

## O ESTADO DA ARTE DA RELAÇÃO ÁCIDO CIANÚRICO E SUPERESTABILIZAÇÃO

**Autor: Dr. JORGE ANTONIO BARROS DE MACEDO** – Bacharel em Química Tecnológica – Especialização em Análise de Traços e Química ambiental – "Magister Scientiae" e "Doctor Scientiae" em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Professor Convidado do Departamento Farmacêutico Faculdade de Farmácia e Bioquímica / UFJF; Pesquisador do GEA / UFJF – Professor Titular do Instituto Estadual de Educação/JF. **Email:** jmacedo@fbio.ufjf.br

### ABSTRACT:

Cyanuric Acid ( $H_3O_3C_3N_3$ ) is a weak acid with a dissociation constant of approximately  $1,8 \times 10^{-5}$ . Cyanuric acid exists in two forms: Keto, called isocyanuric acid; and enol, called cyanuric acid. It is impossible to separate the two forms. Through common usage, both forms are usually called cyanuric acid and abbreviated CA.

Chlorine in outdoor pools must be shielded from the degrading effects of the sun's ultraviolet (UV) rays. Cyanuric acid is used in outdoor pools with the inorganic chlorines such as calcium hypochlorite, sodium hypochlorite, lithium hypochlorite and chlorine gas.

It is necessary to prevent chlorine from dissipating from the pool in matter of minutes due to the effects of sunlight. Conditioner in the water beyond the amounts of 30 ppm (parts per million) begin to "protect" the chlorine present in pool water too much which lessens chlorine's effectiveness and requires more chlorine to be added to do the same job as chlorine in water with less ppm of conditioner.

It is recommended that the cyanuric-acid level be 30-50 ppm with a maximum of 100 ppm and a lower limit of 10 ppm. The level of cyanuric acid is reduced by dilution due to filter backwashing, bather dragout or dumping. To meet health codes, pools above 100 ppm need to be drained of about 20% of volume, and fresh water added. Four pounds of cyanuric acid will offer a reading of 50 ppm in 10,000 gallons of water. Cyanuric acid has a pH of 4.0, and if added to a gas-chlorinated pool, the addition of one-third of a pound of soda ash per pound of cyanuric acid is recommended.

'Chlorine Lock,' a term given to a condition once thought to be produced from high cyanuric-acid levels tying up free available chlorine, has been proven false by the industry. Generally, high cyanuric-acid levels of 400 ppm or higher are associated with excessive Total Dissolve Solids (TDS) or combined chlorine or chloramines and not "Chlorine Lock.'

### Introdução

O uso de derivados clorados de origem inorgânica, como gás cloro, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e dos derivados clorados de origem orgânica, como dicloroisocianurato de sódio e ácido tricloroisocianúrico, sendo o principal representante o dicloro isocianurato de sódio, 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, residências e em piscinas (ODLAUG e PFLUG, 1976; LEITÃO, 1976; DYCHDALA, 1977; BLATCHLEY III, 1994; ANDRADE e MACÊDO, 1996; MACÊDO, 2000).

Os derivados clorados de origem orgânica possuem uma maior estabilidade ao armazenamento do que os compostos clorados inorgânicos, por exemplo, 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, 2001).

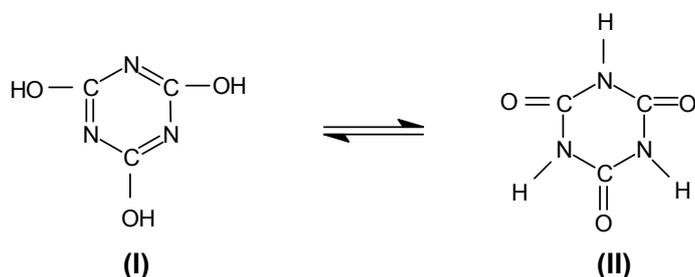
Já os derivados clorados orgânicos chegam a alcançar um prazo de validade de 3 a 5 anos (HIDROALL, 2000a; HIDROALL, 2000b; LEVER INDUSTRIAL, 1991; LEVER INDUSTRIAL, 1995; BAYER, sd; HTH, 1999; GENCO, 1998; OXYCHEM, 2001). Também são mais estáveis em solução aquosa o que implica numa liberação mais lenta de ácido hipocloroso e conseqüentemente permanecem efetivos por períodos de tempos maiores, mesmo na presença de matéria orgânica. Com o uso dos derivados clorados de origem orgânica a probabilidade de formação de THM's (trihalometanos), que são subprodutos da cloração considerados potencialmente cancerígenos, é muito pequena ou nula ou os níveis formados não são significativos, quando comparados com os níveis formados pelos derivados clorados de origem inorgânica (ANDRADE e MACÊDO, 1996; MACÊDO, 1997, MACÊDO, 2000; MACÊDO, 2001; MACÊDO, 2002).

A pesquisa realizada por TROLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002, 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”. Esta conclusão reforça nossa afirmação anterior.

Na tentativa de se melhorar a estabilidade das soluções de derivados clorados inorgânicos, por exemplo, como o hipoclorito de cálcio, tem-se adicionado o ácido cianúrico. O uso do ácido cianúrico já é indicado para o processo de desinfecção de águas para piscinas.

## II) Ácido cianúrico

O ácido cianúrico ( $C_3N_3O_3H_3$ ) é um ácido fraco com constante de dissociação aproximadamente de  $1,8 \times 10^{-5}$ , massa molecular de 129,08. O ácido cianúrico 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. É impossível separar as duas formas. A sua solubilidade em água é de 2,3 g/Kg a 25°C e 8,0 g/Kg a 50°C (CLEARON, 1997). Deve-se ressaltar que ácido cianúrico e isocianúrico são a mesma substância química e ambas denominações estão corretas. Neste texto vai se utilizar o nome “ácido cianúrico”.

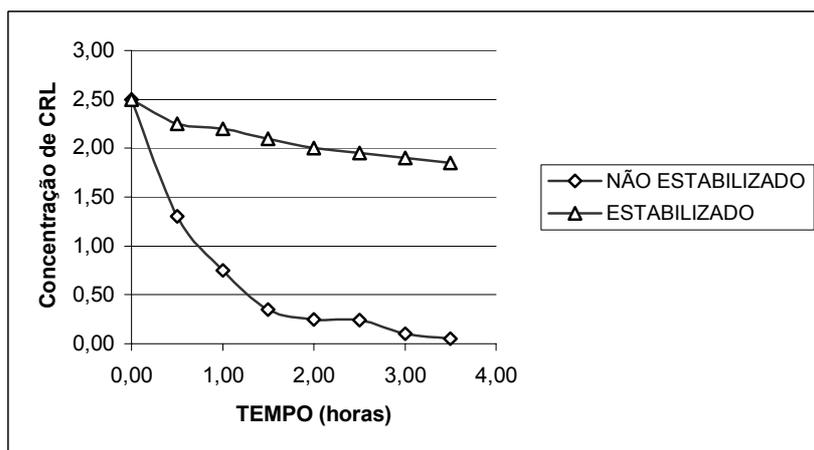


O uso de ácido cianúrico como estabilizante para manutenção do cloro residual livre (CRL), que é formado pelo HClO (ácido hipocloroso) e ClO<sup>-</sup> (ion hipoclorito), concomitante aos derivados clorados inorgânicos para o processo de desinfecção em águas de piscinas tem apresentado uma grande eficiência.

A Figura 1 apresenta os gráficos representativos da queda de CRL, quando se utiliza um derivado clorado inorgânico “não estabilizado” e quando se acrescenta o ácido cianúrico como estabilizador em processo de desinfecção.

Indica-se que a concentração de ácido cianúrico, em soluções aquosas, deve variar de 25 a 50 mg.L<sup>-1</sup> (MACEDO, 1992; REVISTA DA PISCINA, 1999; MACÊDO, 2000).

Para que se possa comparar a estabilidade de derivados clorados, de origens inorgânica e orgânica; o Quadro 1 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 1, que após 5 horas de contato o hipoclorito de sódio apresentou uma perda de 66%, o hipoclorito de cálcio apresentou uma perda de 59%, enquanto o dicloroisocianurato de sódio perdeu 41% do seu princípio ativo; o que comprova novamente a maior estabilidade do derivado clorado orgânico.



Concentração de CRL: mg de Cl<sub>2</sub> . L<sup>-1</sup>

Fonte: REVISTA PISCINA, 1999.

FIGURA 1- Gráficos de comparação da queda dos níveis de CRL (Cloro residual livre) em função da presença do estabilizante, o ácido cianúrico.

QUADRO 1- Avaliação da estabilidade de dois derivados clorados de origem inorgânica (hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio) e de origem orgânica (dicloroisocianurato de sódio).

Tempo de contato	Desinfecção da amostra com		
	Hipoclorito de Sódio (residual de cloro – mg.L <sup>-1</sup> Cl <sub>2</sub> )	Hipoclorito de cálcio (residual de cloro – mg.L <sup>-1</sup> Cl <sub>2</sub> )	Dicloroisocianurato de sódio (residual de cloro – mg.L <sup>-1</sup> Cl <sub>2</sub> )
	Amostra 22.05.02	Amostra 22.05.02	Amostra 22.05.02
Imediato	1,94	2,10	2,04
Após 1 hora	1,31	1,32	1,64
Após 2 horas	1,01	1,29	1,50
Após 3 horas	0,89	1,13	1,37
Após 4 horas	0,77	1,00	1,27
Após 5 horas	0,66	0,87	1,20

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

Com base nos dados do Quadro 1, traçou-se os gráficos da “Concentração de CRL” versus “Tempo” (Figura 2), depois de plotados os dados, determinou-se reta de ajuste para cada derivado clorado. Com base nas equações das retas de ajuste, se calcula o tempo em que se alcança 0 (zero) ppm de CRL para cada derivado clorado. No tempo 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), se alcança 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<sup>2</sup>).

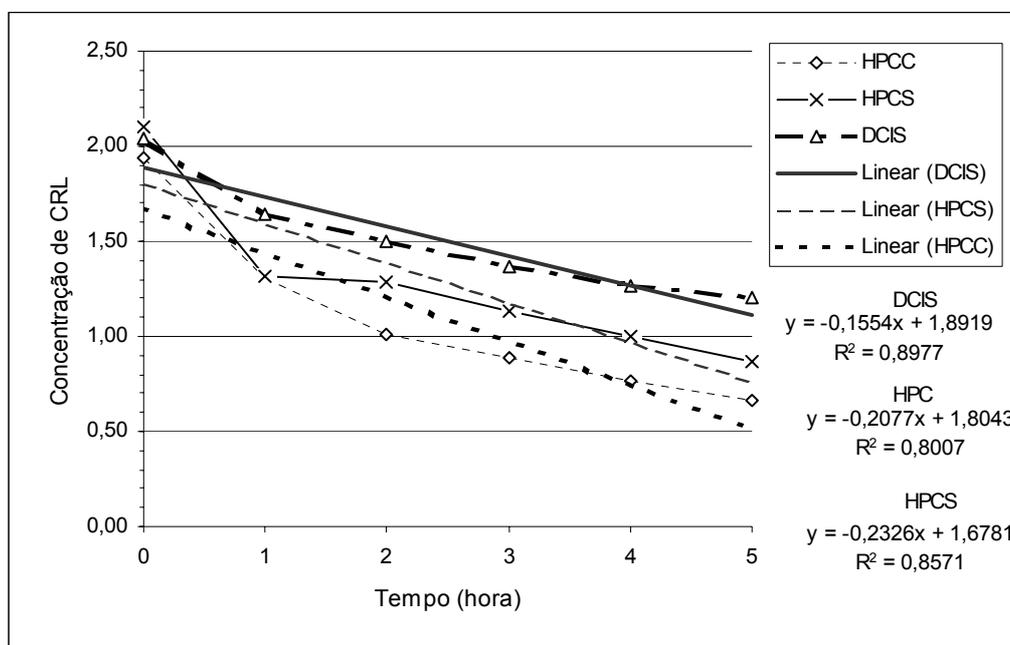


FIGURA 2- Gráfico representativo da concentração de cloro residual livre (CRL) em função do tempo, para hipoclorito de sódio (HPCS), hipoclorito de cálcio (HPCC) e dicloroisocianurato de sódio (DCIS).

### III) Superestabilização

Denomina-se superestabilização a presença em excesso do ácido cianúrico, cuja terminologia americana denomina de "*chlorine lock*" ou "*over-stabilized*", a presença em excesso do ácido cianúrico impede a ação do ácido hipocloroso (HClO) sobre os microrganismos.

No início da década de 90, algumas referências citavam que em concentrações superiores a 400 mg.L<sup>-1</sup>, poderia levar ao chamado "bloqueio do cloro", que significa a perda das propriedades de desinfecção do cloro, como já citado anteriormente (MACEDO, 1992), já a referência OXI (2003), propõe um valor de 100 mg.L<sup>-1</sup> como valor a partir que se inicia o processo de superestabilização.

O Instituto Americano NSPI (National Spa and Pool Institute) recomenda que o nível máximo para a concentração de ácido cianúrico é de 150 ppm (EXPERT POOL & SPA, 2003), levando em consideração que a referência EXPERT POOL & SPA (2003), não considera o nível de 150 ppm, como o nível máximo limite, para que ocorra o processo de superestabilização.

O Anexo A, Chemical Operational Parameters, das normas americanas para tratamento de piscinas e spas, tanto residenciais como públicas, indica residual ideal de ácido cianúrico entre 30 e 50 ppm e máximo de 150 ppm. Na Inglaterra é permitido o uso de dicloro, tricloro e ácido cianúrico, desde que o residual de ácido cianúrico não exceda 400 ppm, segundo carta ref. WS/330/163, de 7/02/1977, do Department of the Environment, Londres, Inglaterra (GENCO, 2003).

Com relação ao nível de 100 ppm de ácido cianúrico, ele é correlacionado com questões de saúde pública, pois a concentração em nível superior a este valor, é proibida por alguns Departamentos de Saúde de Estados Americanos, e não que este nível tenha correlação com a superestabilização. Deve-se ressaltar que, existem Estados Americanos, cujos Departamentos de Saúde aceitam até 200 ppm (EPOOLSANDSPA, 2003; HEALTH SERVICES; 2003, GENCO, 2003).

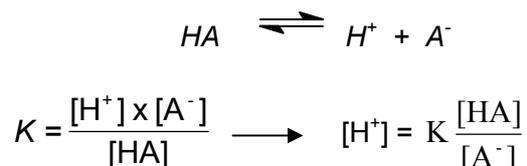
A referência HTH (2003) indica que o máximo aceitável é de 200 mg.L<sup>-1</sup> e também não se considera o nível de 200 ppm, como o nível máximo limite, para que ocorra o processo de superestabilização.

Um aspecto técnico, importante, se refere à diferença existente entre o processo de adicionar o ácido cianúrico "puro" (não-dissociado) diretamente na água e o processo de adicionar uma substância que vai dissociar-se e na continuidade de reações, um dos íons resultantes da dissociação venha interagir com um outro íon presente no meio levando a formação do ácido cianúrico.

Como exemplo, vou considerar a chamada "constante de dissociação" do ácido cianúrico, cujo valor é de  $1,8 \times 10^{-5}$ . Se calcularmos o pKa, que corresponde ao pH em que 50% das moléculas do ácido estarão na forma não-dissociada e 50% estarão na forma dissociada, encontraremos o valor de pH igual a 4,74. Isto significa, que teremos que levar o pH da água para valores próximos de 4,74 para conseguirmos que 50% das moléculas de ácido cianúrico estejam na forma não-dissociada, é a forma que ele se encontra quando é adicionado diretamente ao meio aquoso com o intuito de estabilizar uma solução de derivado clorado de origem inorgânica; quando se aumenta o pH você desloca o equilíbrio levando a uma maior presença do íon cianurato, Equação 1.

### Explicação química

A manutenção do pH num sistema ao qual se adiciona ácido ou base se deve a ação-tampão de um equilíbrio ácido-base. Vamos considerar, por exemplo, uma solução que contém moléculas de um ácido teórico "HA", uma solução deste ácido vai conter moléculas HA e íons  $H^+$  e  $A^-$ . O principal equilíbrio nesta solução pode ser escrito da seguinte maneira:



Aplicando logaritmo e multiplicando por -1, teremos:

$$\log [H^+] = \log K \cdot \frac{[HA]}{[A^-]} \rightarrow -\log [H^+] = -\log K - \log \frac{[HA]}{[A^-]} \rightarrow pH = pK - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

Em determinada solução a concentração  $[HA] / [A^-]$  é igual a 1 e o log 1 é igual zero, o pH será igual a  $-\log K$ , chamado, no caso de um ácido, de  $pK_A$ . Logo:

$$pH = -\log (1,8 \times 10^{-5}) = -\log 1,8 - \log 10^{-5} = -0,25527 - (-5) \times 1 = -0,25527 + 5$$

$$pH = 4,7447$$

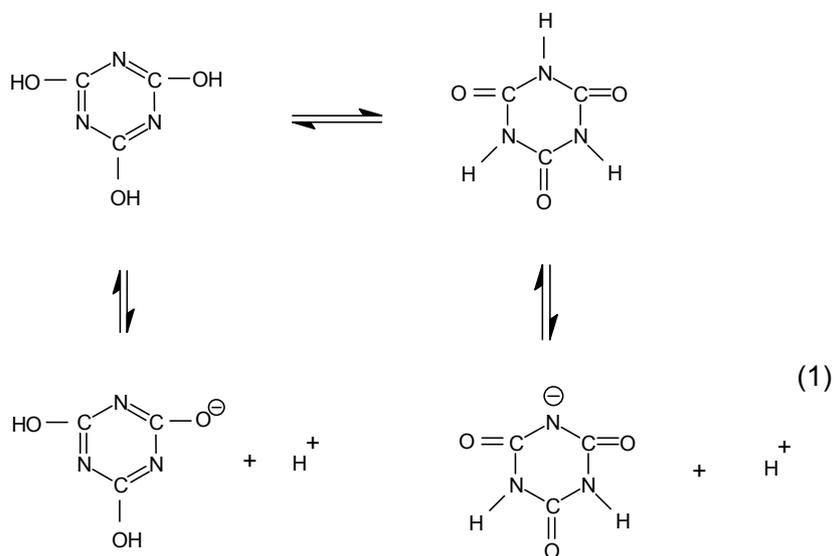
Esta explicação esclarece que os derivados clorados orgânicos (dicloroisocianurato de sódio e ácido tricloroisocianúrico) quando utilizados no processo de desinfecção tem menor probabilidade de formação de ácido cianúrico na solução aquosa se comparados com o uso de derivados clorados inorgânicos (cloro gás, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio), quando utilizados concomitantemente com a dosagem de ácido cianúrico (puro), conforme indicado na referência OXI (2003).

Outro aspecto é que o ácido cianúrico puro requer de 24 - 48 horas para completa dissolução (LAMOTTE, 2003).

O ácido cianúrico gerado pelos derivados clorados orgânicos, em função do pH, estarão na forma de íons (partículas carregadas) e para que ocorra a superestabilização é necessário que o ácido cianúrico esteja na forma não-dissociada, veja o Quadro 1 e Figura 3, na faixa de pH próximo da neutralidade de 7,2 a 7,4 vamos encontrar em torno de 99,7 a 99,8% do ácido cianúrico na forma dissociada o que impossibilita o processo de superestabilização.

A capacidade tampão é a resistência de variação no pH. Em água com pH na faixa de 6 a 8 a alcalinidade está na forma de bicarbonato em equilíbrio com o gás carbônico. Quando se usa o derivado clorado de origem orgânica, o equilíbrio do pH também é de responsabilidade do ácido cianúrico em equilíbrio com o cianurato, que é considerado um sistema tampão por WOJTOWICZ (2003).

Os sistemas ácido carbônico-bicarbonato e ácido cianúrico-cianurato impedem variações no pH, o que justifica a impossibilidade de um processo de superestabilização ocorrer em águas com faixa de pH de 6 a 8, pois o equilíbrio da Equação 1 deve ser deslocado no sentido da forma não-dissociada.



QUADRO 1- Porcentagem de ácido cianúrico e cianurato em relação ao pH.

pH	Ácido Cianúrico (%)	Cianurato (%)
0,74	99,99	0,01
2,74	99	1
3,47	95	5
3,79	90	10
3,84	80	20
4,38	70	30
4,57	60	40
4,74	50	50
4,92	40	60
5,11	30	70
5,35	20	80
5,7	10	90
6,02	5	95
6,74	1	99
7,26	0,3	99,7
7,44	0,2	99,8
8,74	0,01	99,99

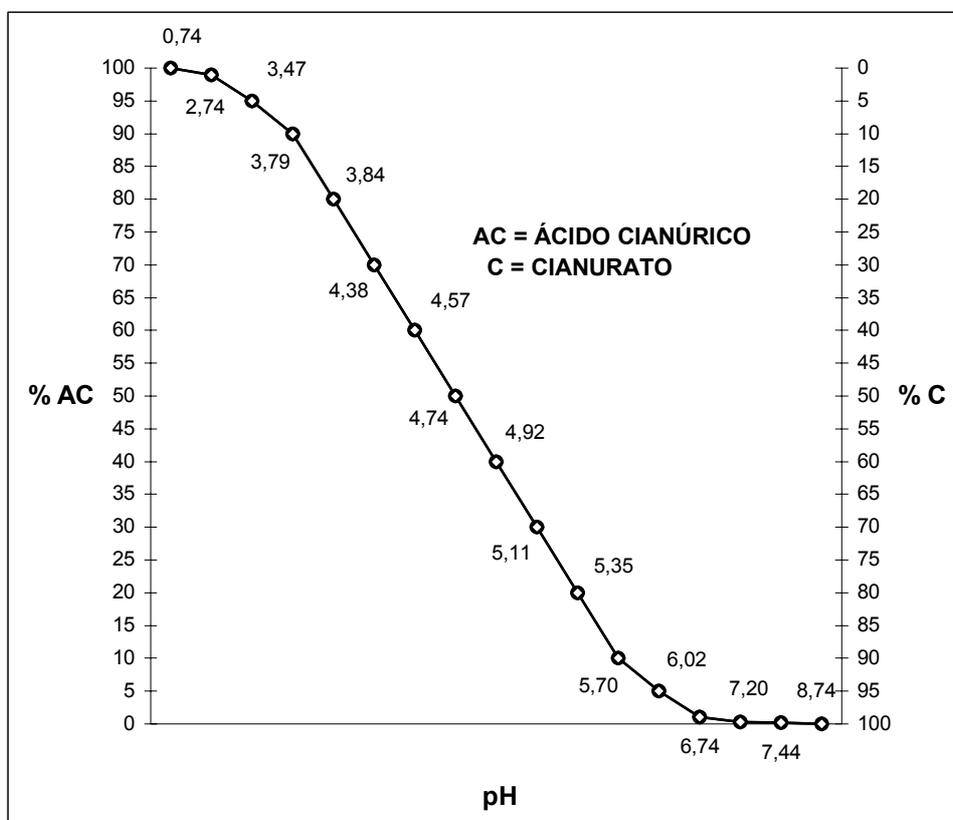
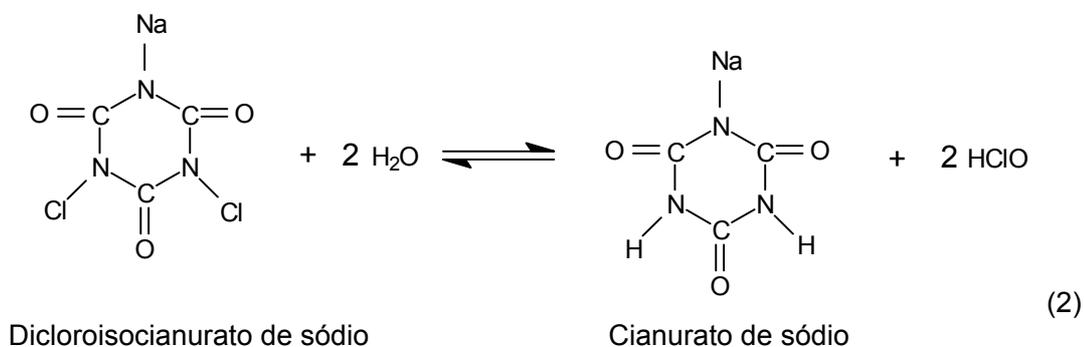
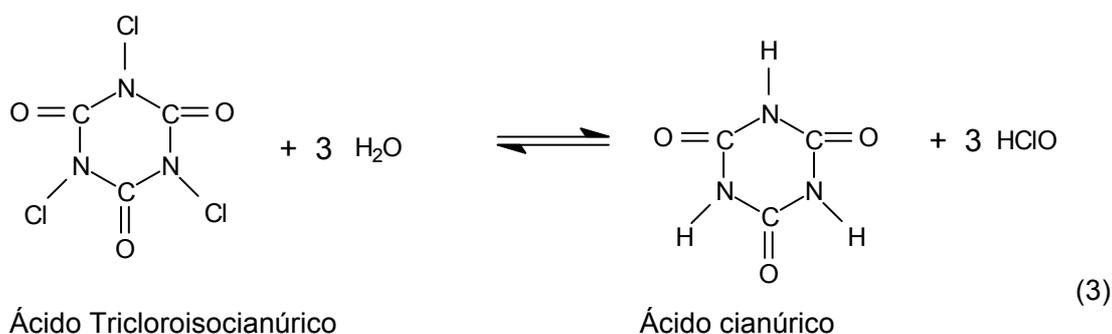


FIGURA 3- Gráfico representativo da relação entre ácido cianúrico e cianurato em relação ao pH.

Os derivados clorados de origem orgânica, por sua estrutura química são vinculados a presença de ácido cianúrico. Mas, deve ser ressaltado que o dicloroisocianurato de sódio no seu processo de dissociação na água leva a formação do cianurato de sódio e não na formação do ácido cianúrico (BAYER, sd), Equação 2.



O uso do ácido tricloroisocianúrico tem maior probabilidade de formação de ácido cianúrico, em função da sua hidrólise, mas com o ajuste do pH para uma faixa de 6 a 8 se reduz a presença de ácido cianúrico na forma não-dissociada, conforme já explicado em parágrafo anterior, Equação 3.



As referências bibliográficas EPOOLSANDSPA (2003a) e ATTBI (2003), reafirmam que o nível recomendado para o ácido cianúrico varia de 30 a 50 ppm, com um máximo de 100 ppm e indica um mínimo de concentração de 10 ppm e ressalta que o efeito de concentração acima de 400 ppm de ácido cianúrico está vinculado com o excesso de sólidos totais dissolvidos (TDS) ou com o cloro combinado (cloraminas inorgânicas) e não com o efeito denominado “*chlorine lock*”; a seguir transcrevo as informações fornecidas pelas referências, que correlacionam a superestabilização com uma falsa informação fornecida pela indústria.

*“Chlorine Lock, a term given to a condition once thought to be produced from high cyanuric-acid levels tying up free available chlorine, **has been proven false by the industry**. Generally, high cyanuric-acid levels of 400 ppm or higher are associated with excessive Total Dissolve Solids (TDS) or combined chlorine or chloramines and not Chlorine Lock.”*

#### IV) Conclusão

As informações apresentadas nesta revisão mostram que o processo de superestabilização só é possível em pH muito baixo, inferior a 4,74; considerando a hipótese de que o valor de 400 mg.L<sup>-1</sup> de ácido cianúrico seja uma referência para que ocorra a superestabilização, teríamos que utilizar uma solução com uma concentração maior que 800 mg.L<sup>-1</sup> de ácido cianúrico, para que exista no meio aquoso uma concentração de 400 mg.L<sup>-1</sup> ácido cianúrico não dissociado, o que é impossível de ocorrer em condições normais de tratamento de águas.

Revista Controle da Contaminação, v.6, n.55, Novembro de 2003, p.32-38.  
www.aguaseguas.ufff.br / www.aguaseguas.hpg.com.br  
jmacedo@fbio.ufff.br / j.macedo@terra.com.br

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20TH ed. Washington, D.C.: 1998. sp.

ATTBI. **What is Cyanuric Acid?** Disponível na internet: <<http://home.attbi.com/~pacificpoolsetc/CyanuricAcid.htm#WHAT%20IS%20CYANURIC%20ACID>>. Capturado em 28 de Fevereiro de 2003.

BAYER. **Aquatabs efervescente. – Relatório Técnico**. Bayer, sd.

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

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 2001. Secção 1.

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, 1977. p. 167-195.

EPOOLSANDSPA. **Cyanuric Acid – What is Cyanuric Acid ? Testing for Cyanuric Acid (stabilizer)**. Disponível na internet: <[http://www.epoolandspa.com/info/online\\_water\\_testing/information/cyanuric\\_acid.htm](http://www.epoolandspa.com/info/online_water_testing/information/cyanuric_acid.htm)>. Capturado em 19 de Janeiro de 2003.

EPOOLSANDSPA. **Cyanuric Acid**. Disponível na internet: <[http://www.epoolandspa.com/info/pool/pool\\_information/chemistry/266.htm](http://www.epoolandspa.com/info/pool/pool_information/chemistry/266.htm)>. Capturado em 19 de Janeiro de 2003a.

EXPERT POOL & SPA. **NSPI Recommended Water Parameters**. Disponível na internet: <[http://members.cox.net/expertpool/water\\_testing.htm](http://members.cox.net/expertpool/water_testing.htm)>. Capturado em 19 de Janeiro de 2003.

GENCO. **Saiba a verdade sobre estabilização do cloro e dos cloros estabilizados**. Disponível na internet: <[http://www.genco.com.br/main\\_saiba3.htm](http://www.genco.com.br/main_saiba3.htm)>. Capturado em 17 de fevereiro de 2003.

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

Revista Controle da Contaminação, v.6, n.55, Novembro de 2003, p.32-38.  
www.aguaseguas.ufjf.br / www.aguaseguas.hpg.com.br  
jmacedo@fbio.ufjf.br / j.macedo@terra.com.br

HEALTH SERVICES. **Maintenance of Public Pools & Spas.** Environmental Health Division. Disponível na internet: <<http://www.sonoma-county.org/health/eh/poolmnt.htm>>. Capturado em 28 de Fevereiro de 2003.

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

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

HTH. **Glossary-Cyanuric Acid.** Disponível na internet: <<http://www.hth.co.uk/no2/pools/glossary.htm#langelier>>. Capturado em 20 de Fevereiro de 2003.

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

LAMOTTE. **Water Treatment Tables.** Disponível na internet: <<http://www.lamotte.com/pages/pool/handbook/chapter6.html>>. Capturado em 01 de Março de 2003.

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

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., **Determinação de Trihalometanos em Águas de Abastecimento Público e Indústria de Alimentos.** Viçosa, 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., **Subprodutos do Processo de Desinfecção de Água pelo Uso de Derivados Clorados (Disinfection byproducts – DBP).** Juiz de Fora: Macedo, 67p. 2001.

MACÊDO, J. A. B. **Introdução a Química Ambiental (Química & Meio Ambiente & Sociedade).** Belo Horizonte: CRQ-MG., 487p., 2002.

MACEDO, J. A. B., **Química Tecnológica - tratamento de águas e efluentes.** Juiz de Fora-MG, UFJF-Universidade Federal de Juiz de Fora, 1992, 94p. (Mimeog.)

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.

Revista Controle da Contaminação, v.6, n.55, Novembro de 2003, p.32-38.  
www.aguaseaguas.ufjf.br / www.aguaseaguas.hpg.com.br  
jmacedo@fbio.ufjf.br / j.macedo@terra.com.br

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

OXI. Os Riscos da utilização incorreta dos cloros estabilizados. **Revista Oxi**, A.2, n.5, p.22, 2003.

REVISTA DA PISCINA, **Estabilizar ou não estabilizar, eis a questão?** São Paulo: POOL LIFE/Revista da Piscina, n.49, p.12-14, 1999.

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.

WOJTOWICZ, J. A. Swimming Pool Water Buffer Chemistry. **Journal of the Swimming Pool and Spa Industry**, v3, n2, sd. Disponível na internet <[http://www.poolhelp.com/j\\_v3n2.htm](http://www.poolhelp.com/j_v3n2.htm)> Capturado em 28 de Fevereiro de 2003.