HClO em relação ao ClO<sup>-</sup>.
- Como ponto de partida e referência, a dosagem de DCIS que devemos utilizar é de 50% da dosagem de HPCS.
- A preparação da solução de DCIS para dosagem na rede, é mais rápida. O produto é solúvel e não há formação de resíduos.
- Na preparação da solução de hipoclorito de cálcio temos que fazer uma limpeza e drenagem do resíduo que sobra no tanque a cada mês.

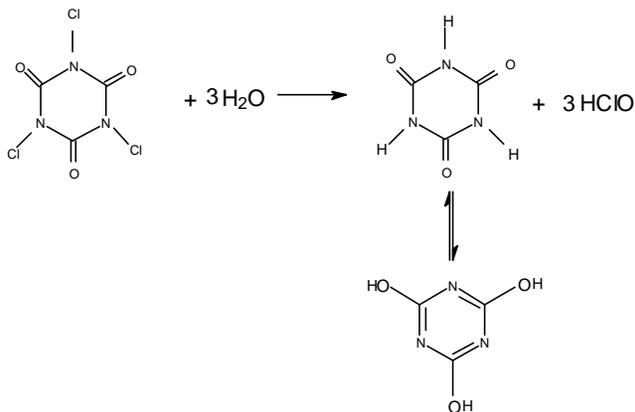
### III- Dissociação dos derivados clorados solução aquosa

A hidrólise dos principais derivados clorados é representada pelas equações a seguir (DYCHDALA, 1977; TCHOBANOGLIOUS e BURTON, 1991; BLOCK, 1991; MEYER, 1994; MARRIOT, 1995; ANDRADE e MACÊDO, 1996; MACÊDO, 2003):



Com a relação à hidrólise do dicloroisocianurato de sódio, deve-se enfatizar que a representação por duas estruturas se deve ao fato de que na produção, parte-se do ácido cianúrico, que pode apresentar duas formas tautoméricas: i) a forma enol denominada ácido cianúrico; e ii) a forma ceto, o ácido isocianúrico, cuja diferença está na posição de ligação do hidrogênio, que, no caso do ácido cianúrico, está ligado ao oxigênio; e no ácido isocianúrico está ligado ao nitrogênio (CLEARON, 1997). Fizemos a opção de utilizar o nome dicloroisocianurato de sódio em função de que no Brasil todas as empresas apresentam nos seus documentos técnicos a estrutura química na forma com o sódio ligado ao nitrogênio. Veja as equações a seguir:





Ácido tricloroisocianúrico

ácido cianúrico

Atualmente, existe, no mercado o dicloroisocianurato de sódio na forma de comprimido efervescente, em diversos tamanhos, ou seja, o tamanho do comprimido a ser utilizado é em função do volume da solução sanitizante a ser preparada e da concentração de cloro residual livre que se deseja - o que evita erros na dosagem do teor de matéria ativa e na perda do produto pelo consumo em excesso.

A ação bactericida e oxidante dos derivados clorados baseia-se na liberação do ácido hipocloroso, em sua forma não dissociada, quando em solução aquosa (MARRIOT, 1995).

Outra característica que é considerada como vantagem pelo dicloroisocianurato de sódio para seu uso é o pH da sua solução a 1%, que varia de 6,0 a 8,0; enquanto o pH do hipoclorito de sódio e/ou de cálcio varia de 11,0 a 12,5, que é cáustico, o Quadro 3 apresenta os valores do pH para soluções dos principais derivados clorados.

**QUADRO 3- Valor do pH da solução a 1%.**

<b>Derivado clorado</b>	<b>pH da solução a 1%</b>
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

Fonte: HIDROALL, 2000a; HIDROALL, 2000b; HTH, 1999; GENCO, 1998; DYCHDALA, 1991.

O ácido tricloroisocianúrico (ATIC) além do tratamento de piscinas é usado: no processo de desinfecção de água para aves - indica-se a manutenção de residual de 1 a 2 mg de CRL / L nos bebedouros (HIDROALL, sda); utilizado no processo de desinfecção de água potável de várias cidades no interior de São Paulo desde 1996 (Quadro 4). É apresentado na forma granulada e tabletes. Segundo MATTOS (2004) as análises químicas e físicas de ácido tricloroisocianúrico são tipicamente simples e a presença de ácido cianúrico é uma característica, este produto químico não é feto-tóxico, teratogênico, mutagênico ou carcinogênico. As questões importantes que são à base do uso eficiente de tabletes de ácido tricloroisocianúrico são: segurança, regulação, química do ácido tricloroisocianúrico, métodos químicos de análise, efeitos à saúde, tecnologia de aplicação simples e benefícios ao sistema de tratamento de água.

QUADRO 4- Relação das cidades que utilizam o ácido tricloroisocianúrico no processo desinfecção, a população total, a população abastecida e data do início da sua utilização.

Cidades	População	População abastecida. pelo ácido tricloro isocianúrico	Início da utilização
Dumont	8.000	8.000	10 / 2002
<b>Martinópolis</b>	25.000	25.000	06 / 2002
Pitangueiras	55.000	40.000	01 / 2002
Serrana	26.000	26.000	07 / 2001
Brodowski	20.000	20.000	05 / 2002
São Simão	14.000	10.000	07 / 2001
Luiz Antonio	8.000	8.000	1996
Barrinha	15.000	15.000	09 / 2001
Motuca	3.500	3.500	1997
Guatapar	4.000	4.000	1997
Santa Adlia	13.000	13.000	08 / 2001
Ariranha	7.500	4.000	02 / 2003
Marapoama	3.500	3.500	10 / 2002
Potirendaba	18.000	13.000	03 / 2003
Boa Esperança do Sul	12.000	12.000	1997
Trabiju	4.000	4.000	1997
Itirapina	15.000	15.000	09 / 2001
Igaru do Tietê	25.000	15.000	10 / 2002
Itap	12.000	6.000	10 / 2002
Mogi Mirim	80.000	5.000	10 / 2002
Rincão	10.000	10.000	12 / 2001
Jaú	115.000	28.000	1997
Taiva	3.000	3.000	07 / 2002
Jardinópolis	25.000	3.000	01 / 2003
Nova Europa	12.000	6.000	08 / 2002
Gavião Peixoto	5.000	5.000	1996
<b>Total</b>	<b>538.500</b>	<b>305.000</b>	

Fonte: ACQUA BOOM, 2003.

Um aspecto importante a ser ressaltado envolve informaes sobre a toxicidade dos cloros orgânicos, os dados apresentados nos Quadros 5 e 6 mostram que os subprodutos da decomposio do ácido tricloroisocianúrico e do dicloroisocianurato de sódio na água, apresentam uma toxicidade menor que o próprio princípio ativo. O motivo dessa informao  porque surge no mercado, talvez por falta de conhecimento

científico, discursos que consideram alta a toxicidade dos cloros orgânicos (MACÊDO, 2003).

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. Participam desse estudo a Monsanto Company, Olin Corporation, Nissan Chemical Ind. Ltd., Shikoku Chemicals Corp., ICI Américas Inc. e FMC Corporation (MACÊDO, 2003, MACÊDO, 2004).

QUADRO 5- Toxicidade oral e dérmica, LD em ratos e coelhos, para AC90-Plus e Ácido cianúrico.

<b>Substância</b>	<b>Toxicidade oral –DL em ratos, mg /Kg</b>	<b>Toxicidade Dérmica – DL em coelhos, mg / Kg</b>
ACL 90 – PLUS	600	7600
Ácido Cianúrico	>10000	>7940

Fonte: ACL, 1998.

QUADRO 6- Toxicidade oral aguda, DL50, para ratos, coelhos, gatos e toxicidade dérmica, DL50, para coelhos, para o cianurato de sódio.

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

Fonte: BAYER, sd.

Surgiu a polêmica – no início da utilização dos derivados clorados orgânicos - de que o produto levaria à liberação de cianetos. Em função das dúvidas geradas a pesquisa de MACÊDO (1997) avaliou a presença de cianetos e constatou-se, pelos resultados do Quadro 7, que as concentrações de cianeto estão muito abaixo dos níveis tolerados pela legislação brasileira, que é de 0,1 mg.L<sup>-1</sup>. As concentrações de cianeto permaneceram

em níveis baixos, quando se elevou a concentração do cloro residual total (CRT) até 210 mg.L<sup>-1</sup>, independentemente do sanificante e do processo de desinfecção utilizado na ETA.

QUADRO 7- Resultados para concentração de cianetos em águas pré e pós-cloradas com hipoclorito de sódio e dicloroisocianurato de sódio.

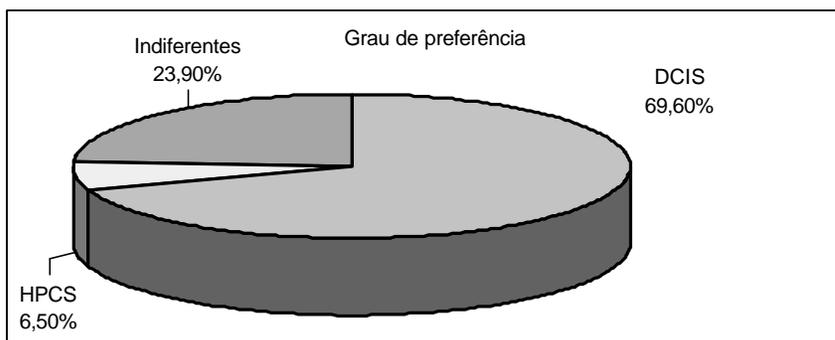
SS (mg CRT.L <sup>-1</sup> )	pH	CRL (mg.L <sup>-1</sup> )	Cianeto (mg.L <sup>-1</sup> )
<b>Pré-cloração (HPCS)</b>			
7	5,73	6,98	0,009
70	6,06	69,94	0,009
140	6,18	139,35	0,009
210	6,29	210,11	0,009
<b>Pós-cloração (HPCS)</b>			
7	5,71	7,05	0,007
70	6,08	69,25	0,007
140	6,22	139,03	0,007
210	6,29	210,46	0,007
<b>Pós-cloração (DCIS)</b>			
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

HPCS = Hipoclorito de sódio. CRT = Cloro residual total. SS = Solução sanificante.  
 Fonte: MACÊDO, 1997.

Deve-se ressaltar que, derivados clorados de origem orgânica, como o dicloroisocianurato de sódio e o ácido tricloroisocianúrico foram “Certificados” para serem utilizados em tratamento químico de água para abastecimento público pelo NSF (National Sanitation Foundation) dos Estados Unidos, em 2002, e o ácido tricloroisocianúrico, em julho de 2001, recebeu o registro na EPA (Environmental Protection Agency) para desinfecção de água potável (NSF 2002; OXYCHEM,2001a).

Pesquisa de opinião pública, realizada pela Data Kirsten por solicitação da Bayer Saúde Ambiental, com apoio da SABESP

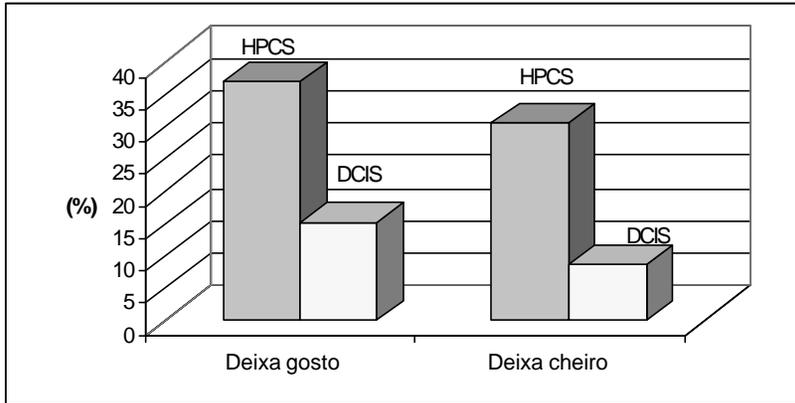
(Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), avaliou a preferência entre dois agentes descontaminantes usados para água de consumo: o hipoclorito de sódio e o dicloroisocianurato de sódio, que alcançou 69,6%, contra 23,9% do hipoclorito de sódio, sendo que 6,5% dos entrevistados eram indiferentes, veja a Figura 3 (BAYER, 1999). As Figuras 4, 5 apresentam as avaliações quanto as propriedades organolépticas e quanto à facilidade de manuseio e segurança do produto, respectivamente.



HPCS: Hipoclorito de sódio DCIS = Dicloroisocianurato de sódio

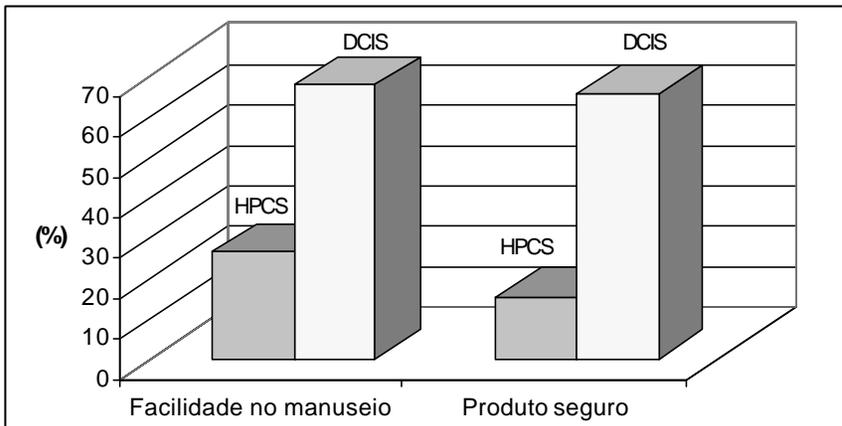
Fonte: BAYER, 1999.

FIGURA 3- Avaliação quanto às propriedades organolépticas do produto.



HPCS: Hipoclorito de sódio DCIS = Dicloroisocianurato de sódio  
Fonte: BAYER, 1999.

FIGURA 4- Avaliação quanto às propriedades organolépticas do produto.



HPCS: Hipoclorito de sódio DCIS = Dicloroisocianurato de sódio  
Fonte: BAYER, 1999.

FIGURA 5- Avaliação quanto à facilidade de manuseio e segurança do produto.

#### **IV- Formação de trihalometanos (THM's)**

O câncer é uma das patologias mais estudadas na relação dos efeitos à exposição de químicos específicos da água (MOTA FILHO, FREITAS, PÁDUA, 2003). Estudos epidemiológicos têm relacionado os trihalometanos com o aumento dos riscos de câncer de bexiga (CANTOR et al., 1998), colo-retal (HILDESHEIM et al., 1998) e cerebral (CANTOR et al., 1999), podendo também resultar em problemas no sistema reprodutivo (GALLAGHER et al., 1998 apud BORGES, GUIMARÃES, 2001) e até abortos espontâneos (WALLER et al., 1998 apud BORGES, GUIMARÃES, 2001).

A pesquisa publicada pelo EWG (Environmental Working Group) e pelo U.S. PIRG (United States Public Interest Research Group) em 2002, pois ressalta os riscos para mulheres grávidas expostas a altos níveis de subprodutos da cloração, que poderão levar a abortos ou a defeitos congênitos nas crianças. A U.S. EPA estima que os THM's ou CBP's (Chlorination by-products), causam mais 9300 casos de câncer na bexiga por ano (EWG, 1999; USPIRG, 2002; AGUAONLINE, 2002; AWWA, 2002, MACEDO, 2002).

Pesquisa realizada por WINDHAM, et al. (2003), examinando o THM's encontrou uma associação do clorodibromometano, ou a soma de dos THM's bromados, que estão incorporados à água de torneira com a alteração do ciclo menstrual e que a alteração é crescente com a maior exposição aos TTHM's. Esses resultados sugerem que a exposição de THM pode afetar função ovariana e deve ser confirmado em outros estudos.

DODDS, KING, ALLEN, et al. (2004), pesquisadores de uma equipe da Dalhousie University, de Halifax (Canadá), publicaram na Revista "Epidemiology" uma pesquisa em que afirmou existir uma correlação dos trihalometanos com a morte intra-uterina. O estudo foi realizado em Nova Escócia e Ontário Oriental, no Canadá, para examinar o efeito de exposição a THM's correlacionado com o risco de nascimento de criança morta (natimorto). Na avaliação 112 mulheres que deram à luz a natimortos, dentro de um grupo de controle; outras 398 tiveram partos de crianças saudáveis. Em função do elevado número de

natimortos, de imediato fizeram uma análise da água que abastecia as casas das mulheres e constataram que aquelas expostas a nível de TTHM de 80 µg/L ou mais (exposição a subprodutos de cloração por ingestão e tomando banho) em suas residências, apresentam o risco de nascimento de criança morta 2,2 vezes maior quando comparado com mulheres sem exposição para THM's. Esse incremento de risco, com a exposição a trihalometanos, se afirma em casos de morte fetal por asfixia e em menor medida, por causas desconhecidas.

A partir de 1998, a EPA, reduziu em 20% os valores preconizados para TTHM ( como já citado) passando para o valor de 80 ug/L a concentração máxima aceitável e segundo FERREIRA FILHO (2001) e FERREIRA FILHO, HESPANHOL, PIVELI (2003) espera-se uma redução futura para 40 ug/L . Em 2001, no Brasil entrou em vigor a Portaria nº 1469 (BRASIL, 2001), em substituição a Portaria nº 36/1990, mas o nível de 100 µg.L<sup>-1</sup> como valor máximo permitido (VMP) foi mantido. Novamente em 2004, a Portaria 518/MS (2004) não altera o VMP de THM's na água potável que é servida a população brasileira.

Os derivados clorados orgânicos não formam THM's em níveis considerados significativos quando comparados com os clorados inorgânicos, o que é confirmado pelos resultados obtidos na ETA de Poços Dantas, que utiliza o dicloroisocianurato de sódio no processo de desinfecção. As análises foram realizadas pela CESAMA Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora, no período de maio de 2000 a abril de 2004. Na mesma ETA foi realizada a pesquisa de MACÊDO (1997), cujos resultados são confirmados nas análises realizadas pela CESAMA. Nas 27 amostras (avaliadas de 2000 a 2004), em 18 não se detectou a presença de THM, em 7 amostras valores menores que 22,5 ug/L, os resultados ainda mostram que o aumento nos nível de THM indica o momento de se realizar o processo de manutenção da ETA, Quadro 8 (CESAMA, 2002; CESAMA, 2004).

QUADRO 8- 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		

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.L<sup>-1</sup>: microgramas por litro.

Fonte: CESAMA, 2002, CESAMA, 2004.

A pesquisa realizada por TROLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002, com o título *“Trihalometanos em água tratada, após cloração com hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, cloro gasoso e dicloroisocianurato de sódio, utilizando cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometro de massa, sistema Purge And Trap”*, cuja conclusão foi: “os valores obtidos apresentaram boa repetibilidade de resultados de trihalometanos nas duplicatas das amostras, sendo obtido maior formação destes com os desinfetantes hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio”.

Os resultados obtidos mostram que os derivados clorados com características alcalinas, o hipoclorito de sódio e cálcio, formam níveis maiores em 51 e 46% de THM's quando comparados com o dicloroisocianurato de sódio (DCIS). O gás cloro, apesar de se um forte agente oxidante à matéria orgânica e com menor estabilidade, em função da sua característica de formar soluções ácidas, neste teste de bancada, não apresenta diferença significativa do DCIS na formação de THM. Esta pesquisa novamente confirma que o pH é um fator limitante na formação de THM's, Quadro 9.

QUADRO 9- Concentrações de clorofórmio, alcançadas no processo de desinfecção com os derivados clorados: hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, dicloroisocianurato de sódio e cloro gás (média de 2 repetições), em água com elevado teor de matéria orgânica. Tempo de contato de 3 horas.

Desinfetante	1ª. Repetição (média de 2 valores) (mg / L)	2ª. Repetição (média de 2 valores) (mg / L)	Média
Hipoclorito de sódio	42,12	22,79	32,46
Hipoclorito de cálcio	37,70	24,97	31,34
Dicloroisocianurato de sódio	26,08	16,81	21,45
Cloro gás	26,09	14,39	20,24

Fonte: Resultados obtidos pesquisa realizada por TROLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

Em outro trabalho de bancada utilizou-se uma água especialmente preparada para o experimento, a água de estudo foi preparada utilizando-se água subterrânea de um poço artesiano coletada em um ponto antes da adição de cloro, à qual foi adicionado um volume de extrato de substâncias húmicas (SH), extraído com uso de NaOH e osmose em ácido clorídrico de solo turfoso, até ausência de cloretos. Para obtenção da água em estudo com cor aparente entre 90 e 100 Uc (que deve corresponder a UT, Portaria 1469, Ministério da Saúde), foi necessária a adição de aproximadamente 3 mL de extrato de

substâncias húmicas para cada litro de água (PASCHOALATO, DI BERNARDO, FERREIRA, 2003). Foi utilizado na pesquisa o ATCI (Tricloro S-Triazina Triona, Ácido Tricloroisocianúrico). A velocidade média (taxa de formação) obtida para duas concentrações, 10 mg Cl<sub>2</sub> / L e 20 mg Cl<sub>2</sub> / L (QUADRO 8 e 9). A velocidade ou taxa média de formação (Vm) de THM's, é inversa às concentrações CRL (intervalo:6-24h), ou seja, para a maior concentração de CRL (20 mg/L) encontrou-se a menor taxa de formação de THM's. A "Vm" para 10 mg/L (< conc.) foi 112% maior que a "Vm" para 20 mg/L (> conc.); se comprova que a concentração do ácido tricloroisocianúrico não influenciou na formação de THM's e se compararmos o valores obtidos com a pesquisa realizada por FIGUEIREDO, et al. (1999) que obteve o valor de 0,78 g/h.L, os menores resultados obtidos por PASCHOALATO, DI BERNARDO e FERREIRA (2003) se justifica pelo pH das soluções do ácido tricloroisocianúrico, que é menor que pH das soluções de cloraminas; um pH mais baixo dificulta a reação halofórmica, como já citado, é característica da formação de THM's.

**QUADRO 10- Resultados obtidos para THM's na oxidação de matéria orgânica "com" e "sem" pré-oxidação com  $KMnO_4$ .**

<b>Concentração de THM (<math>\mu g</math> clorofórmio /L)</b>				
<b>Tempo de contato</b>	<b>Com pré-oxidação com <math>KMnO_4</math> (3,5 mg/L)</b>			
	<b>10 mg CRL/L</b>	<b>20 mg CRL/L</b>	<b>10 mg CRL/L</b>	<b>20 mg CRL/L</b>
0,5 h	< 5	<5	<5	<5
2 h	7,88	12,40	<5	<5
6h	15,63	16,61	<5	<5
12 h	17,09	17,36	<5	<5
24 h	18,75	18,08	<5	<5
30 h	16,65	22,58	<5	<5
42 h	15,89	23,59	<5	<5

Obs.: Derivado clorado utilizado para preparo das soluções sanitizantes ácido tricloroisocianúrico.

As características da água preparada foram: pH =7,12; cor =103 uC (Pt-Co), turbidez = 3,65 UNT

FONTE: Adaptado de PASCHOALATO, DI BERNADO, FERREIRA, et al., 2003.

**QUADRO 11- Cálculo da velocidade ou taxa média de formação de THM's com base nos dados da pesquisa de PASCHOALATO, DI BERNARDO e FERREIRA (2003), para intervalo de 6 a 24h.**

	<b>10 mg <math>Cl_2</math> / L</b>	<b>20 mg <math>Cl_2</math> / L</b>
Variação da concentração de THM's ( $\Delta C =$ Valor máximo - Valor mínimo)	$\Delta C = 18,75 - 15,63 =$ <b>3,12 mg / L</b>	$\Delta C = 18,08 - 16,61 =$ <b>1,47 mg / L</b>
Variação de tempo ( $\Delta T$ )	<b>24 - 6 = 18 horas</b>	<b>24 - 6 = 18 horas</b>
Velocidade ou taxa média de formação ( $Vm = \Delta C / \Delta T$ )	<b><math>Vm = 3,12 / 18 =</math> <b>0,1733 mg.L<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup></b></b>	<b><math>Vm = 1,47 / 18 =</math> <b>0,0817 mg.L<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup></b></b>

FONTE: Todos os dados utilizados neste cálculo estão na pesquisa de PASCHOALATO, DI BERNARDO e FERREIRA (2003).

Pesquisa apresentada por MATTOS (2004), comparou o cloro gás e ácido tricloroisocianúrico, para o tratamento de água potável, obtendo níveis de THM's para o ácido tricloroisocianúrico variando de 16 a 27  $\mu\text{g/L}$  e para o cloro gás 31  $\mu\text{g/L}$ . No item custo, a relação  $\text{R\$/\%Cl}_2$ , para o ácido tricloro isocianúrico é 12,80 e para o cloro gás (cilindro de 40/50/68 Kg) é 1,64. Apesar do custo da matéria prima ser uma vantagem do cloro gás, quando na instalação para o processo de cloração, os custos são muito superiores para o cloro gás (R\$35.000,00) quando comparados com o ácido tricloro isocianúrico (R\$518,00).

A Pesquisa realizada por BRADFORD e COLEMAN (1993) citada por WITT e REIFF (1996) determinou em laboratório que concentrações de **hipoclorito de cálcio** produziam **93%**, **218%** e **392%** mais THM's que uma solução de concentração equivalente de uma mistura de oxidantes, obtidas por uma célula eletrolítica.

Outra pesquisa importante é a de BEECH et al. (1980) sobre a presença de nitratos, cloratos e trihalometanos em água de piscinas de água doce e salgada, sendo que os níveis de TTHM variaram de acordo com o tipo de piscina, e os valores encontrados foram os seguintes: i) piscinas com água a temperatura ambiente, 125  $\mu\text{g.L}^{-1}$  como valor médio e 430  $\mu\text{g.L}^{-1}$  como valor máximo; ii) piscinas de água salgada, 657  $\mu\text{g.L}^{-1}$  como valor médio e 1287  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , como valor máximo.

Os resultados da pesquisa realizada com a água de lastro do Navio Graneleiro Frotargetina, no Porto do Forno em Arraial do Cabo/RJ, utilizando o **hipoclorito de sódio** (NaClO) como derivado clorado no processo de desinfecção por **SILVA, FERNANDES (2004)**, cujas médias de concentrações de THM's são extremamente altas (QUADRO 12), segundo os autores, os resultados inviabilizam o produto para o processo de desinfecção da água de lastro, veja a conclusão da pesquisa: "... a formação do THM variou de 480 a 1600  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , inviabilizando o seu uso em tratamentos de água, mesmo em baixas concentrações de matéria orgânica". Esta pesquisa confirma os resultados de BEECH, et al. (1980) que a água salgada facilita a formação de THM's.

QUADRO 12- Média da concentração de THM's em diferentes concentrações de matéria orgânica e cloro.

Concentração de cloro (NaClO) (mg.L <sup>-1</sup> )	Matéria orgânica Volume (Células de <i>Tretaselmis chui</i> / L)	Concentração de THM's (µg.L <sup>-1</sup> )
5	1 x 10 <sup>6</sup>	755
5	5 x 10 <sup>6</sup>	485
5	10 x 10 <sup>6</sup>	1170
10	1 x 10 <sup>6</sup>	685
10	5 x 10 <sup>6</sup>	480
10	10 x 10 <sup>6</sup>	1600

Fonte: Adaptado de SILVA, FERNANDES (2004).

## V- Conclusão

O uso do derivado clorado de origem orgânica, o ácido tricloroisocianúrico, no processo de desinfecção de água de lastro, é muito viável em função da praticidade no manuseio, medição, transporte e armazenamento; maior período de validade, menor teor de sólidos insolúveis, dosagem mais precisa, menor risco químico (corrosividade), menor custo, modernidade do produto (tecnologia, embalagem), a baixa formação de subprodutos (THM's), quando comparado com o hipoclorito de sódio níveis (variando de 485 a 1600 ug/L segundo SILVA e FERNANDES, 2004) e hipoclorito de cálcio ( 675 ug/L (média) e 1287 ug/L como valor máximo segundo BEECH et al., 1980).

Segundo MATTOS (2004) o processo de desinfecção com tabletes ou pastilhas de ácido tricloroisocianúrico proporciona a desinfecção ideal da água com o menor risco possível tanto para os operadores quanto para os consumidores localizados nas proximidades da estação de tratamento de água. Os tabletes ou pastilhas de ácido tricloroisocianúrico, são compostos de cloro formulados de elevada qualidade e, aprovada pela EPA/USEPA e certificada pela NSF Internacional. O sistema de desinfecção é projetado e dimensionado para aplicação, instalação e operação com uma eficiente inativação microbiológica, tanto em sistemas que operam à gravidade como sob pressão. A torre de solubilização de tabletes ou pastilhas de ácido tricloroisocianúrico

é um sistema hidráulico simples e de baixo custo e, que necessita apenas um conjunto moto bomba para a manutenção de um fluxo contínuo de água na torre, necessário para a preparação da solução clorada e para a desinfecção da água, sendo o conjunto especificado conforme a capacidade do sistema e qualidade da água bruta. O sistema de desinfecção com tabletes ou pastilhas de ácido tricloroisocianúrico é uma excelente alternativa aos sistemas de desinfecção com cloro gás em cilindros de 40, 50 e 68,0 quilogramas, com hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio. O sistema de desinfecção é controlado e operado com facilidade, não necessitando de tanque para a diluição e nem provoca liberação de gases e poeiras agressivas ao meio ambiente e à saúde do pessoal técnico envolvido no processo de desinfecção.

Com base nas informações de todas as pesquisas apresentadas pode-se concluir que o ácido tricloroisocianúrico pode ser considerado um agente desinfetante seguro, eficiente, e recomendável para a desinfecção de água de lastro.

## VI- Bibliografia

ACL. **Detergent, Bleach, Cleaner and Sanitizer Applications – Chlorinated Isocyanurates**. Dallas: Occidental Chemical Corporation. 25p., 1998.

ACQUA BOOM. **Cidades que já utilizam Tricloro**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <j.macedo@terra.com.br> em 06 de Junho de 2003.

AGUAONLINE. **Relatório da AWWA alerta sobre água segura**. Disponível em: <<http://www.aguaonline.com.br/pgcategorias.asp?codigo=215&categoria=Empresas%20e%20Produtos&edicao=93>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2002.

ALVARENGA, L. S., FREITAS, D., HOFLING-LIMA, A. L. **Ceratite por *Acanthamoeba***, Educação Continuada - Arquivos Brasileiros de Oftalmologia - Publicação Oficial do Conselho Brasileiro de Oftalmologia. Disponível em: <<http://www.abonet.com.br/abo/atcont12.htm>>. Acesso em 1 de Fevereiro de 2004

ALVARENGA, L. S., FREITAS, D. **Ceratite dendritiforme em usuários de lentes de contato**. Arq. Bras. Oftalmol. vol.66, n.4, São Paulo, Jul/Aug. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492003000400027&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492003000400027&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 2 de Fevereiro de 2004.

ANDRADE, N. J., MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182p.

AWWA. **Report addresses DBP risks to pregnant women**. Disponível em: <<http://www.awwa.org/news/011002.htm>>. Acesso em 14 de fevereiro de 2002.

BAYER. **Aquatabs - Linha higiene Bayer**. São Paulo: sd. (Folder)

BAYER. **Pesquisa de Opinião Pública: Preferência entre dois agentes descontaminantes usados para água de consumo**. Higiene Alimentar, v.13, n.63, 9p., Jul/Agosto 1999.

BEECH, J. A., DIAZ, R., ORDAZ, C., PALOMEQUE, B. Nitrates, Chlorates and Trihalomethanes in Swimming Pool Water. **Public Health Briefs-AJPH**, v.70, n1, p.79-82, jan. 1980.

BLATCHLEY III, E. R., Disinfection and antimicrobial processes. **Water Environment Research**, v.66, n.4, p.361-368, 1994.

BLATCHLEY III, E. R., XIE, Y. Disinfection and antimicrobial processes. **Water Environment Research**, v.67, n.4, p.475-481, 1995.

BLOCK, S. S. (Ed.) **Disinfection sterilization and preservation**, 4.ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1991. 1162p.

BORGES, J. T., GUIMARÃES, J. R., EBERLIN, M. N. Determinação de trihalomentos em águas de abastecimento público utilizando a técnica MIMS (Membrane Introduction Mass Spectrometry). IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa, **Anais....**João Pessoa, PB: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, 2001.

BRASIL. Leis, decretos, etc... Resolução – RDC n 77, de 16 de abril de 2001, Considerando a necessidade de atualizar as normas e procedimentos referentes ao registro de produtos saneantes domissanitários e outros de natureza e finalidades idênticas, bom base na Lei 6306/76 e seu Regimento Decreto 79.094/77, de 1977. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, 17 abril 2001a. Seção 1.

BRASIL. Leis, decretos, etc... Portaria n 518/GM, de 25 de março de 2004, Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, 26 março de 2004. Seção 1.

BRASIL. Leis, decretos, etc... Portaria n 1469, de 29 de dezembro de 2000, Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, n.14E, 19 jan. 2001. Seção 1.

CANTOR, K. P., LYNCH, C. F., HILDESHEIM, M. E., DOSEMECI, M., LUBIN, J., ALAVANJA, M., CRAUN, G. Drinking water source and chlorination byproducts. I. Risk of bladder cancer. **Epidemiology**, v.9, p.21-28, 1998.

CANTOR, K. P., LYNCH, C. F., HILDESHEIM, M. E., DOSEMECI, M., LUBIN, J., ALAVANJA, M., CRAUN, G. Drinking water source and chlorination byproducts in Iowa. III. Risk of brain cancer. **Am. J. Epidemiology**, v.150, p.552-560, 1999.

CESAMA. **Análises de Trihalometanos na ETA Poço Dantas.** labcesam@powerline.com.br, 17 de maio de 2002. Enviado as 17h03min. Mensagem para: Jorge Macedo (j.macedo@terra.com.br).

CESAMA. **Análises de Trihalometanos na ETA Poço Dantas.** labcesam@powerline.com.br, 07 de julho de 2004. Enviado as 16h53min. Mensagem para: Jorge Macedo (j.macedo@terra.com.br).

CHAMBERS, C. W. A procedure for evaluating the efficiency of bactericidal agents. **J. Milk Food Technol.**, v.19, n.17, p.183-187, 1956.

CLEARON, **Acid Granular Cyanuric – Technical Product Bulletin.** New York: Clearon Corp., 22p., 1997.

DYCHDALA, G. R. - Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCH, S. S. (Ed.) **Disinfection, sterilization and preservation**, 2.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p.167-195. 1977.

DYCHDALA, G. R. - Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCH, S. S. (Ed.) **Disinfection, sterilization and preservation**, 4.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p. 131-151.

DODDS, L., KING, W., ALLEN, A. C., et al. Trihalomethanes in Public Water Supplies and Risk of Stillbirth. **Epidemiology**, v.15, n.2, p.179-186, March 2004.

EWG. **Tap water chemical risky for the pregnant – US study.** Disponível em: <<http://www.ewg.org/news/story.php?id=487>>. Acesso em 14 de Janeiro de 1999.

FERRARI, A. **Ensaio de Estabilidade – Dicloro Isocianurato de Sódio vs Hipoclorito de Cálcio.** Mauá: SAMA –Saneamento Básico do Município de Mauá / Laboratório. 4p., Outubro de 2001.

FERREIRA FILHO, S.S. Remoção de Compostos Orgânicos Precusores de Subprodutos da Desinfecção e seu Impacto na Formação de Trihalometanos em Águas de Abastecimento. **Revista. Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.6, n.1 jan/mar e n.2 abr/jun, 2001.

FERREIRA FILHO, S. S., HESPANHOL, I., PIVELI, R. P. Aplicabilidade do dióxido de cloro no tratamento de águas de abastecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22º, 2003, Joinville, **Anais...**Joinville: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, 2003.

FIGUEIREDO, R. F., PARDO, S. D. A., CORAUCCI FILHO, B., Fatores que influenciam a formação de trihalometanos em águas de abastecimento. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL, 20. 1999, Rio de Janeiro. **Anais.....**, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, p.1362-1368, 1999.

FREITAS D. **Infecções emergentes em oftalmologia ceratite por *Acanthamoeba*** [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2000.

GENCO, **Fichas de dados de segurança de materiais – Hipoclorito de cálcio**. SÃO PAULO: Genco Química Industrial Ltda. 7p. Setembro/1998.

GUTHRIE, R. K. **Food sanitation**. 3. ed. New York: AVI, 1988. 327p.

HAMMOND, B. G., BARBEE, S. J.; INOUE, T., et al. A Review of Toxicology Studies on Cyanurate and its Chlorinated Derivates. **Environmental Health Perspectives**, v.69, p.387-298, 1986.

HIDROALL, HCL60 – **Ácido tricloro isocianúrico**. CAMPINAS; HidroAll Ltda. 19p., Setembro/2000a.

HIDROALL, **HCL90 E HCL56 – Dicloroisocianurato de sódio**. CAMPINAS: HidroAll Ltda. 19p., Dezembro/2000b.

HIDROALL, **AVICLOR – Ácido tricloro iso cianúrico em tabletes**. CAMPINAS: HidroAll Ltda., 1p., sd. (Boletim Técnico)

**HTH, Fichas de dados de segurança de materiais – Hipoclorito de cálcio.** SALTO: Arch Química Brasil Ltda., 3p., Janeiro/1999.

HILDESHEIM, M. E., CANTOR, K. P., LYNCH, C. F., DOSEMECI, M., LUBIN, J., ALAVANJA, M., CRAUN, G. Drinking water source and chlorination by-products. II. Risk of colon and rectal cancers. **Epidemiology**, v.9, 29-35, 1998.

INFORME-NET-DTA **Acanthamoeba e outras formas de vida livre/Acanthamebíase.** Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo - Centro de Vigilância Epidemiológica-CVE. Disponível em: <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/Acantha.htm>> Acesso em 1 Fevereiro de 2004.

LAUBUSCH, E. J., **Clorination and other disinfection processes.** In: Water quality and treatment: a handbook of public water supplies (American Water Works Association - AWWA), New York: McGraw-Hill, p.158-224. 1971.

LEITÃO, M. F. F. **Controle de sanificação na indústria de alimentos.** Campinas: ITAL, 71p. 1976.(Instruções Técnicas, 11)

LERPARAVER. **Água dura poderia contribuir para infecções em usuários de lentes de contacto.** Disponível em: <[http://www.lerparaver.com/noticias/agua\\_dura.html](http://www.lerparaver.com/noticias/agua_dura.html)>. Acesso em 2 de Fevereiro de 2004.

LEVER INDUSTRIAL. **Sumaveg –Hazard classification.** London: Unilever U.K. Central Resources Limited. 4p. Abril/1995.

LEVER INDUSTRIAL. **Hipoclor – Ficha sobre segurança do produto.** São Paulo: Lever Industrial. 4p., fevereiro/1991.

MACÊDO, J. A. B. **Introdução a Química Ambiental.** Belo Horizonte: CRQ-MG. 487p., 2002.

MACÊDO, J. A. B. **Piscinas – Água & Tratamento & Química.** Belo Horizonte: CRQ-MG. 235p., 2003.

MACÊDO, J. A. B **Determinação de Trihalometanos em Águas de Abastecimento Público e de Indústria de Alimentos,** MG. 90p. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. Belo Horizonte: ORTFOFARMA, 505p. 2000.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. Belo Horizonte: CRQ-MG, 977p., 2004.

MARRIOT, N. G. **Principles of food microbiology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 421p.

MATOS, A. A. **Desinfecção de água para abastecimento público com o uso de ácido tricloroisocianúrico em tablete**. In: XV encontro técnico AESABESP, São Paulo, 30/08 a 01/09/2004.

MEYER, S. T. O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Caderno Saúde Pública**, v.10, n.1, p.99-110, Jan/mar. 1994.

MOTA FILHO, C. R.; FREITAS, J. W., PÁDUA, V. L. Desempenho da filtração direta descendente em função da granulometria do meio filtrante, da dosagem de coagulante e da dosagem de pré-oxidante. In: ABES - 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2003, Joinville. **Anais...** Joinville: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental – ABES, 2003.

NEWSCIENTIST. **Amoeba warning to contact lens wearers**. Investigative Ophthalmology & Visual Science, v.45, p.165. Disponível em: <<http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99994537>>. Acesso em 2 de Fevereiro de 2004.

NSF. **NSF Certified Products – Public Water Supply Treatment Chemicals..** Disponível em: <<http://www.nsf.org/Certified/PwsChemicals/Listings.asp?Company=34810&Standard=060>> Acesso em 09 de abril de 2002.

ODLAUG, T. E., PFLUG., I. J. Sporidical properties of chlorine compounds: applicability to cooling water for canned foods. **J. Milk Food Technol.** v.39, n.7, p.493-498, 1976.

OXYCHEM. Folha de dados de segurança (MSDS) do dicloroisocianurato de sódio. Dallas: Occidental Chemical Corporation. 8p., 2001.

PASCHOALATO, C. F. P. R., DI BERNADO, L., FERREIRA, J. F., et al. Demanda de cloro e permanganato de potássio para oxidação de substâncias húmicas e avaliação da formação de trihalometanos em água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22º, 2003, Joinville, **Anais...**Joinville: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, 2003.

SILVA, J. S. V., FERNANDES, F. C. **Avaliação de Sobrevivência de Organismos em Água de Lastro Tratada com Cloro.** In: Água de Lastro e Bioinvasão., Rio de Janeiro: Editora Interciência. p.21-31, 2004.

TCHOBANOGLIOUS, G., BURTON, F. L. **Wastewater engineering - treatment, disposal and reuse.** 3.ed. New York: McGraw Hill, 1991. 1335p.

TERRA – SAÚDE. **Água da torneira pode cegar usuários de lentes.** Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI249004-EI298,00.html>>. Acesso em 7 de janeiro de 2004.

TROLI, A. C.; IDE NOBOYOSHI. C.; SILVEIRA, PALHANO, F. M. M. S.; MATTA, M. H. R. Trihalometanos em água tratada, após cloração com hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, cloro gasoso e dicloroisocianurato de sódio, utilizando cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometro de massa, sistema *Purge And Trap*. IN: **2º. Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste** - Campo Grande – MS, 23 a 26 de Julho de 2002.

USPIRG. **Chlorine byproducts in tap water put 137,000 U.S. pregnancies at risk of miscarriage, birth defects.** Disponível em: <<http://uspirg.org/newsroom/enviro/020108toxic.htm>>. Acesso em 14 de Janeiro de 2001.

WINDHAM G. C., WALLER. K., ANDERSON, M., FENSTER, L., MENDOLA, P., SWAN, S. Chlorination by-Products in Drinking Water and Menstrual Cycle Function. **Environ Health Perspect:** doi:10.1289/ehp.5922, 2003.

WITT, V. M., REIFF, F. M. **Tecnologías de desinfección del agua para comunidades pequeñas y zonas rurales.** In: La Calidad del Agua Potable en América Latina – Ponderación de los Riesgos Microbiológicos contra los Riesgos de los Subproductos da la Desinfección Química. Washington, D.C.: ILSI Press / Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud., p.153-185, 1996.