

IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE DESINFECÇÃO EM ÁGUAS PARA PISCINAS

I- Introdução

Dois aspectos devem ser ressaltados quando se fala em piscina (Pereira, 1979; Meraghe, 1990, Macêdo, 2000): i) a importância Social; ii) Importância sanitária.

As piscinas se apresentam como locais que facilitam a prática de atividades consideradas importantes para a saúde e a convivência social. A piscina consegue combinar a atividade física com a atividade social.

A importância social leva a piscina a ser considerada um local de encontro nas residências, em escolas, em prédios e/ou condomínios, em clubes, etc... Outro fator que agrega a piscina um fator social é o crescimento da população nas grandes cidades, a piscina se tornou uma fonte de lazer de grande importância social, sendo considerada de custo baixo.

Importância Sanitária está vinculada quando a utilização de piscinas coloca a saúde dos banhistas em risco, que envolvem a transmissão de doenças e os acidentes (contusões, afogamentos, etc...), a maior facilidade da transmissão de doenças se prende ao fato das mucosas e pele, apresentarem menor resistência por causa das imersões prolongadas e do atrito com a água.

Outro aspecto de importância na transmissão de patologias é a qualidade da água da piscina, que com um tratamento inadequado, não se assegura a redução da sua flora bacteriana a níveis considerados seguros, a manutenção da qualidade da água é a principal forma de impedir a transmissão de doenças aos banhistas, sendo a desinfecção a etapa mais importante para garantia da qualidade microbiológica da água.

II- Doenças transmissíveis pela água

Do contato primário do homem com a água pode resultar (Formaggia, 2000):

a) Reações orgânicas decorrentes de fatores ligados ao contato com a água em si. Ex.: congestão, choque térmico, acidentes

b) Reações orgânicas decorrentes do contato da epiderme com substâncias, utilizadas no tratamento da água. Ex.: reações alérgicas a determinadas substâncias ou produtos químicos.

c) Desenvolvimento de doenças transmitidas por microrganismos patogênicos ou oportunistas presentes no ambiente aquático.

É necessário ressaltar que os itens "a" e "b", dependem mais do banhista, já o item "c" é o de maior risco para o banhista, em função dos microrganismos patogênicos não são visíveis aos nossos olhos. A ausência de microrganismos patogênicos, só é garantida por tratamento adequado, sempre utilizando produtos adequados.

Como exemplos de doenças que podem ser adquiridas através da utilização de piscinas: i) infecções oculares: conjutivite; ii) infecções auditivas: otite; iii) infecções respiratórias: (trato respiratório superior): amigdalites, faringites e traqueítes; iv) infecções da epiderme: furunculoses, eczemas, micoses, vulvovaginite gonocócica, lesões cutâneas (mycobacterium balnei); v) infecções intestinais: diarréias; vi) outros exemplos: febre paratifóide e tifóide, pólio, hepatite "A".

III- Importância da Desinfecção

A etapa anterior a desinfecção, em geral, é a filtração, que também é eficiente no processo de remoção de microrganismos da água, mas mesmo assim, não é suficiente para garantir a qualidade microbiológica de uma água.

É considerada a única etapa do tratamento que garante a qualidade microbiológica da água (MACÊDO, 2000), é o processo de desinfecção visa reduzir a níveis considerados seguros os microrganismos que estão presentes na água (MACÊDO, 2000).

Atualmente, a relação benefício/custo dos derivados clorados é a maior, pois os outros processos disponíveis, apesar de serem eficientes, ainda possuem um custo alto, para as condições econômicas do país, neste caso vamos discutir apenas os derivados clorados disponíveis no mercado para uso em piscinas.

O uso de derivados clorados no processo de desinfecção, resultou na melhoria da qualidade de vida das populações abastecidas por água tratada. Alguns exemplos podem ser citados:

- i) a partir de 1908 com o início da chamada “cloração da água potável” se reduziu a mortalidade por febre tifóide no Estados Unidos em 40%;
- ii) de 1900 a 1920 a perspectiva de vida nos Estados Unidos cresceu 19%, ou seja, passou de 47 para 56 anos;
- iii) Em 1910 ocorria nos Estados Unidos uma média de 450 surtos de doenças de veiculação hídrica por ano e existiam no país em torno de 20 estações de tratamento de água já implantadas em 1960 e ocorreram, em média, 10 surtos de doenças de veiculação hídrica e existem no país quase 10.000 estações de tratamento de água que utilizam o processo de desinfecção com derivados clorados;
- iv) Em 1991, a cólera causou a morte de milhares de habitantes do Peru, sendo a origem da doença a suspensão do processo de desinfecção por derivados clorados no tratamento de água potável, pela interpretação incorreta de uma diretriz da Agência de Proteção Ambiental do Estados Unidos (USEPA), sendo que as autoridades peruanas ignoraram todos os trabalhos científicos sobre o desenvolvimento de biofilme bacteriano, cuja formação é facilitada pela falta de um nível de cloro residual. Outros casos de surto de cólera veiculados pela água, em países como Itália, Albânia e Ruanda foram erradicados pelo processo de desinfecção com uso de derivados clorados (ZARPELON, 2001).

O questionamento ao uso de derivados clorados está ligado com os chamados DBP (disinfection byproducts), neste grupo se enquadram os trihalometanos (THM), que surgem a partir de 1974, quando nos EUA, estudos mostraram pela primeira vez a correlação positiva entre águas de abastecimento público, que sofreram processo de desinfecção com derivados clorados, e o câncer, esta pesquisa foi realizada em Nova Orleans, onde a taxa de mortalidade por câncer é uma das mais altas dos EUA (MACÊDO, 2001).

III.1- Relação dos principais compostos clorados inorgânicos e orgânicos.

Compostos clorados	% de cloro residual total
Inorgânicos	
Hipoclorito de sódio	1 - 10
Hipoclorito de cálcio	70 - 72

Gás cloro	100
Orgânicos	
Ácido tricloroisocianúrico	89 - 90
Ácido dicloroisocianúrico *	70

* Disponível nas formas de sais de sódio.

Fonte: Adaptado ANDRADE e MACÊDO, 1996.

A ação oxidante e sanificante do cloro é controlada pelo ácido hipocloroso (HClO), que é um produto da hidrólise das substâncias cloradas. A reação química que controla a ação sanificante dos derivados clorados, equação a seguir.



Com base nas informações anteriores pode-se concluir que os compostos clorados são mais efetivos em valores de pH baixos, quando a presença de ácido hipocloroso é dominante, pesquisas mostram que em pH 8 existem 35% de ácido hipocloroso e que com esta concentração conseguimos obter uma redução significativa dos microrganismos presentes na água.

Dos 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.

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.

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, os ácidos dicloroisocianúrico e tricloroisocianúrico e seus sais 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.

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

O ácido tricloroisocianúrico (ATCI), atualmente é utilizado no processo de desinfecção de piscinas, no processo de desinfecção de água para abastecimento público e para aves em geral; o ATCI é um produto de natureza ácida, indica-se a manutenção de residual de 1 a 2 mg de CRL / L nos bebedouros (HIDROALL, sda).

Outra característica que é considerada como vantagem pelo dicloroisocianurato de sódio para seu uso no dia a dia 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 a seguir apresenta os valores do pH para os principais derivados clorados.

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

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

Outro fator importante que contribui para o aumento do uso de derivados clorados, de origem orgânica, é sua característica de não formar trihalometanos (THM) como subprodutos do processo de desinfecção (MACÊDO, 1997). A pesquisa de opinião pública, realizada pela Data Kirsten por solicitação da Bayer Saúde Ambiental, avaliou a preferência entre dois agentes descontaminantes usados para água de consumo, o hipoclorito de sódio e o dicloroisocianurato de sódio, os resultados obtidos comprovam nossa afirmação anterior, onde o grau de preferência pelo dicloroisocianurato de sódio alcançou 69,6%, contra 23,9% do hipoclorito de sódio, sendo que 6,5% dos entrevistados eram indiferentes (BAYER, 1999).

IV. Conclusões

A escolha do derivado clorado deve ser feita em função de alguns requisitos da água de piscina, por exemplo, o produto clorado não deve alterar o pH da água da piscina, que deve ser mantido na faixa de 7,2 a 7,6. Pois esta alteração leva a um consumo de outros produtos para um novo ajuste de pH, aumentando o custo do tratamento, outra implicação de importância é que, caso o produto leve a um aumento do pH teremos uma redução da sua ação sanificante, pois como já citado a ação oxidante e

sanificante do derivado clorado está vinculado a presença de ácido hipocloroso. Caso o produto leve a uma redução do pH aumenta o processo corrosivo da água.

O produto não deve contribuir para a formação de incrustações a base de cálcio, em função de aumentar a chamada dureza da água. Deve apresentar uma estabilidade que pode ser avaliada pela validade do produto oferecida pelo fabricante.

Com resumo apresentamos a tabela que permite uma comparação entre os vários produtos disponíveis no mercado.

V- BIBLIOGRAFIA:

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

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.

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

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.

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.

FORMAGGIA, D. M. E., Piscina – risco para a saúde pública ?, **Revista da Piscina**, n.54, p.6-11, 2000.

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

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., sda. (Boletim Técnico)

HIDROALL, **Manual prático de tratamento de piscinas – HIDROALL**. CAMPINAS: HidroAll Ltda., 20p. sd.

- HTH, **Fichas de dados de segurança de materiais – Hipoclorito de cálcio**. SALTO: Arch Química Brasil Ltda., 3p., Janeiro/1999.
- LEITÃO, M. F. F. **Controle de sanificação na indústria de alimentos**. Campinas: ITAL, 1976. 71p.(Instruções Técnicas, 11).
- MACÊDO, J. A. B., **ÁGUAS & ÁGUAS**, Juiz de Fora: ORTOFARMA, 505p., 2000:
- MACÊDO, J. A. B., **Métodos Laboratoriais de Análises – Físico-químicas e Microbiológicas – Águas & Águas**. Juiz de Fora: Macêdo, 302p., 2001.
- MACÊDO, J. A. B., **Subprodutos do processo de desinfecção de água pelo uso de derivados clorados (Disinfection Byproducts – DBP)**. Juiz de Fora: Macêdo, 67p., 2001.
- MACÊDO, J. A. B., ANDRADE, N. J., Formação de Trihalometanos em águas cloradas para abastecimento público e indústrias de alimentos. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 13, 1995, Juiz de Fora, **Anais...** Juiz de Fora-MG: Centro de Pesquisa e Ensino Instituto Cândido Tostes, 1995. 324p. p.45-48.
- 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., ANDRADE, N. J., ARAÚJO, J. M. A., CHAVES, J. B. P., COELHO SILVA, M. T., JORDÃO, C. P., Formação de trihalometanos em soluções sanificantes utilizadas no processo de desinfecção de indústrias de alimentação. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 1999, Juiz de Fora. **Anais....**Juiz de Fora-MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.54, n.309, p.216-230, 1999.
- MACÊDO, J. A. B., ANDRADE, N. J., ARAÚJO, J. M. A., CHAVES, J. B. P., COELHO SILVA, M. T., JORDÃO, C. P., Quantificação de trihalometanos (THM) em amostras de água pré e pós-cloradas com hipoclorito de sódio (HPCS) por cromatografia de fase gasosa utilizando-se microextração em fase sólida (MEFS). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.54, n.310, p.22-27, 1999.
- ODLAUG, T. E., PFLUG, I. J. Sporicidal properties of chlorine compounds: applicability to cooling water for canned foods. **J. Milk Food Technol.** v.39, n.7, p.493-498, 1976.
- ZARPELON, A. **Uso do cloro e os trihalometanos(THM)**. **Sanare**, v.15, n.15., p.4-6, Jan/Jun. 2001.

VI- Comparação entre os derivados clorados disponíveis no mercado em função de suas características físico-químicas.

Comparação por escala numérica de 0 a 4, entre várias qualidades dos principais derivados clorados disponíveis no mercado.

Produto	Hipoclorito de sódio (líquido - 12%)					Hipoclorito de cálcio (sólido - 65%)					Dicloro isocianurato de sódio (sólido - 65%)					Ácido tricloro isocianúrico (Sólido - 95%)				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Nota para o item																				
Característica																				
Quanto a solubilidade				■		■									■				■	
Quanto a estabilidade do produto	■						■								■				■	
Não perde o cloro ativo	■						■								■					■
Não altera o pH	■					■									■	■				
Não cria incrustações				■		■									■					■
Não gera subprodutos	■						■								■					■
Segurança	■						■								■			■		
Total de pontos	7					3					28					20				

Legenda: 0- Péssimo 1- Regular 2- Médio 3- Bom 4- Excelente

Fonte: Adaptado de HIDROALL, sd.