

THE STATE OF THE ART OF THE IONIZATION SYSTEM OF Cu/Ag
X
DISINFECTION IN SWIMMING POOL WATER

REVIEW: O ESTADO DA ARTE DO SISTEMA DE IONIZAÇÃO DE Cu/Ag
X
DESINFECÇÃO EM ÁGUAS DE PISCINAS

1- Ionizer for pool water treatment (copper and silver ions)

1- Ionizador para tratamento de água de piscina (íons de cobre e prata)

1.1- The chemistry of the CSI system (copper/silver ionization system)

1.1- A química do sistema CSI (sistema de cobre/prata ionização)

1.1- The chemistry of the CSI system (copper/silver ionization system)

1.2- The principle of action of silver ions (Ag⁺)

1.2- O princípio da ação dos íons prata (Ag⁺)

1.3- Chronology of publications involving the Cu/Ag ionization system

1.3- Cronologia de publicações envolvendo o sistema ionização de Cu/Ag

1.4- The 1989 publication, 23 years later, in which the chemical disinfection process with Cu/Ag ionizers ELIMINATES/INACTIVES more organisms than existed in the water in which the test was carried out

1.4- A publicação de 1989, já passados 23 anos, na qual o processo de desinfecção química com ionizadores de Cu/Ag ELIMINA/INATIVA mais organismos do que existiam na água que foi realizado o teste

1.5- The Copper-Silver Ionization system (CSI)

1.5- O sistema Cobre-Prata Ionização (Copper-Silver Ionization - CSI)

1.6- Questions about the efficiency of the disinfection process and conditions for using the ionization system with generation of Ag⁺ ions

1.6- Os questionamentos da eficiência do processo de desinfecção e condições para utilização do sistema de ionização com geração de íons Ag⁺

1a. condition – The water to be tested by the Cu/Ag ionizer system must be previously autoclaved/sterilized

1a. condição – A água a ser testada pelo sistema ionizador de Cu/Ag deve ser previamente autoclavada/esterilizada

2a. condition – The water to be tested by the Cu/Ag ionizer system must be previously filtered in pores of 0.2 µm (it must undergo a microfiltration process), as evidenced by two publications

2a. condição – A água a ser testada pelo sistema ionizador de Cu/Ag deve ser previamente filtrada em poros de 0,2 µm (deve sofrer processo de microfiltração), como se comprova por duas publicações

3a. condition – The silver (in the form of Ag⁺ ions) generated by the Cu/Ag ionizer system is only bacteriostatic, it DOES NOT HAVE a reduction capacity of at least 3 log cycles (chemical disinfection) against the reference microorganisms

3a. condição – A prata (na forma de íons Ag⁺) gerada pelo sistema ionizador de Cu/Ag é somente bacteriostática, NÃO TEM capacidade de redução de pelo menos 3 ciclos log (desinfecção química) frente as microrganismos de referência

4a. condition – Interference of chemical constituents of the swimming pool water in the ions generated by the Cu/Ag ionizer system (Cu²⁺ and Ag⁺)

4a. condição – Interferência de constituintes químicos da água da piscina nos íons gerados sistema ionizador de Cu/Ag (Cu²⁺ e Ag⁺)

5a. condition – Silver is not bactericidal and does not have

5a. condição – A prata não é bactericida e não tem Ct.

6a. condition – There is no control over the amount of Cu²⁺ and Ag¹⁺ ions formed during the ionization process

6ª. condição – Não se tem controle da quantidade de íons Cu²⁺ e Ag¹⁺ formados durante o processo de ionização

2- The International certifications cited/indicated as validation for the ionization system using copper and silver and their relationship with fake-news

2- As certificações Internacionais citadas/indicadas como validação para o sistema de ionização usando cobre e prata e sua relação com fake-news

2.1- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA)

2.2- American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) and American National Standards Institute (ANSI)

2.3- World Health Organization (WHO)

2.4- Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

2.5- Canadian Standards Association (CSA) / CSA Group

2.6- National Sanitation Foundation (NSF) / American National Standard (ANSI)

2.7. HEALTH PROTECTION NSW / NSW Government

3- The non-compliance of claims available on the market when compared to the original design by NASA (National Aeronautics and Space Administration)

3- As não conformidades de afirmações disponíveis no mercado quando comparadas com o projeto original da NASA (National Aeronautics and Space Administration)

3.1- A interferência do pH na sua ação bactericida.

4- The indication of NO USE OF CHLORINATED DERIVATIVES concomitantly with the copper/silver ionization system

4- A indicação de NÃO UTILIZAÇÃO DE DERIVADOS CLORADOS concomitante com o sistema ionização cobre/prata

4.1- Os níveis de CRL (Cloro Residual Livre) indicados para uso concomitante com ionizadores de Cu/Ag.

5- The non-use of chemical products together with the copper/silver ionization system.

5- A não utilização de produtos químicos em conjunto com o sistema ionização cobre/prata.

6- Conclusão

REVIEW: O ESTADO DA ARTE DO SISTEMA DE IONIZAÇÃO DE Cu/Ag X DESINFECÇÃO EM ÁGUAS DE PISCINAS

1- Ionizador para tratamento de água de piscina (íons de cobre e prata)

1.1- A química do sistema CSI (sistema de cobre/prata ionização)

O sistema é um processo de eletrólise, onde os eletrodos estão dentro da mesma cuba eletrolítica. A melhor imagem disponível que mostra o sistema é apresentada na Figura 1.

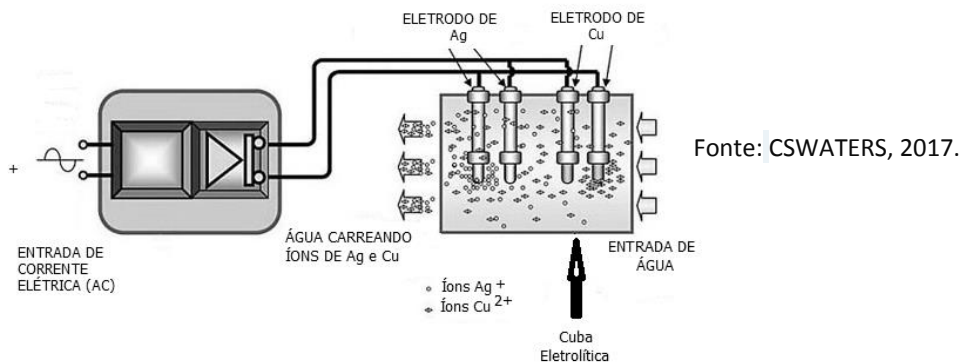
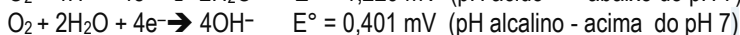


FIGURA 1- Sistema gerador de íons de cobre prata.

Em uma cuba eletrolítica os íons produzidos, os cátions são produzidos no ânodo, se dirigem ao cátodo onde são depositados. No sistema CSI, que opera ligado a um circuito hidráulico, os íons produzidos (Ag^+ e Cu^{2+}) são carreados pela vazão da água antes que possa ocorrer a deposição no cátodo. Ressalta-se ainda que a água em movimento está aerada, possui O_2 incorporado.

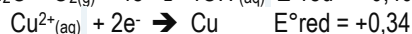
As semi-reações de redução do O_2 em solução ácida e neutra são, respectivamente [BAIRD (1999, 2002) apud MACEDO, 2013]:



As **possíveis** semi-reações de oxirredução que ocorrem no sistema CSI:

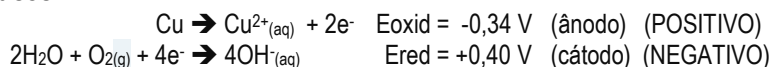
⇒ **Para o Cu:**

Valores tabelados de potencial de oxirredução:



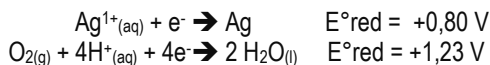
Como o E°_{red} da $\text{H}_2\text{O} = +0,40 \text{ V} > E^\circ_{\text{red}}$ do $\text{Cu} = +0,34 \text{ V}$

A H_2O sofrerá redução e o Cu sofrerá oxidação. Dessa forma, gerando os íons Cu^{2+} para meio aquoso.



⇒ **Para a Ag:**

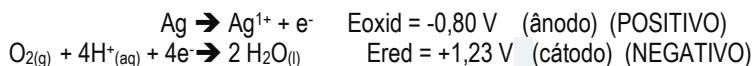
Valores tabelados de potencial de oxirredução:



Como o E°_{red} do $\text{O}_2 = +1,23 \text{ V} > E^{\circ}_{\text{red}}$ da $\text{Ag} = +0,80 \text{ V}$.

O O_2 do meio sofrerá redução e a Ag sofrerá oxidação.

Dessa forma, gerando os íons Ag^{+} para meio aquoso.



Resumo da eletrólise:

ÂNODO	CÁTODO
<ul style="list-style-type: none"> • Transfere os elétrons; • Polo positivo; • Atrai os ânions; • Ocorre a oxidação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recebe os elétrons; • Polo negativo; • Atrai os cátions; • Ocorre a redução.

A Figura 2 apresenta exemplos de eletrodos disponíveis no mercado, diversos formatos e modelos em função do fabricante, apresenta também a imagem que permite comparar um eletrodo não utilizado com um já desgastado pelo uso.



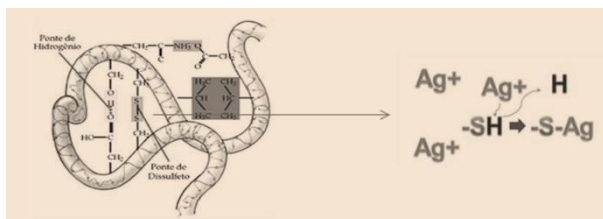
Fonte: WATERCONSULTING, 2017; ULTRATECUAE, 2017; ENVIROPOOLSOLUTIONS, 2017; GLOBALTECH, 2017; FLUIDYNECORP, 2017; AQUALUX, 2017; IGARAPEBRASIL, 2017; GLOBALMAR, 2017; CLEAN BRASIL, 2017.

FIGURA 2- Imagens de diversos tipos de eletrodos disponíveis no mercado, diversos formatos e modelos em função do fabricante e imagem de eletrodo não utilizado e eletrodo após o uso.

1.2- O princípio da ação dos íons prata (Ag^+)

Alguns íons metálicos, em particular o ouro, prata, mercúrio e cobre têm propriedades microbicidas (biocidas ou antissépticos). A atividade bactericida desses íons metálicos foi observada há muito tempo e designada como “ação oligodinâmica”. Dos quatro metais, somente a prata deve ser levada em consideração, pois o custo do ouro, a toxicidade do mercúrio e a pouca eficácia bactericida do cobre, como será apresentado nos itens a seguir, inviabiliza o uso no tratamento de água para abastecimento público (MACEDO, 2016). Mesmo em quantidades extremamente pequenas dos metais de prata e cobre foram capazes de inibir o crescimento bacteriano até uma distância ao redor do metal. Entre os metais, a prata tem sido o que melhor apresenta propriedades antimicrobianas e menor toxicidade para os mamíferos (RODRIGUES, 2011).

As pontes dissulfeto, que desempenham um papel importante na estrutura das proteínas ao unir os aminoácidos com os grupos tióis expostos, podem ser afetadas pelos íons de prata que reagem com esses grupos presentes nas proteínas da superfície da parede celular das bactérias, que são responsáveis pelo transporte de nutrientes. Esses grupos tióis são compostos orgânicos que contêm o grupo $-\text{SH}$ (designado por grupo tiol, grupo mercaptano ou grupo sulfidril). Os íons monovalentes de Ag^+ substituem o cátion H^+ e formam grupos $-\text{S}-\text{Ag}$, inativando a proteína e, assim, diminuindo a permeabilidade da membrana, que pode causar eventualmente a morte celular, veja Figura 3, [CLEMENT, JARRETT (1994), FENG, WU, CHEN (2000) apud RODRIGUES, 2011].

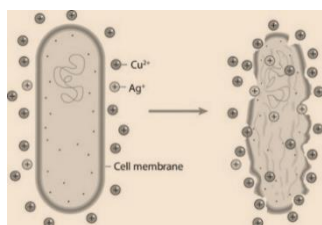


Fonte: CLEMENT, JARRETT (1994), FENG, WU, CHEN, et al. (2000) apud RODRIGUES, 2011.

FIGURA 3- Representação da ligação dissulfeto na molécula da proteína, e a quebra dessa ligação pelos íons de prata.

Um dos principais mecanismos de ação biocida desses íons é a penetração celular. Os íons de cobre carregados positivamente formam ligações eletrostáticas com locais com carga negativa na parede celular. A membrana celular é, portanto, distorcida, permitindo a entrada de íons de prata que atacam a célula por ligação em locais específicos ao DNA, RNA, enzimas respiratórias e proteínas celulares, causando falha dos sistemas de suporte vital da célula (HAMBIDGE, 2001).

A Figura 4 apresenta a proposta de SARJOMAA, URDAHL, RAMSLI, et al. (2011) para a ação de íons carregados positivamente, como prata (Ag^+) e cobre (Cu^{2+}), que são atraídos para as cargas negativas das paredes celulares de organismos. Esta conexão eletrostática cria estresse que faz com que a parede celular se quebre e juntamente com a desnaturação de proteínas, causa lise celular, evitando a divisão celular.



Fonte: SARJOMAA, URDAHL, RAMSLI, et al., 2011.

FIGURA 4- Ação de íons carregados positivamente, como prata (Ag^+) e cobre (Cu^{2+}) atraídos para o carregamento negativo das paredes celulares de organismos.

Os íons de prata, em baixas dosagens, atuam nas atividades celulares pela ação oligodinâmica representada pela equação (NOBRE, YOKOYA, 2017):



Desta maneira o radical S-Ag influi na multiplicação bacteriana, devido sua ação constante e permanente. Dependendo da quantidade dos íons prata, da condição da água e dos tipos de colônias de microrganismos, pode-se fazer o produto bactericida atuar não só na eliminação microbiana, mas na manutenção de uma atividade de "hibernação" destas colônias, vedando suas atividades proliferativas (NOBRE, YOKOYA, 2017).

Numa microvisão da ação bactericida temos dois tipos de ações (NOBRE, YOKOYA, 2017):

→ Devido à liberação do íon de prata na água ou no ar ambiente úmido, ocorre a ação catalítica do íon de prata destruindo a membrana plasmática das células das bactérias, pela diferença de potencial (eletropotência) entre a parte interna e externa das células.

→ Outra ação deve-se ao íon de prata no ambiente úmido (água ou ar) penetrar na membrana plasmática da célula bacteriana, destruindo o citoplasma da célula.

Os mecanismos antimicrobianos do cobre são complexos e ocorrem em diferentes formas, tanto dentro das células quanto nos espaços intersticiais entre as células. Um fator crítico responsável pelas propriedades antimicrobianas do cobre é a habilidade deste metal de aceitar ou doar facilmente seus elétrons (o que significa que o cobre tem uma alta oxidação catalítica e alto potencial de redução). Esta propriedade química permite que os íons de cobre alterem as proteínas dentro das células dos microrganismos, para que as proteínas já não possam realizar suas funções normais. Os cientistas também observaram que o cobre é responsável por inibir o transporte eletrônico nas interações da parede celular, ligando o DNA e desordenando as estruturas helicoidais. Através destes mecanismos e outros, o cobre deixa inativos muitos tipos de bactérias, fungos e vírus. Em condições específicas, o cobre pode eliminar micróbios ou evitar seu crescimento adicional. Sua eficácia e taxa de inatividade microbiana dependem da temperatura, da umidade, da concentração de íons de cobre e do tipo de microrganismo com o qual está em contato (PHILOMENOJR, 2017).

Por exemplo, em um experimento, a 20°C (temperatura ambiente), todas as bactérias do *E. coli* O157:H7 **morreram somente depois de 4 horas de estar em contato com o cobre**. No aço inoxidável, estas **bactérias tóxicas ainda eram viáveis depois de 34 dias**. Por outra parte, a 4°C (temperatura de resfriamento), todas as bactérias do *E. coli* O157 morreram ao contatar o cobre somente em 14 horas, entretanto, no aço inoxidável, as bactérias até eram viáveis depois de vários meses (PHILOMENOJR, 2017).

Durante os últimos anos, os estudos de eficácia antimicrobiana **em diferentes superfícies de contato** demonstraram claramente que o cobre e certas ligas de cobre deixam

inativos vários dos tipos de microrganismos, incluindo *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Legionella pneumophila*, *Enterobacter aureus*, *Staphylococcus aureus* resistente à Meticilina (MRSA) (PHILOMENOJR, 2017).

Foi a NASA que primeiro projetou um sistema de ionização para seus voos da Apollo. O Johnson Space Center desenvolveu um gerador eletrolítico de íons de prata pesando apenas 0,255 Kg (255 g) (NASA, 1968). Esse ionizador foi criado para manter a qualidade de uma água **previamente** tratada em um reservatório que não era utilizado para os astronautas tomarem banho, não sendo indicado para tratamento de águas de piscinas em função da característica dos contaminantes das águas de piscinas.

Este ionizador pequeno exigiu potência mínima e não monitoramento por parte do astronauta. O sistema posteriormente foi montado em vários locais no abastecimento de água potável e em sistemas de águas residuais, o ionizador dispensa íons de prata para eliminar bactérias. Em 1962, a prata foi aprovada para uso em água potável pelo Serviço de Saúde Pública dos EUA (BIOPHYSICA, 2017).

O processo de desinfecção com prata consiste em se agregar quantidades muito pequenas de íon metálico na água. A concentração deve variar de 25 a 75 µg/L, obtidas através de soluções de íons prata ou fazendo eletrólise com materiais revestidos de prata. Como já citado o efeito bactericida, aparentemente, deve-se à capacidade da prata de imobilizar os grupos sulfidrilas nas proteínas e nas enzimas dos microrganismos, embora a ação dos íons prata seja muito lenta (REIFF, WITT, 1995).

Pesquisa realizada por CHANG, BAXTER (1955) apud REIFF, WITT (1995) indicou que **são necessários 6 minutos para 106 mg Ag⁺/L (106.000 µg Ag⁺/L), para inativar 99% dos cistos de *Entamoeba histolytica* em água a 23°C, em pH igual a 6.** Uma concentração de 97 mg Ag⁺/L (97.000 µg Ag⁺/L) foi quase 2/3 menos eficiente que uma concentração de 10 mg/L de iodo (I₂). **Não se reconhece a prata como bom virucida; sua eficácia é reduzida com valores decrescentes de pH e de temperatura,** levando à necessidade de tempos maiores de contato a temperaturas menores ou próximas de 10°C.

Em países europeus, existem poucas experiências do uso da prata em abastecimento público de água de pequenas comunidades, não sendo recomendado o seu uso, além disso, o custo estimado é cerca de 200 vezes mais alto que outros desinfetantes, como por exemplo, os derivados clorados, o que também inviabiliza o seu uso (REIFF, WITT, 1995).

A geração de íons metálicos para desinfecção, em particular cobre/prata, gerados por eletrólise e combinados com o cloro tem sido utilizado em águas de piscinas. Os resultados indicaram que 400 µg/L de cobre e 40 µg/L de prata em combinação com 0,2 mg/L de cloro, indica a existência de um efeito sinérgico [LANDEEN, YAHYA, KUTZ (1989) apud REIFF, WITT, 1995].

A NASA em um documento chamado “NASA TECH BRIEF” cuja função é apresentar de modo resumido as inovações específicas derivadas do programa espacial dos EUA e também para incentivar a aplicação comercial da inovação na época (NASA, 1968). Através do BRIEF 68-10555, de dezembro de 1968, apresentou o “Electrolytic Silver Ion Cell Sterilizes Water Supply” e também vendia o projeto completo (design com todos os detalhes, resultados dos testes) através do denominado Report NASA-CR- 67-2158 (NASA, 1967) por US\$3,00 (NASA,1968), que será apresentado em detalhes a seguir.

1.3- Cronologia de publicações envolvendo o sistema ionização de Cu/Ag

É comum ler em **brochuras/revistas promocionais/comerciais e até ouvir em discussões em salas de bate-papo que os íons de cobre/prata realizarão qualquer tarefa biocida necessária**. No entanto, uma pesquisa na literatura científica, desvinculada ao interesse comercial revela que muitos organismos incluindo bactérias, protozoários, leveduras, fungos e vírus, **NÃO SÃO efetivamente mortos pela exposição a esses metais** [NIES (1990), ROH, WEBER, SELENKA, WILHELM (2000), RIGGLE, KUMAMOTO (2000), CERVANTES, GUITERREZ-CORONA (1994), ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH (1994) apud MEYER, 2001].

As investigações mostraram claramente que os níveis dentro do limite do regulamento alemão de água potável [10 + 100 microgramas (Ag + Cu) /L] **não poderiam inativar esses protozoários in vitro** [ROH, WEBER, SELENKA, WILHELM (2000) apud MEYER, 2001]. A eficácia dos íons de cobre e prata, em combinação com baixos níveis de cloro livre (FC), foi avaliada para a desinfecção do vírus da hepatite A (HAV), **rotavírus humano (HRV)**, adenovírus humano e poliovírus (PV) em água. Os vírus **HAV e HRV mostraram pouca inativação em todas as condições** [ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH (1994) apud MEYER, 2001]. Os dados indicam que o uso de **íons de cobre e prata em sistemas de água NÃO FORNECEM uma alternativa confiável aos níveis de CRL (Cloro Residual Livre) para a desinfecção de patógenos virais**. Agregados de vírus foram observados na presença de íons de cobre e prata, embora não na presença de CRL sozinho [ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH (1994) apud MEYER, 2001].

É importante, **ressaltar que**, a água utilizada pela NASA para viagens espaciais era uma água com características potáveis, ou seja, já havia sido tratada e que o processo de ionização com íons prata era **uma complementação** do tratamento inicial e que os astronautas não entravam no reservatório de água para tomar banho! Uma situação **COMPLETAMENTE diferente da água de uma piscina** que no dia a dia recebe muita matéria orgânica dos corpos dos seus usuários, **como RESTOS DE FEZES, URINA, SUOR, MENSTRUACÃO, RESÍDUOS DE MUCOSAS, DE COSMÉTICOS/FÁRMACOS, RESTOS DE FEZES DE ANIMAIS, etc.....**

As publicações atuais como a referência **EPA (2011)** informa que as diretrizes da OMS em seu segundo adendo à terceira edição de suas diretrizes para a qualidade da água potável (**WHO, 2008**) observa que "*a prata às vezes é promovida como desinfetante, mas sua eficácia é incerta e requer longos períodos de contato*". Não é recomendado para o tratamento de água potável natural. Isto, por não existir dados suficientes de aplicações de tratamento de água potável sobre os quais se possa basear a validação do processo, levanta ainda questões sobre a sua adequação ao uso do abastecimento de água [WHO (2018) apud WHO, 2021].

A literatura também sugere que certos microrganismos desenvolvem resistência, após exposição prolongada a íons de metais pesados, resultando em muitos desses sistemas tornando-se menos eficazes ao longo do tempo (EPA, 2011). Atualmente não há dados científicos disponíveis para verificar a eficácia desta tecnologia como tecnologia desinfetante eficaz (EPA, 2011). Essa pesquisa confirma a informação de MEYER (2001) que uma busca na literatura revela que muitos microrganismos, incluindo bactérias, protozoários, leveduras, fungos e vírus, não são efetivamente mortos pela exposição a esses metais pesados.

Na revisão bibliográfica de FEWTRELL (2014), relata somente **7 (sete) pesquisas publicadas envolvendo “cooper/silver ions”, em mais de 30 anos**, sendo a última de 1999, já passados 24 anos. Encontrei **mais 2 (duas) publicações** não citadas por FEWTRELL (2014).

É importante ressaltar que:

- das 9 publicações **somente 4 (QUATRO)** citam “swimming pool” (piscinas);
- das 9 publicações **5 (cinco) são das mesmas pessoas**, ou seja, **são os mesmos “profissionais” que tinham interesse em vender o sistema**, muda-se apenas a ordem de nomes na publicação.
- O mesmo “*modus operandi*” ocorre em **outras 4 (QUATRO) publicações (duas a duas)**, muda o ano, o periódico e sequência do nome de autores.

Veja a seguir.

*** **YAHYA, M. T.; KUTZ, S. M.; LANDEEN, L. K.; GERBA, C. P. SWIMMING POOL** disinfection: an evaluation of the efficacy of copper/silver ions. **Environmental Health**. v.51. n.5. pp.282-285. **1989**.

*** **LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; GERBA, C. P.** Efficacy of copper and silver ions and **REDUCED LEVELS OF FREE CHLORINE** in inactivation of *Legionella pneumophila*. **Applied and Environmental Microbiology**. v.55. n.12. pp.3045-3050. **1989**.

*** **LANDEEN, L. K., YAHYA, M. T., KUTZ, S. M., GERBA, C. P.** Microbiological evaluation of cooper: silver disinfection units for use **IN SWIMMING POOLS**. **Water Science and Technology**. n.21. pp.267-270. **1989**.

*** **YAHYA, M. T.; LANDEEN, L. K.; MESSINA, M. C.; KUTZ, S. M.; SCHULZE, R.; GERBA, C. P.** Disinfection of bacteria in water systems by using electrolytically generated copper:silver and **REDUCED LEVELS OF FREE CHLORINE**. **Canadian Journal of Microbiology**. n.36. pp.109-116. **1990**.

*** **YAYHA, M.T.; STRAUB, T. M.; GERBA, C. P.** Inactivation of coliphage MS-2 and poliovirus by copper, silver and **CHLORINE**. **Canadian Journal of Microbiology**. v.38. n.5. pp.430-435. **1992**.

→ **BOSCH, A.; DIEZ, J. M.; ABAD, F. X.** Disinfection of human enteric viruses in water by copper: silver and **REDUCED LEVELS OF CHLORINE**. **Water Science and Technology**. v.27. n.3-4. pp.351-356. **1993**.

→ **ABAD, F. X.; PINTÓ, R. M.; DIEZ, J. M.; BOSCH, A.** Disinfection of human enteric viruses in water by copper and silver in combination **WITH LOW LEVELS OF CHLORINE**. **Applied and Environmental Microbiology**. n.60. pp.2377-2383. **1994**.

*=>**BEER, C. W.; GUILMARTIN, L. E.; MCLOUGHLIN, T. F.; WHITE, T. J. SWIMMING POOL DISINFECTION** Efficacy of Copper/Silver Ions **WITH REDUCED CHLORINE LEVELS**. **Indian Journal of Environmental Health**. Vol.39. Issue 3. pp.9-13. **Jul 1997**.

*=>**BEER C. W.; GUILMARTIN, L. E.; MCLOUGHLIN, T. F.; WHITE, T. J. SWIMMING POOL DISINFECTION:** efficacy of copper/silver ions **WITH REDUCED CHLORINE LEVELS**. **Journal of Environmental Health**. v. 61. n.9. pp.9-12. **1999**.

Em resumo:

EM **5 (CINCO)** DAS 9 (NOVE) PUBLICAÇÕES tem como autor: **YAYHA**.

EM **4 (QUATRO)** DAS 9 (NOVE) PUBLICAÇÕES tem como autor: **LANDEEN**.

EM **4 (QUATRO)** DAS 9 (NOVE) PUBLICAÇÕES tem como autor: **GERBA**.

EM **3 (TRÊS)** DAS 9 (NOVE) PUBLICAÇÕES tem como autor: **KUTZ**.

EM **2 (DUAS)** DAS 9 (NOVE) PUBLICAÇÕES tem como autores **ABAD, DIEZ, BOSCH**.

EM **2 (DUAS)** DAS 9 (NOVE) PUBLICAÇÕES tem como autores **BEER, GUILMARTIN, MCLOUGHLIN, WHITE**.

⇒ mudam somente a ordem dos nomes, mas, **o título da publicação é o mesmo**, em periódicos diferentes, em anos diferentes.

OBS.: Fica muito claro que os referidos autores tinham interesse na comercialização do sistema, independente da sua eficiência.

Veja a forma que foi utilizada para divulgação do sistema à época pelos interessados na sua venda. Os autores **KUTZ, LANDEEN, YAHYA, GERBA** (1988) apresentaram um trabalho com título ***“Microbiological Evaluation of Copper:Silver Disinfection Units”***, no evento ***“Proceedings of the Fourth Conference on Progress in Clinical Disinfection / State University of Binghamton/New York”***, em 1988.

No ano seguinte, apenas mudaram a sequência dos nomes dos autores para **LANDEEN, YAHYA, KUTZ, GERBA** (1989) e publicaram a mesma apresentação de 1988 acrescentando ao título ***“for use in swimming pool”***. A publicação, recebeu o título ***“Microbiological evaluation of copper:silver disinfection of units for use in swimming pools”***, na revista ***“Water Science and Technology”***.

Ainda, em 1989, **pela 3ª. vez, YAHYA, LANDEEN, KUTZ, GERBA** (1989) publicaram ***“Swimming pool disinfection: an evaluation of the efficacy of copper/silver ions”***, agora no periódico **Environmental Health**, v.51. n.5. pp.282-285. 1989.

Em resumo, à época em função da dificuldade de transferência de informação e **pelo desejo comercial de vender o sistema de ionização Cobre/Prata**, esses autores divulgavam as mesmas informações, nesse caso **por três vezes**, apenas alterando a sequência de nomes na autoria, incluindo alguma outra informação no título, apresentando as mesmas bactérias e os mesmos resultados, como se nunca tivessem sido apresentados em qualquer evento.

A premência de transformar o processo em algo que fosse realmente efetivo no processo de tratamento de águas de piscinas, levou o dito grupo de autores publicar em 1989 o material ***“Microbiological evaluation of copper:silver disinfection of units for use in swimming pools”***, publicado na revista ***“Water Science and Technology”*** em 1989, já citado anteriormente, na publicação simplesmente o processo de desinfecção química com ionizadores de Cu/Ag **ELIMINAVA/INATIVAVA “MAIS”** organismos do que existiam na água **utilizada para os testes (Veja detalhes no item I.4).**

Novamente é utilizada a mesma forma de atuação, **os mesmos autores publicam um artigo em um periódico e após 2 anos fazem novamente a mesma publicação**, poucas alterações no texto, com os mesmo dados e resultados **em outro periódico**, dessa feita, da Índia, como forma de repetir as informações e reafirmar a eficiência do processo de ionizadores de Cu/Ag.

Swimming Pool Disinfection Efficacy of Copper/Silver Ions with Reduced Chlorine Levels.

Indian Journal of Environmental Health. Vol.39. Issue 3. pp.9-13. **Jul 1997.**

BEER C. W, L; GUILMARTIN, L. E; MCLOUGHLIN, T. F.; WHITE, T. J.

ABSTRACT

The disinfection of swimming pool water in the Town of Brookline, Massachusetts Municipal Swimming Pool Recreational Facility using chlorine concentrations according to the provisions of Chapter V of the Massachusetts Sanitary code (1.0 ppm free Available chlorine) is compared with the use of Copper/Silver ion generation with the use of low levels of free available chlorine (0.4 ppm). Comparisons are made using standard methods for the detection of coliform bacteria and heterotrophic bacteria using the standard plate count method. In addition, comparisons are made relative to trihalomethane production (THM) under conditions of chlorine disinfection alone and copper/silver ion.

Swimming pool disinfection: efficacy of copper/silver ions with reduced chlorine levels.

Journal of Environmental Health. Vol.61. Issue 9. pp.9-12. **May 1999**.

BEER C. W, L; GUILMARTIN, L. E; MCLOUGHLIN, T. F.; WHITE, T. J.

ABSTRACT

The disinfection of swimming pool water was studied at the Municipal Swimming Pool in Brookline, Massachusetts. Following a variance-mandated protocol, this field study compared the disinfection effects of chlorine concentrations that met Massachusetts Department of Public Health requirements (1.0 parts per million of free available chlorine or greater) with the disinfection effects of copper/silver ion generation and lower levels of free available chlorine (0.4 parts per million or greater). Comparisons were made with standard methods of determining coliform and heterotrophic bacteria counts. The two disinfection methods gave equivalent results for coliform bacteria and heterotrophs.

A pesquisa de **BOSCH, DÍEZ, ABAD (1993)**, publicada no periódico “*Water Science and Technology*” e a pesquisa de **ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH (1994)**, publicada no periódico “*Applied and Environmental Microbiology*” derrubam/inviabilizam “a dita efetividade do sistema de ionizador de Cu/Ag prolatada pelas publicações anteriores”.

ABSTRACT

and its infectivity was never completely removed. The addition of copper: silver ions to reduce the levels of free chlorine do not ensure the total elimination of viral pathogens from water systems.

A adição de íons cobre:prata para reduzir os níveis de cloro livre NÃO GARANTEM A TOTAL ELIMINAÇÃO DE PATÓGENOS VIRAIS DE SISTEMAS DE ÁGUA.

seeded in well and tap water. Overall, hepatitis A virus and rotavirus showed less than 2.6 log₁₀ titre reduction for concentrations of 1 mg/l of free chlorine. For free chlorine concentrations of 0.5 mg/l or lower, with or without copper:silver ions, both of these viral strains suffered little inactivation. Poliovirus

No geral, o vírus da hepatite A e o rotavírus apresentaram título inferior a 2,6 log₁₀ redução para concentrações de 1 mg/l de cloro livre. PARA CONCENTRAÇÕES DE CLORO LIVRE DE 0,5 MG/L OU MENOR, COM OU SEM COBRE: ÍONS DE PRATA, AMBAS AS CEPAS VIRAIS SOFRERAM POUCA INATIVAÇÃO.

Fonte: BOSCH, DÍEZ, ABAD, 1993.

Abstract

...

inactivation similar to that induced by a higher dose of FC alone. Virus aggregates were observed in the presence of copper and silver ions, although not in the presence of FC alone. Our data indicate that the use of copper and silver ions in water systems may not provide a reliable alternative to high levels of FC for the disinfection of viral pathogens. Gene probe-based procedures were not adequate

... Agregados de vírus foram observados na presença de íons de cobre e prata, embora não na presença de CR sozinho. Nossos dados indicam QUE O USO DE ÍONS DE COBRE E PRATA EM SISTEMAS DE ÁGUA PODE NÃO FORNECER UMA ALTERNATIVA CONFIÁVEL AOS ALTOS NÍVEIS DE CR PARA A DESINFECÇÃO DE PATÓGENOS VIRAIS... (CR = Cloro Residual)

Fonte: ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH, 1994.

As referências bibliográficas que envolvem o sistema de ionização de Cu/Ag, sobre a eficácia é escassa, embora alguns sites de empresas indicam o uso de ionização de cobre/prata isoladamente, sugere-se a partir da literatura que o sistema deva ser usado de forma concomitante, por exemplo, com o derivados clorados, em níveis de 2 a 4 mg HClO/L.

Essa falta de pesquisas e referências bibliográficas é ressaltada há mais de 25 anos, e ATUALMENTE NÃO HÁ E NÃO EXISTEM DADOS CIENTÍFICOS disponíveis para verificar a eficácia do ionizador de Cu/Ag como “tecnologia desinfetante eficaz” (EPA, 2011).



Environmental Protection Agency Revision of Water Treatment Manual: Disinfection
The use and efficacy of different Disinfection technologies

3.4.5 Copper silver ionisation FONTE: EPA, 2011.

Currently there is inadequate scientific data available to verify the effectiveness of this technology as an effective disinfectant technology.

Atualmente não há dados científicos disponíveis para verificar a eficácia desta tecnologia como tecnologia desinfetante eficaz.

Para a confirmação da falta de literatura recente envolvendo o sistema de ionização de cobre/prata basta fazer uma avaliação as referências publicadas nos documentos de NHS (2019), ANSI/APSP/ICC (2019) (NÃO SÃO VINCULADAS a águas de piscinas – SWIMMING POOL), CDC (2016a, 2018, 2023) e WHO (2018), nota-se de modo claro que elas possuem mais 25 anos.



Review Date: November 2019

Antimicrobial Copper and Silver Solutions

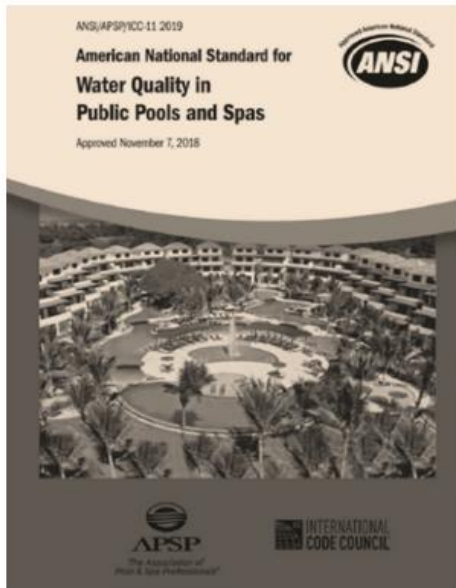
Recommendations for practice

There was insufficient evidence to formulate any conclusions regarding the effectiveness of antimicrobial silver, therefore the use of antimicrobial silver products for decontamination of the healthcare environment and patient care equipment is not currently advocated.

NÃO HAVIA EVIDÊNCIAS SUFICIENTES PARA FORMULAR QUAISQUER CONCLUSÕES SOBRE A EFICÁCIA ANTIMICROBIANA DA PRATA, portanto, o uso de PRODUTOS ANTIMICROBIANOS DE PRATA PARA DESCONTAMINAÇÃO DO AMBIENTE DE SAÚDE E EQUIPAMENTOS DE ATENDIMENTO AO PACIENTE NÃO É ATUALMENTE DEFENDIDO.

Fonte: NHS, 2019.

ANSI/APSP/ICC (2019) – pag.20/21



SWIMMING POOL??

Abad, F. X., Pinto, R. M., Diez, J. M., Bosch, A. Disinfection of human enteric viroses in water by copper and silver in combination with low levels of chlorine. *Appl. Environ. Microbiol.* 60 (1994): 2377-2383.

Landeen, L. K., Yahya, M. T., Kutz, S. M., Gerba, C. P. Microbiological evaluation of copper: silver disinfection units for use in swimming pools. *Water Science and Technology* 21 (1989): 267-270.

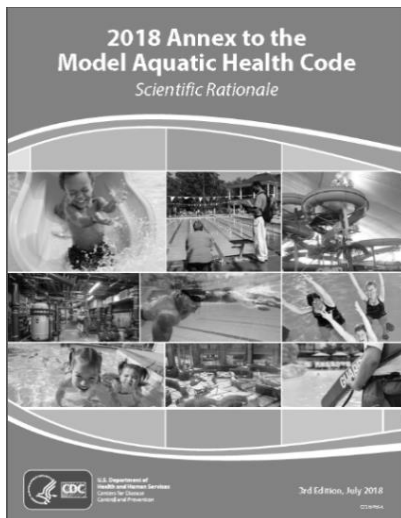
Lin, Y. E., Vidic, R. D., Stout, J. E., Yu, V. L. 1999. Impact of pH, alkalinity, hardness, and dissolved organic carbon on efficacy of copper silver ionization for *Legionella* eradication. *Amer. Soc. of Microbiol., 99th General Meeting*, Chicago, IL 99:440, abstract L-5.

Safe Drinking Water Committee, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Assembly of Life Sciences, National Research Council. 1980. *Drinking water and health*. vol.2. Washington, D.C.: National Academy Press.

Wuhmann, K., Zobrist, F. Bactericidal effect of silver in water. *Schweiz. Z. Hydrol.* 20 (1958): 218-254.

Yahya, M. T., Kutz, S. M., Landeen, L. k., Gerba, C. P. Swimming pool disinfection, na evaluation on the efficacy of copper: silver ions. *Journal of Environmental Health*, 51, no.5 (1998): 282-285.

Yaha, M. T., Landeen, L. K., Messina, M. C., Kutz, S. M., Schulze, R., and Gerba, C. P. Disinfection of bacteria in water systems by using electrolytically generate copper: silver and reduced levels of free chlorine. *Can. J. Microbiol.* 36 (1990): 109-116.



4.7.3.4.4 Copper / Silver Ion System **pág.87**

"The scientific data available on efficacy of these systems is predominantly for bacterial inactivation and usually includes FAC^{300,301}. There is limited scientific literature that documents the efficacy of these systems on viruses and parasites. Given the importance and frequency of RWIs associated with these other microorganisms (viruses and parasites), it is essential that DISINFECTION chemicals / systems are also effective against such microorganisms as well."

FAC - Free Available Chlorine
 RWI - Recreational Water Illness

Os dados científicos disponíveis sobre a eficácia desses sistemas são predominantemente para a inativação bacteriana e geralmente incluem CRL^{300,301}. HÁ UMA LITERATURA CIENTÍFICA LIMITADA que documenta a eficácia desses sistemas em vírus e parasitas. Dada a importância e frequência dos RWIs (Recreational Water Illness) associados a esses outros microorganismos (vírus e parasitas), é essencial que os produtos / sistemas de DESINFECÇÃO também sejam eficazes contra tais microorganismos

300 Yahya, M. T., et al. Disinfection of bacteria in water systems by using electrolytically generated copper: Silver and reduced levels of free chlorine. *Can J Microbiol.* 1990 Feb; 36(2):109-16.

301 Beer, C. W., et al. Swimming pool disinfection: efficacy of copper/silver ions with reduced chlorine levels. *J Environmental Health.* 1999. 61(9): 9-12.

Part III

Fonte: WHO, 2018.


Silver as a drinking-water disinfectant

6. Conclusions

In summary, the current evidence is sufficient to indicate that:

- Silver has not demonstrated significant capability to be considered a candidate for primary disinfection of drinking water.
 - There are insufficient data to document that it acts against a broad spectrum of pathogenic organisms. Performance efficacy has been adequately documented only for some bacteria and not for viruses and protozoan parasites. The impact of water chemistry is often neglected in efficacy studies, and further, long contact times are generally required.

2018

 World Health Organization

NÃO HÁ DADOS SUFICIENTES PARA DOCUMENTAR QUE ATUA CONTRA UM AMPLO ESPECTRO DE ORGANISMOS PATOGENICOS. A eficácia do desempenho foi adequadamente documentada APENAS para ALGUMAS BACTÉRIAS e não PARA VÍRUS E PARASITAS PROTOZOÁRIOS....


WHO/IEF/CHW/SI/2021.7

© World Health Organization 2021

Silver in drinking-water
Background document for development of
WHO Guidelines for drinking-water quality

2021

This document replaces document reference number WHO/S

 World Health Organization

7.4 Efficacy as a disinfectant

Silver is used in some drinking-water treatment devices in both granular and powdered activated carbon filters, and in domestic ceramic water filters. Although silver is widely used to reduce microbial growth on filter media, its efficacy as a disinfectant is doubtful. Drawing a conclusion about efficacy is difficult, because researchers have used many different approaches and a variety of devices, as well as different doses and times. Types of silver include ionic silver and AgNPs, which were either pure or capped with some secondary material. A comprehensive review of the literature concluded that, in its current applications, silver is not an effective drinking-water disinfectant (WHO, 2018). One reason for this conclusion is that a limited number of different microorganisms has been evaluated, with mixed results. Silver has generally been only been found to be effective against bacteria (particularly *Escherichia coli*) and only with long contact times relative to standard primary disinfectants such as chlorine (WHO, 2018).

A prata é usada em alguns dispositivos de tratamento de água potável em filtros de carvão ativado granular e em pó e em filtros de água de cerâmica domésticos. **Embora a prata seja amplamente utilizada para reduzir o crescimento microbiano em meios filtrantes, sua eficácia como desinfetante é duvidosa.** Tirar uma conclusão sobre a eficácia é difícil, porque os pesquisadores usaram muitas abordagens diferentes e uma variedade de dispositivos, bem como diferentes doses e tempos. Os tipos de prata incluem prata iônica e AgNPs, que eram puras ou cobertas com algum material secundário. **Uma revisão abrangente da literatura concluiu que, em suas aplicações atuais, a prata não é um desinfetante eficaz para água potável (OMS, 2018).** Uma razão para esta conclusão é que um número limitado de microrganismos diferentes foi avaliado, com resultados mistos. **A prata geralmente só se mostrou eficaz contra bactérias (particularmente *Escherichia coli*) e apenas com longos tempos de contato em relação aos desinfetantes primários padrão, como o cloro (OMS, 2018).**

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

In most studies, it was not clear whether silver was bactericidal or merely bacteriostatic. The evidence is particularly limited for inactivation of protozoa and viruses, although some additional studies have been identified since the publication of the WHO (2018) report. These more recent studies show limited inactivation of protozoa and viruses at long contact times.

Na maioria dos estudos, não ficou claro se a prata era bactericida ou meramente bacteriostática. A evidência é particularmente limitada para a inativação de protozoários e vírus, embora alguns estudos adicionais tenham sido identificados desde a publicação do relatório da OMS (2018). Esses estudos mais recentes mostram inativação limitada de protozoários e vírus em longos tempos de contato.

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

silver dispersion added to water, and the other was a silver-treated ceramic filter. WHO does not support the use of silver as a drinking-water disinfectant. Its efficacy is uncertain, and any effect requires high concentrations and lengthy contact periods (WHO, 2018). The use of silver

Fonte: WHO (2018)
apud WHO, 2021.

A OMS não apóia o uso de prata como desinfetante de água potável. Sua eficácia é incerta e qualquer efeito requer altas concentrações e longos períodos de contato (OMS, 2018)....

Segundo o *Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development* (CDC, 2106a, 2018, 2023) que afirma que **os produtos à base de PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, COM OU SEM IONS DE PRATA, NÃO SÃO, do ponto de vista microbiológico, UMA ALTERNATIVA REAL À DESINFEÇÃO COM CLORO EM PISCINAS, ressalta ainda, POSSUEM PODER DESTRUTIVO INSIGNIFICANTE SOBRE DIVERSOS ORGANISMOS, COM NÍVEIS considerados altos, mesmo com um tempo de contato 30 minutos.**

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162
that used on hard surfaces. Borgmann-Strahsen evaluated the antimicrobial properties of hydrogen peroxide at 80–150 ppm (mg/L) in simulated POOL conditions.²⁶⁸ Whether 150 ppm (mg/L) hydrogen peroxide was used by itself or in combination with 24 ppb of silver nitrate it had negligible killing power against *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila* or *Candida albicans*, even with a 30-minute contact period. In the same tests, the sodium hypochlorite controls displayed typical kill patterns widely reported in the literature. Borgmann-Strahsen concluded that hydrogen peroxide, with or without the addition of silver ions, was, “no real alternative to CHLORINE-based DISINFECTION of swimming POOL water from the microbiological point of view.”

Fonte: BORGMANN-STRAHSEN (2003) apud CDC, 2106a, 2018, 2023.

Se 150 ppm (mg/L) de peróxido de hidrogênio foi usado sozinho ou em combinação com 24 ppb de nitrato de prata, ele teve poder destrutivo INSIGNIFICANTE contra *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila* ou *Candida albicans*, mesmo com um período de contato de 30 minutos.

The test results confirm the very good killing activity of sodium hypochlorite versus micro-organisms relevant for the swimming pool area. Products based on hydrogen peroxide, with or without silver ions, are from a microbiological point of view no real alternative to chlorine disinfection in swimming pools.

Fonte: BORGMANN-STRAHSEN (2003) apud CDC, 2016a, 2018, 2023.

Os resultados do teste confirmam a excelente atividade de eliminação do hipoclorito de sódio contra microrganismos relevantes para a área da piscina. **OS PRODUTOS À BASE DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, COM OU SEM IONS DE PRATA, NÃO SÃO, DO PONTO DE VISTA MICROBIOLÓGICO, UMA ALTERNATIVA REAL À DESINFEÇÃO COM CLORO EM PISCINAS.**

Pergunta-se:

Como se oferece ao público um processo de tratamento de água de piscinas que NÃO É comprovadamente atuante contra vírus, protozoários e NÃO INDICA a utilização de níveis CRL efetivos?

Qual portaria, resolução, instrução técnica da ANVISA e/ou MINISTÉRIO DA SAÚDE que regulamenta o uso de ionizadores de Cu/Ag no tratamento de águas de piscinas?

A “*NSF International Standard /American National Standard /National Standard of Canada*” lançou a **NSF/ANSI/CAN 50 – 2019 (NSF, 2019)** que trata de “Equipment and Chemicals for Swimming Pools, Spas, Hot Tubs, and Other Recreational Water Facilities”, trazendo novas informações sobre a desinfecção química com relação a sua definição de efetividade. Incluindo os conceitos de **desinfecção secundária e suplementar** no que se refere a sistemas e equipamentos.

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

3 Definitions

3.113 **secondary disinfection**: Units that demonstrate a 3 log (99.9%) or greater reduction or inactivation of *Cryptosporidium parvum* in a single pass when tested in accordance to Section 14.18.2.

3.133 **supplemental disinfection**: Units that demonstrate a 3 log (99.9%) or greater reduction of *Pseudomonas aeruginosa* and *Enterococcus faecium* when tested according to Section N-8.1.

3.113 **desinfecção secundária**: Unidades que demonstram uma **redução ou inativação de 3 log (99,9%) ou mais de *Cryptosporidium parvum* em uma única passagem** quando testado de acordo com a Seção 14.18.2.

3.133 **desinfecção suplementar**: Unidades que demonstram uma redução de **3 log (99,9%) ou maior de *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus faecium*** quando testados de acordo com a Seção N-8.1.

O sistema de ionização de Cu/Ag não se enquadra em nenhuma classificação da norma, pois não tem atividade contra o *Cryptosporidium parvum* e nunca alcançaria uma redução ou inativação de 3 ciclos log (99,9%), também NÃO CONSEGUE demonstrar uma redução de 3 ciclos log (99,99%) para o *Enterococcus faecium*, conforme certificados públicos de efetividade do sistema da própria NSF (NSF, 2022b) e não satisfaz a Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007) revogada pela Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela RDC 774/2023 (BRASIL, 2023), que manteve a referência para teste de eficiência o *Enterococcus faecium*. Em seu ANEXO – Microrganismos para avaliação de atividade microbiana, indica como referência *Enterococcus faecium* e *Escherichia coli*.

I.4- A publicação de 1989, já passados 23 anos, na qual o processo de desinfecção química com ionizadores de Cu/Ag ELIMINA/INATIVA mais organismos do que existiam na água que foi realizado o teste.

LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; KUTZ, S. M. Microbiological evaluation of copper: silver disinfection of units for use in swimming pools. *Water Science and Technology*. v.21. n.3. pp.267–270. 1989.



Simulated pool tests were conducted in 100 L of tap water. Test pools containing only chlorine were maintained at 1.0 mg/L. Test pools containing both metals and chlorine were kept at 0.3 mg/L chlorine and 400:40 µg/L copper:silver. Pools were inoculated with the bathwater staph isolate at a concentration of approximately 10⁵ CFU/mL. Staph numbers were determined using Vogel-Johnson agar (Difco).

METHODS

Water used in this study was obtained from the Martin St. well at the University of Arizona, Tucson, passed through a 0.2 µm pore size filter (Costar, Van Nuys, CA), and analyzed according to Standard Methods (APHA, 1985).

Fonte: APHA (1985) apud LANDEEN, YAHYA, KUTZ, 1989.

A água utilizada neste estudo foi obtida do poço Martin St. passou por um filtro de tamanho de poro de 0,2 µm da Universidade de Arizona, Tucson, (Costar, Van Nuys, CA), e analisado de acordo com Métodos Padrão (APHA, 1985).

Inicialmente é importante ressaltar que o título da publicação é “Disinfection of units for use in swimming pools”, ou seja, é um procedimento para **desinfecção de unidades para uso em piscinas**.

Indica que, “..simulated pool tests were conducted in 100 L of tap water” que os testes de piscina simulados foram realizados em 100 L de água da torneira. O sistema de

desinfecção é para ser usado em piscinas, mas, o teste é realizado com água de torneira, logicamente, recebia um tratamento prévio.

Ressalta ainda que a água utilizada neste estudo foi obtida do poço Martin St. da Universidade de Arizona, Tucson, passou por um filtro de tamanho de poro de 0,2 µm.

Essa procedimento de **MICROFILTRAÇÃO** (0,2 µm) para o sistema ser utilizado em águas de piscinas, para ser aplicado previamente, já inviabiliza a utilização no tratamento de águas de piscinas.

Será avaliado parte do texto que constitui o “abstract”.

...
chlorine, and free chlorine alone. Greater numbers of organisms were killed after exposure to copper:silver ions with 0.2 mg/L free chlorine than in either the copper:silver ions or free chlorine alone. L. pneumophila showed greater than a 5 log₁₀ reduction in numbers after 7 minutes exposure to copper:silver ions with 0.2 mg/L free chlorine. In comparison, less than a 2 log₁₀ decrease was obtained after exposure to free chlorine alone. E. coli numbers decreased over 4 log₁₀ after 1 minute exposure to copper:silver ions with 0.2 mg/L free chlorine and less than a 3 log₁₀ decrease after exposure to free chlorine alone. The majority of the other organisms tested showed the
....

Fonte: LANDEEN, YAHYA, KUTZ, 1989.

O texto “***L. pneumophila showed greater than a 5 log 10 reduction***” indica que, para a ***Legionella pneumophila*** ocorreu uma redução do número de organismos maior que 5 ciclos log₁₀, isso significa, que se existirem 1.000.000 (10⁶) organismos depois de aplicar o processo sobram 10 (10¹) organismos na água, ou seja, o sistema tem uma eficiência de 99,999%.

Essa **redução de 99,999%** ou **5 ciclos log**, chamou a atenção para avaliarmos qual a concentração inicial de organismos, pois essa redução de ciclos log somente é alcançada por agentes oxidantes muito fortes, como exemplos, HClO (acima 1,5 mg Cl₂/L), ozônio, dióxido de cloro.

Final cell concentrations were approximately 1 X 10⁶ colony forming units per mL (CFU/mL). Bacteriophage MS-2 was used as a virus model. The phage was

Fonte: LANDEEN, YAHYA, KUTZ, 1989.

As concentrações celulares finais foram de aproximadamente **1 x 10⁶ unidades formadoras de colônias por mL (UFC/mL)**, o que corresponde a 1.000.000 de organismos na água.

Se ocorrer uma eliminação total, ou seja sobrar, 1 organismo (10⁰), consegue uma taxa de redução (k) máxima de 6 ciclos log ou 99,9999% do organismos!!

Vou repetir, consegue-se eliminar no máximo 10⁶ organismos (1.000.000), uma taxa de redução (K) de 6 ciclos logs, **é o máximo de organismos que existe na água.**

Vamos avaliar a tabela 1 do trabalho que apresenta a taxa de inativação, ou número de ciclos log de redução, que ocorreu com os organismos presentes na água do teste.

É importante ressaltar que será reproduzida as imagens “*ipsis litteris*” de parte do trabalho de referência, ressaltando que, a representação do íon cobre, deve ser “Cu²⁺” e não “Cu”.

TABLE 1. Inactivation Rates (k) for Various Organisms

	Leg	Staph	Strep	E.coli	Pseudo	MS-2
Chlorine*	0.9029	2.8221	3.7503	3.2166	8.9275	11.2295
Chlorine, Cu:Ag ⁺	2.1918	2.9853	6.1914	7.3756	9.7753	13.3655

*Free Chlorine levels were 0.2 mg/L for bacteria and 0.3 mg/L for MS-2.
 †Copper:silver levels were approximately 400:40 µg/L.

Fonte: LANDEEN, YAHYA, KUTZ, 1989.

Cloro, Cu:Ag⁺ → *Streptococcus faecalis*
 Taxa de inativação (K) (ciclos logs) = 6,1914

- ⇒ Pergunta: Como conseguiu eliminar $10^{6,1914}$ (1.555.817,47) *Streptococcus faecalis* (redução de 99,99999%), se existiam somente $10^6 = 1.000.000$ de *Streptococcus faecalis*?
- ⇒ Com o uso do sistema Cloro/Cu:Ag⁺, em vez de serem eliminados/inativados, apareceram/surgiram na água mais 555.817 de *Streptococcus faecalis*.

Cloro, Cu:Ag⁺ → *Escherichia coli*
 Taxa de inativação (K) (ciclos logs) = 7,3756

- ⇒ Pergunta: Como conseguiu eliminar $10^{7,3756}$ (23.746.521,44) *Escherichia coli* (99,999999%), se existiam somente $10^6 = 1.000.000$ de *Escherichia coli*?
- ⇒ Com o uso do sistema Cloro/Cu:Ag⁺, em vez de serem eliminados/inativados, apareceram/surgiram na água mais de 22.746.521 de *Escherichia coli*.

Cloro, Cu:Ag⁺ → *Pseudomonas aeruginosa*
 Taxa de inativação (K) (ciclos logs) = 9,7753

- ⇒ Pergunta: Como conseguiu eliminar $10^{9,7753}$ (5.960.737.545,1) *Pseudomonas aeruginosa* (99,99999999%), se existiam somente $10^6 = 1.000.000$ de *Pseudomonas aeruginosa*?
- ⇒ Com o uso do sistema Cloro/Cu:Ag⁺, em vez de serem eliminados/inativados, apareceram/surgiram na água mais de 5.959.737.545 de *Pseudomonas aeruginosa*.

Cloro, Cu:Ag⁺ → *Bacteriophage MS-2*
 Taxa de inativação (K) (ciclos logs) = 13,3655

- ⇒ Pergunta: como conseguiu eliminar $10^{13,3655}$ ($2,3200 \times 10^{13} = 23.200.000.000.000$) *Bacteriophage MS-2* (vírus) (99,9999999999%), se existiam somente $10^6 = 1.000.000$ de *Bacteriophage MS-2*?
- ⇒ Com o uso do sistema Cloro/Cu:Ag⁺, em vez de serem eliminados/inativados, apareceram/surgiram na água mais de $2,3199989 \times 10^{13}$ (= 23.199.999.000.000) de *Bacteriophage MS-2*.

OBS.: O *Streptococcus faecalis* não é MICROORGANISMO DE REFERÊNCIA PARA TESTES DE EFICIÊNCIA DE SANITIZANTES EM ÁGUAS DE PISCINAS, há 16 anos. A referência é o *Enterococcus faecium* e *Escherichia coli*, com base Resolução RDC nº 14/2007 (BRASIL, 2007) revogada pela Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela RDC 774/2023 (BRASIL, 2023), que manteve a referência para teste de eficiência o *Enterococcus faecium* e *Escherichia coli*.

1.5- O sistema Cobre-Prata Ionização (Copper-Silver Ionization - CSI)

Os sistemas CSI comercialmente disponíveis geralmente consistem em células de fluxo que contém barras de metal ou ânodos (contendo metais de cobre e prata) que circundam uma câmara central, através da qual a água flui. Uma corrente elétrica direta é passada entre esses ânodos, liberando os íons de cobre e de prata no fluxo de água (USEPA, 2016).

A quantidade de íons liberada depende da composição do ânodo e é controlada pela corrente elétrica aplicada às barras e a vazão de água.

Os primeiros relatórios das propriedades antibacterianas da CSI foram publicados em meados da década de 1970 (SPADARO, BERGER, BARRANCO, CHAPIN, BECKER, 1974; BERGER, SPADARO, CHAPIN; BECKER, 1976). O primeiro uso combinado de íons de cobre e prata como tratamento focado na desinfecção de piscinas como alternativa para uso de altos níveis de cloro foi publicado por YAHYA, LANDEEN, KUTZ, GERBA (1989). Um relatório de 1994 sobre o uso do tratamento CSI foi o primeiro a abordar a eficácia deste tratamento para o controle de *Legionella* em sistemas de água hospitalar (LIU, STOUT, TEDESCO, et al., 1994). Os sistemas CSI são atualmente utilizados em edifícios com sistemas de água complexos para controlar o crescimento e ocorrência de bactérias *Legionella*. A pesquisa de LIN, STOUT, YU (2011) indica que existem aplicações de CSI documentadas erradicando *Legionella* em hospitais de todo o mundo (USEPA, 2016). Ressaltando que, **a *Legionella* não é um organismo de referência para desinfecção em águas de piscinas.**

A pesquisa YAHYA, LANDEEN, MESSINA, et al. (1990) demonstrou que a adição de eletrolítica gerando íons de cobre e prata (a concentrações de cobre e prata de 400 e 40 µg/L, respectivamente) para sistema de água contendo contaminantes semelhantes aos da água da piscina, indica que a concentração de cloro residual livre pode ser reduzida pelo menos três vezes (de 1,0 a 0,3 mg/L). O processo eletrolítico foi significativamente capaz de controlar o crescimento microbiano em comparação com aqueles sistemas sem tratamento. O uso do processo eletrolítico com cobre/prata pode fornecer uma capacidade de desinfecção residual após a perda do cloro residual livre devido à contaminação trazida por nadadores e meio ambiente. Foi confirmado o apoio à recomendação de que coliformes podem não ser indicadores adequados para descrever adequadamente a qualidade microbiana da água da piscina e que mais organismos resistentes, como os estafilococos, devem também ser monitorados. Os resultados deste estudo também sugerem que o processo de eletrolítico com a geração de íons de cobre e prata **NÃO DEVE SER USADO como único sistema desinfetante em piscinas.** Os melhores resultados foram geralmente obtidos quando baixos níveis de cloro livre foram simultaneamente adicionados com processo eletrolítico cobre:prata (YAHYA, LANDEEN, MESSINA, et al., 1990).

Em 1976, o CDC, em cooperação com outras autoridades federais, estaduais e locais, lançou uma das maiores investigações sobre doenças articulares na história após um surto de pneumonia grave entre os participantes da Convenção da Legião Americana na Filadélfia. Esta investigação levou à identificação da bactéria anteriormente não reconhecida, *Legionella* e ao estabelecimento da doença dos legionários (LD). A *Legionella* é um tipo de bactéria encontrada em água doce. Ocorreram surtos de legionelose depois que as pessoas expuseram névoas que provêm de uma fonte de água artificial, como a construção de sistemas de água potável (por exemplo, através da exposição a torneiras e chuveiros), torres de refrigeração de ar-condicionado, spas de hidromassagem ou fontes

de águas decorativas contaminadas **com a bactéria *Legionella***. A maioria das pessoas expostas a *Legionella* não ficam doentes, mas *Legionella* pode causar uma forma grave de pneumonia, denominada LD. A doença afeta mais frequentemente os idosos, aqueles que fumam ou têm doença pulmonar crônica e pessoas cujo sistema imunológico é reprimido por doenças como câncer, insuficiência renal que requerem diálise ou diabetes (CDC, 2013).

Em 5 de outubro de 2012, o Bureau of Laboratories da Pennsylvania entrou em contato com o laboratório CDC *Legionella* para solicitar subtipagem de alguns isolados de *Legionella* no VA Pittsburgh Healthcare System (VAPHS). Em 12 de outubro de 2012, o CDC recebeu dois isolados clínicos e um isolamento ambiental para a tipagem baseada em sequência (SBT). Em 29 de outubro de 2012, o CDC relatou resultados preliminares indicando uma ligação entre esses dois casos de LD com crises de doença em 25 de agosto e 27 de agosto de 2012 e um isolamento ambiental de *Legionella* coletado no campus da VAPHS University Drive em 3 de outubro de 2012. O CDC notificou o Departamento de Saúde da Pensilvânia (PA DOH), que notificou o Departamento de Saúde do Condado de Allegheny (ACHD) para uma investigação mais aprofundada (CDC, 2013).

Os níveis de cobre e prata foram medidos em 11 amostras de água em conjunto com o **teste de *Legionella*** em locais de amostragem de rotina; sete amostras eram de locais mais distantes e quatro foram coletadas de locais imediatamente antes ou depois das células de fluxo cobre-prata. Para o cobre, a concentração média foi de 0,33 partes por milhão (ppm) em locais centrais e 0,24 ppm em locais mais distantes (CDC, 2013).

Para a prata, estas concentrações médias foram 0,04 e 0,02 ppm, respectivamente. Foram avaliadas 11 amostras, sendo que 7 estavam dentro da faixa recomendada pelo fabricante para o **controle de *Legionella*** tanto para cobre quanto para prata. No entanto, todas as 11 amostras **apresentaram crescimento de *Legionella* e 9 (nove) foram positivas para a estirpe do surto** (CDC, 2013).

Houve persistência de uma cepa altamente patogênica de *Legionella* **no sistema de água potável apesar da ionização cobre-prata** e do superaquecimento intermitente nos últimos dois anos. No momento da investigação, os níveis de cobre e prata na água eram apropriados para controlar *Legionella* de acordo com as recomendações do fabricante e do protocolo do hospital. No entanto, essas mesmas amostras ainda foram positivas para *Legionella*, indicando que o **sistema de ionização cobre-prata não estava controlando o crescimento de *Legionella***. A diversidade de espécies, serogrupos e serotipos entre os isolados de *Legionella* torna a resistência à ionização cobre-prata uma explicação improvável para a amplificação dentro do sistema e aponta para um ambiente adequado para o crescimento da *Legionella*, indicando **um problema sistêmico que não estava sendo controlado pelo sistema de ionização de espaço no momento da coleta de amostras**. O hospital coletou pequenos volumes (100 mL) de água para o monitoramento rotineiro do sistema de água potável para *Legionella*. Em comparação com os volumes de 1L recomendados pelo CDC, este menor volume provavelmente resultou em sensibilidade diminuída para detectar colonização generalizada do sistema de água potável (CDC, 2013).

Considera-se que os níveis iônicos devem permanecer na faixa de 0,2-0,4 mg/L (200-400 µg/L) de cobre e 0,02-0,04 mg/L (20-40 µg/L) de prata para maximizar a eficácia (CACHAFEIRO, NAVEIRA, GARCIA, 2007; FEWTRELL, 2014). As concentrações de íons cobre-prata gerados por um sistema de ionização comercial, oferecem as concentrações de Cu/Ag variando de 0,8/0,08 mg/L, 0,4/0,04 mg/L ou 0,2/0,02 mg /litro, respectivamente (SHIH, LIN, 2010).

Os limites preconizados pela USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) pelo National Secondary Drinking Water Regulations são de 1,0 mg/litro para Cu, e 0,1 mg/litro para a Ag, ressaltando que são níveis para água potável (USEPA, 2017).

A pesquisa de YAYHA, STRAUB, GERBA (1992) avaliou a **inativação da Colifago MS2 e poliovírus** por íons de cobre e prata inseridos em amostras de água de poço. As concentrações do cobre e prata foram 0,4 e 0,04 mg/L, respectivamente. **Comprova-se que íons de cobre e prata FORAM MUITO MENOS EFICAZES na inativação de ambos os vírus quando comparados com a ação de 0,3 mg/L de cloro residual livre, a inativação pelo cobre/prata é pelo menos 100 vezes mais lenta do que o residual livre cloro.** No entanto, uma combinação de cobre/prata e cloro livre é mais eficaz, quando comparado em sistemas de água contendo metais ou cloro residual livre de forma individual. O Colifago MS2 avaliado na pesquisa é aproximadamente dez vezes mais sensível aos desinfetantes do que o poliovírus.

O uso do CSI (sistema de cobre prata ionização) pode resultar em corrosão. As investigações mostram que os sistemas de teste que expuseram aços galvanizados e de aço macio (ou seja, aço carbono) no uso do CSI resultaram em corrosão (LORET, ROBERT, THOMAS, et al., 2005). Os autores observaram que a deposição de cobre resultou em pitting extenso em materiais ferrosos através de eventos de corrosão galvânica localizados. Os cupons de cobre no mesmo sistema foram cobertos com depósitos de cobre no pH 7,6. Algumas avaliações de deposição, pitting e corrosão de tubagens de cobre em um sistema usando CSI foram apresentadas por BOFFARDI, HANNIGAN (2013).

Tanto a presença de íons de cobre adicionais e as condições de água pré-existentes pareciam contribuir com o tipo de corrosão localizada. Este tipo de pitting geralmente ocorre em água mole (baixo teor de cálcio e magnésio) com pH alcalino maior que 8,0 (EDWARDS, FERGUSON, REIBER, 1994), em locais distantes ou fechados e a temperaturas moderadamente quentes (BOFFARDI, HANNIGAN, 2013; EDWARDS, FERGUSON, REIBER, 1994). Os pesquisadores LYTLE, SCHOCK (2008) descobriram que as águas com pH elevado (pH 8 a 9), com baixo teor de carbono inorgânico dissolvido (<10 mg/L e possivelmente até 25 mg/L) com níveis de cloreto de 14-38 mg/L promovem a corrosão por pitting (USEPA, 2015).

Como já citado anteriormente, a publicação da Clear Water Enviro Technologies (CLEARWATER, 1997) confirma as informações das pesquisas LANDEEN, YAHYA, GERBA (1989), YAHYA, LANDEEN, KUTZ, GERBA (1990), YAHYA, STRAUB, GERBA, MARGOLIN (1991), YAYHA, STRAUB, GERBA (1992) as quais indicam que 300-400 ppb ($\mu\text{g/L}$) de cobre e 40 ppb ($\mu\text{g/L}$) de prata **combinados com 0,1-0,4 ppm de CRL** é mais eficaz no controle de microrganismos, incluindo coliformes. A pesquisa aponta para um efeito sinérgico quando os microrganismos estão no meio aquoso e são submetidos **ao tratamento com íons de cobre/prata com baixos níveis de cloro** [KUTZ, LANDEEN, YAHYA, GERBA (1988) apud BIOPHYSICA, 2011].

Ressalta-se novamente, veja no item **1.3- Cronologia de publicações envolvendo o sistema ionização de Cu/Ag**, os autores KUTZ, LANDEEN, YAHYA, GERBA (1988) da publicação *“Microbiological Evaluation of Copper:Silver Disinfection Units”*, apenas mudaram a sequência dos nomes para LANDEEN, YAHYA, KUTZ, (1989) e publicaram a mesma pesquisa acrescentando ao título *“swimming pool”*, *“Microbiological evaluation of copper:silver disinfection of units for use in swimming pools”*, em revista comercial **“Water Science and Technology”** em 1989. Em resumo, à época em função da dificuldade de

transferência de informação e **pelo desejo comercial de vender o sistema de ionização Cobre/Prata**, esses autores divulgavam as mesmas informações apenas alterando a sequência de nomes na autoria e incluindo alguma outra informação no título.

A empresa CLEARWATER em 2011 apresenta em seu site de forma comercial o “*Clearwater Pool System*”, que corresponde ao uso do sistema de ionização de cobre concomitante com um sistema que fornece ozônio. O sistema de ionização de cobre ajudará a controlar algas, bactérias e vírus, enquanto o ozônio fornece a oxidação necessária. Este novo sistema de combinação segundo CLEARWATER (2011) permite **reduzir significativamente os níveis de cloro residual para valores mais baixos**, sem nenhuma comprovação científica.

Para agregar valor e eficiência em seus produtos a empresa CLEARWATER em 2017, novamente publica estudo de 1997 (CLEARWATER, 1997), “*Efficacy of Copper/Silver Ion Generation with Reduced Chlorine Concentrations Disinfection and Operation of a Municipal Swimming Pool*”. Algumas informações chamam atenção, o estudo **não possui autores específicos, parece que foi realizado pela própria CLEARWATER**, que possui o interesse comercial em vender o sistema de ionização de Cu/Ag e os resultados não poderiam ser diferentes, todos confirmando/homologando a eficiência do sistema.

É importante informar que existem equipamentos de ionização que utilizam somente eletrodos de cobre e de ligas constituídas de cobre e prata, é sempre ideal que existam eletrodos de cobre e prata individuais (WALRAVEN, POOL, CHAPMAN, 2015). O equipamento que utiliza somente eletrodos de cobre **tem uma ação bactericida muito restrita**, veja que a concentração de cobre deve ser, em torno, 10 vezes maior que a concentração de prata.

O processo de ionização usando eletrodos de cobre e prata separados é o sistema mais eficaz para disponibilizar íons de cobre e prata no meio aquoso, para atuar contra a *Legionella* (WALRAVEN, POOL, CHAPMAN, 2015).

A pesquisa de ROHR, SENGER, ELENKA, et al. (1999) concluiu que processo de ionização prata-cobre **foi insuficiente para a erradicação de Legionella** a partir da água quente do sistema de um hospital alemão, com os níveis de prata dentro do limite da regulação alemã para água potável (10 µg/L para a prata). A contaminação de *Legionella* não foi controlada por 1 ou 2 anos. Portanto, a ionização prata-cobre para *Legionella* para o controle em sistemas de água de hospitais alemães não pode ser recomendado.

Na Suíça, a pesquisa de BLANC, CARRARA, ZANETTI, FRANCIOLI, (2005) descobriu que a ionização de cobre/prata **não era efetiva na redução Legionella** em um sistema de água quente hospitalar (90% das amostras de água foram positivas para *Legionella* antes do tratamento, 93% positivos após a introdução da ionização), embora reconhecessem que a baixa concentração de íons cobre 0,3 mg/L, a concentração de prata não foi citada e o pH de 7,8-8,0 da água quente pode ter explicado os resultados ruins. O sistema de ionização em conjunto com aumento da temperatura (65°C) foi mais efetivo, com o número de amostras positivas de *Legionella* caindo para 39% e o nível da presença de *Legionella* nas amostras positivas também diminuiu (média de 7,6 UFC/mL) (USEPA, 2016; FEWTRELL, 2014).

As concentrações recomendadas para a redução em ciclo log da **bactéria Legionella** com o processo de ionização de cobre e prata são 200-400 µg/L para cobre e 20-40 µg/L para a prata (LIU, STOUT, TEDESCO, 1994; SCHOLZE, GERBA, YAHYA, LANDEEN, 1989; LIN, VIDIC, STOUT, YU, 1996; LIN, STOUT, YU, 2011; WALRAVEN, POOL, CHAPMAN, 2015).

A referência EPA (2011) informa que as diretrizes da OMS em seu segundo adendo à terceira edição de suas diretrizes para a qualidade da água potável (WHO, 2008) observa que "*a prata às vezes é promovida como desinfetante, **mas sua eficácia é incerta e requer longos períodos de contato***". Não é recomendado para o tratamento de água potável natural. Isto, por não existir dados suficientes de aplicações de tratamento de água potável sobre os quais se possa basear a validação do processo, levanta ainda questões sobre a sua adequação ao uso do abastecimento de água.

A literatura também sugere que certos microrganismos desenvolvem resistência, após exposição prolongada a íons de metais pesados, resultando em muitos desses sistemas tornando-se menos eficazes ao longo do tempo (EPA, 2011). Atualmente não há dados científicos disponíveis para verificar a eficácia desta tecnologia como tecnologia desinfetante eficaz (EPA, 2011). Essa pesquisa confirma a informação de MEYER (2001) que uma busca na literatura revela que muitos microrganismos, incluindo bactérias, protozoários, leveduras, fungos e vírus, não são efetivamente mortos pela exposição a esses metais pesados.

Para tentar justificar o uso da tecnologia de ionização de cobre/prata (CSI – copper – silver ionization), **VALE TUDO**, surgem duas publicações recentes sobre o assunto, **claramente tendenciosas**, uma delas a publicada em 2023, **quem financia** é empresa que vende o CSI.

i) ALLEN, J. M.; PLEWA, M. J.; WAGNER, E. D.; WEI, X.; et al. Making Swimming Pools Safer: Does Copper-Silver Ionization with Chlorine Lower the Toxicity and Disinfection Byproduct Formation? **Environmental Science Technology**. v.55. pp.2908–2918. 2021.

** Será discutida a seguir!!

ii) LECHEVALLIER, M. Examining the efficacy of copper-silver ionization for management of Legionella: Recommendations for optimal use. **AWWA Water Science**. 24p. e1327. 21 February 2023.


** Será discutida em páginas mais à frente!!!

A “publicação” a seguir, usa uma jogada de marketing com título: **“Tornando as piscinas mais seguras: Ionização cobre-prata com Cloro Diminui a Toxicidade e Desinfecção por Formação de Produtos?”** Utiliza o texto do seu abstract, como forma de chamar atenção para o tema.

Mas, nota-se **que é uma pergunta (?) e não uma afirmação e/ou conclusão da pesquisa**.

Making Swimming Pools Safer: Does Copper–Silver Ionization with Chlorine Lower the Toxicity and Disinfection Byproduct Formation?

Joshua M. Allen, Michael J. Plewa, Elizabeth D. Wagner, Xiao Wei, Gretchen E. Bollar, Lucy E. Quirk, Hannah K. Liberatore, and Susan D. Richardson*

 Cite This: *Environ. Sci. Technol.* 2021, 55, 2908–2918

 Read Online

A referência ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021) com relação a formação de DBP's, ressalta que o uso de CSI (copper – silver ionization) com menores quantidades de cloro **“PARECE SER”** uma maneira promissora de conseguir isso. Nota-se que, pesquisa de 2021 com toda tecnologia disponível **NÃO AFIRMA QUE SEJA A SOLUÇÃO**, mas, que **“PARECE SER”**.

byproduct formation. The use of CSI with lower amounts of chlorine appears to be a promising way to accomplish this.

Quando se avalia a redução de toxicidade, compara-se a concentração no meio aquoso (no caso água da piscina) das substâncias tóxicas com os valores de referência, como **CL50 (Concentração Letal 50 – Lethal Concentration - se no meio aquoso ou ar)** ou com o **VMP – Valor Máximo Permitido** em uma legislação específica.

O médico e físico suíço-alemão Paracelso, no século XVI, afirmou:

“Todas as substâncias são venenos, não existe nada que não seja veneno. Somente a dose correta diferencia o veneno do remédio.”

Se a dose de uma substância for suficientemente alta poderá ser perigosa para qualquer ser vivo, assim como também se a dose de uma substância muito tóxica for baixa não produzirá efeito adverso nenhum.

A publicação de ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021) não cita CL50 (LC50) específica da substância **NENHUMA VEZ** no texto, o motivo é simples **para a maioria das substâncias avaliadas não existe um CL50 ou um VMP**, os resultados (as concentrações) encontrados não podem ser considerados como perigosos/tóxicos pois não existe uma forma de comparação.

Com relação aos DPB's (Disinfection ByProducts) ou subprodutos da desinfecção regulamentados, a referência é a legislação de água potável **para ingestão diária de 2 L de água por dia**. No Brasil é a Portaria GM/MS Nº 888 (BRASIL, 2021).

Para **Trihalometanos Total (TTHMs)** o VMP é **100 µg/L (0,1 mg/L)**, sendo **4 (QUATRO) Trihalometanos a serem monitorados**: Triclorometano ou Clorofórmio (TCM) - CAS = 67-66-3, Bromodiclorometano (BDCM) - CAS = 75-27-4, Dibromoclorometano (DBCM) - CAS = 124-48-1, Tribromometano ou Bromofórmio (TBM) - CAS = 75-25-2.

Para **Ácidos haloacéticos** o VMP é **80 µg/L (0,08 mg/L)**, sendo **9 (NOVE)** ácidos haloacéticos (HAAs) a serem monitorados: ácido monocloroacético (CAA) - CAS = 79-11-8, ácido dicloroacético (DCAA) - CAS = 79-43-6, ácido tricloroacético (TCAA) - CAS = 76-03-9, ácido monobromoacético (BAA) - CAS = 79-08-3, ácido dibromoacético (DBAA) - CAS = 631-64-1, ácido bromocloroacético (BCAA) - CAS = 5589-96-8, ácido bromodicloroacético (BDCAA) - CAS = 71133-14-7, ácido dibromocloroacético (DBCAA) - CAS = 5278-95-5, ácido tribromoacético - CAS = 75-96-7.

O que foi apresentado anteriormente é o que deve ser monitorado definido por legislação em água potável. Vejam que, a pesquisa determinou várias substâncias, **a maioria das substâncias sequer tem como afirmar que é tóxica ou não, pois não tem como comparar sequer com a CL50.**

Indica o texto que foram coletadas amostras **para a análise quantitativa de 71 DBPs**, mas, quando se verifica os dados **foram avaliados 65 DPB's**.

Outra informação importante que **81% das substâncias avaliadas não tem como afirmar a toxicidade, não existe REGULAMENTAÇÃO, pois não existe um VMP – Valor Máximo Permitido** como limite para a água potável e sequer apresentaram a CL50 (CL50) específico de cada substância, apresenta de um grupo de DPB's. Veja o Quadro 1 a seguir.

QUADRO 1- Grupo de substâncias avaliadas, a sigla, número de substâncias monitoradas e o aspecto legal.

Grupo de substâncias monitoradas na pesquisa	SIGLA	Número de substâncias monitoradas	Aspecto legal
a) Trihalometanos (trihalomethanes)	(THMs)	04	SIM
b) trihalometanos iodados (iodinated trihalomethanes)	(I-THMs)	06	NÃO
c) ácidos bromo/cloro haloacéticos (bromo/chloro haloacetic acids)	(Br/Cl-HAAs)	08	SIM
d) ácidos haloacéticos iodados (iodinated haloacetic acids)	(I-HAAs)	04	NÃO
e) haloacetoni-trilas (haloacetoni-triles)	(HANs)	10	NÃO
f) halonitro-metanos (halonitro-methanes)	(HNMs)	07	NÃO
g) halocetonas (haloketones)	(HKs)	09	NÃO
h) haloacetamidas (haloacetamides)	(HAMs)	13	NÃO
i) trihaloacetaldéidos (trihaloacetaldehydes)	(tri-HALs)	04	NÃO
	TOTAL	65	

Fonte: Adaptado ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al., 2021.

Segundo a publicação foram coletadas amostras em duas piscinas, incluindo uma de 47.000 L **piscina externa em Murrell's Inlet, SC** (Carolina do Sul) e **uma piscina coberta de 40.000 L em North Myrtle Beach, SC** (aproximadamente 40 milhas de distância), foram amostrados ao longo da temporada de natação (**março-maio, junho-julho, outubro-novembro**) em 2017 e 2018.

Mas, a publicação **apresenta somente resultados de uma piscina coberta de 40.000 L em North Myrtle Beach (SC), de 2018, não apresenta resultados de 2017.**

Os resultados referentes a **piscina aberta, de 2017 e 2018**, não são apresentados, com certeza seriam mais baixos que da piscina coberta. Logicamente, para causar impacto apresenta-se somente o resultado da piscina coberta, que também são baixos.

A avaliação de resultados apresentada será relativa somente aos DBPs que constam em legislação pertinente, pois outros resultados, servem apenas para aumentar o número de informações publicadas na referência.

A imagem de parte da Tabela S4, mostra resultados relativos a piscina coberta em ($\mu\text{g/L}$), para os DBPs que constam na legislação pertinente e que possuem VMP.

Nota-se claramente que apenas alguns resultados se apresentaram de forma a serem considerados altos, mas, **CONTRARIAM O PRINCÍPIO, DE QUE MAIOR CONCENTRAÇÃO DE CRL MAIS SERÁ A FORMAÇÃO DE DBPS**. Na referência ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021) **a relação é ao contrário, com valores de CRL menores ocorre a formação de maiores concentrações de DPBs.**

Inclusive **o próprio texto** de ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021) **contraria os resultados obtidos**, pois afirma: **“Uma vez que níveis mais altos de DBPs podem se formar a partir doses aumentadas de cloro (LI, BLATCHLEY, 2007; YANG, YANG, LI, JIA, et al., 2018) diminuindo a quantidade de cloro com um tratamento CSI secundário poderia potencialmente limitar a formação de DBP enquanto estiver em conformidade com a desinfecção”**.

Table S4. Concentrations (µg/L) of 2018 indoor pool DBPs.^a

TABELA S4. Concentração de DBPs (µg/L) em 2018 na piscina coberta.

Class	Compound	Indoor May 2018		Indoor July 2018		Indoor Nov. 2018	
		<0,2 mg CRL/L	4,4 mg CRL/L	<0,2 mg CRL/L	3,5 mg CRL/L	<0,2 mg CRL/L	1,0 mg CRL/L
		TAP	POOL	TAP	POOL	TAP	POOL
THMs	TCM	NM	NM	3,0 ± 0,6	23,3 ± 2,8	6,0 ± 0,04	104 ± 3
	BDCM	NM	NM	2,1 ± 0,4	21,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2	50,4 ± 2,7
	DBCM	NM	NM	0,7 ± 0,1	3,9 ± 0,03	0,9 ± 0,04	42,9 ± 2,5
	TBM	NM	NM	< 0,5	< 0,5	0,2 ± 0,002	30,2 ± 1,9
Br/Cl-HAAs	CAA	0,5 ± 0,001	16,6	1,4 ± 0,2	91,3 ± 19,4	< 0,25	1,9 ± 0,3
	BAA	0,1 ± 0,001	16,3	0,4 ± 0,07	12,5 ± 2,8	0,2 ± 0,01	3,4 ± 0,6
	DCAA	1,3 ± 0,07	10,5	4,6 ± 0,7	1230 ± 11	1,4 ± 0,02	45,8 ± 9,4
	TCAA	0,6 ± 0,07	19,6	1,3 ± 0,2	275 ± 9	0,4 ± 0,04	99 ± 11
	BCAA	0,4 ± 0,001	53,0	1,5 ± 0,2	171 ± 55	0,6 ± 0,04	14,4 ± 2,9
	BDCAA	0,3 ± 0,07	14,0	0,9 ± 0,07	28,1 ± 13,2	0,4 ± 0,01	11,2 ± 1,6
	DBAA	0,2 ± 0,07	87,0	0,4 ± 0,001	40,0 ± 21,2	0,3 ± 0,02	14,3 ± 3,0
	DBCAA	ND	9,0	ND	ND	0,2 ± 0,003	4,8 ± 1,3

Legenda: TAP = água da torneira ND: não detectado NM: NÃO MENSURADO

^aValores médios (AVG), desvio padrão (SD) de medidas duplicadas

"<": Detectado abaixo MRL (limite mínimo para DBPs quantificados)

Br/Cl-HAAs para Maio 2018 - resultados reportados para a concentração determinada para medida simples. Fonte: Adaptado ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al., 2021

Levando em consideração os VMPs segundo Portaria GM/MS Nº 888 (BRASIL, 2021) para **Trihalometanos Total (TTHMs)** de **100 µg/L** e para **Ácidos haloacéticos** o VMP é **80 µg/L**, compara-se com os resultados obtidos na publicação de ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al., 2021.

Os resultados que poderiam ser considerados fora de uma faixa ideal, isso dentro de **uma avaliação de 72 análises realizadas**, que corresponde a 16% do total, isso sem levar em consideração que vários resultados **CONTRARIAM O PRINCÍPIO, DE QUE MAIOR CONCENTRAÇÃO DE CRL MAIS SERÁ A FORMAÇÃO DE DBPs**. Na referência ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021) **a relação é ao contrário, com valores de CRL menor ocorre a formação de maiores concentrações de DBPs. Como comparar processos quanto a formação de DBPs se os níveis de CRL são diferentes?**

Outro aspecto a ser considerado **que os valores de referência correlacionam a ingestão de 2 L de água/dia**, ninguém ingere 2 L de água de uma piscina por dia, por inferência **os valores de DBPs em águas de piscinas podem ser muito superiores**, aos valores considerados em águas potáveis.

Foi preparada uma água com a adição de concentrações de substâncias químicas análogas de fluidos corporais, em resumo, os mesmos contaminantes que trazem os banhistas para as águas de piscinas foram utilizados para preparar uma "simulada água de piscina" (Tabela S2).

Após preparo da solução de concentração análoga aos fluidos corporais é aplicado o processo de desinfecção conforme Tabela S6. Espera-se que a formação de DBP seja pelo menos próxima dos valores obtidos apresentados na TABELA S4, com as concentrações de DBPs (µg/L) em 2018 na piscina coberta.

Tabela S2. Concentrações de Análogos de Fluidos Corporais (BFA).

Table S2. Body Fluid Analogue concentrations (BFA).

Ingrediente	mg/L	Ingrediente	mg/L
NH ₄ Cl - cloreto de amônio	2000	Ácido Úrico	490
Uréia	14800	Ácido Cítrico	640
L-Histidina	1210	Na ₂ HPO ₄ – Fosfato ácido de sódio	4300
ácido hipúrico	1710	Creatinina	1800

Fonte: JUDD, BULLOCK (2003), KANAN, KARANFIL (2011) apud Adaptado ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al., 2021.

Table S6. Concentration (µg/L) of simulated swimming pool DBPs.^a

Tabela S6. Concentração de DBPs (µg/L) na piscina simulada

Class	Compound	TAP Control A	BFA Cl ₂ CSI	BFA Cl ₂	TAP Control B	BFA CSI	BFA
		< 0,2 mg CRL/L	1,4 mg CRL/L	5,1 mg CRL/L	0,2 mg CRL/L	0,2 mg CRL/L	0,2 mg CRL/L
THMs	TCM	3,0±0,4	6,2±3,5	7,7±0,9	4,2±0,02	3,7 ± 0,02	4,4±0,012
	BDCM	0,6±0,07	0,7±0,02	0,7±0,04	2,1 ±0,04	1,6 ± 0,04	1,9 ± 0,02
	DBCM	0,1±0,002	0,1±0,001	0,1±0,002	0,5±0,001	0,4 ± 0,01	0,5 ± 0,02
	TBM	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Br/Cl-HAAs	CAA	1,8 ± 0,01	3,3 ± 0,4	4,7 ± 1,4	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,07	1,1±0,1
	BAA	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	DCAA	17,6 ± 0,5	33,1 ± 3,6	38,1 ± 5,9	9,0 ± 1,1	9,4 ± 0,3	10,0±0,2
	TCAA	5,7 ± 0,2	11,4 ± 1,1	18,1 ± 0,9	3,7 ± 0,3	4,0 ± 0,2	4,2±0,001
	BCAA	2,4 ± 0,1	4,0 ± 0,4	4,3 ± 0,7	2,0 ± 0,3	2,0 ± 0,06	2,1±0,03
	BDCAA	1,8 ± 0,06	2,2 ± 0,2	2,9 ± 0,4	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,03	1,8±0,06
	DBAA	0,3 ± 0,01	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,06	0,3 ± 0,04	0,3 ± 0,01	0,4±0,01
DBCAA	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,07	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,02	0,5±0,02	

Legenda: ND: não detectado BFA = Análogos de Fluidos Corporais TAP = água da torneira

TAP Control A (1) → CRL - mg Cl₂/L = < 0,2 mg CRL/L

BFA CSI Cl₂ → CRL - mg Cl₂/L = 1,4 mg CRL/L

BFA Cl₂ → CRL - mg Cl₂/L = 5,1 mg CRL/L

TAP Control B (2) → CRL - mg Cl₂/L = 0,2 mg CRL/L

BFA CSI → CRL - mg Cl₂/L = 0,2 mg CRL/L

BFA → CRL - mg Cl₂/L = 0,2 mg CRL/L

^aValores médios (AVG), desvio padrão (SD) de medidas duplicadas

Novamente, levando em consideração os VMPs segundo Portaria GM/MS Nº 888 (BRASIL, 2021) para **Trihalometanos Total (TTHMs)** de **100 µg/L** e para **Ácidos haloacéticos** o VMP é **80 µg/L**, compara-se com os resultados obtidos na publicação de ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al., 2021.

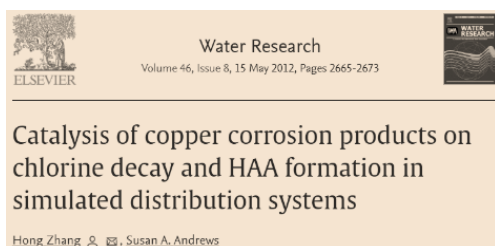
Os resultados da Tabela S6 mostram concentrações de DBPs muito baixas, **100% dos resultados podem ser considerados normais**, pois não ultrapassam os valores preconizados pela Portaria GM/MS Nº 888 (BRASIL, 2021).

Como vai ser comparado os processos de desinfecção para formação de DBP's com níveis de CRL de diferentes (veja Tabela S4 e S6)?

Os autores ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021) não citaram a referência ZHANG, ANDREWS (2012), o motivo é simples **a pesquisa contesta os resultados que foram apresentados**, pois **o Cu²⁺ é um catalisador da formação de HAA (ácidos haloacéticos)**, que contraria frontalmente os dados apresentados por ALLEN, PLEWA, WAGNER, WEI, et al. (2021). Também não citaram BLATCHLEY III, MARGETAS, DUGGIRALA (2002) pois **o Cu²⁺ catalisa a formação do Clorofórmio (Triclorometano), o principal THM.**

speciation under controlled experimental conditions. Chlorine decay and HAA formation were significantly enhanced in the presence of copper with the extent of copper catalysis being affected by the solution pH and the concentration of copper corrosion products. Accelerated chlorine decay and increased HAA

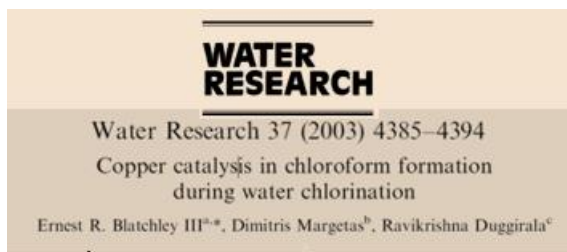
Fonte: ZHANG, ANDREWS, 2012.



O DECAIMENTO DO CLORO E A FORMAÇÃO DE HAA FORAM SIGNIFICATIVAMENTE AUMENTADOS NA PRESENÇA DE COBRE, com a extensão da catálise do cobre sendo afetada pelo pH da solução e pela concentração dos produtos de corrosão do cobre.

time, a broad spectrum of compounds has been identified as precursors to THM formation. More recently, it has been demonstrated that the presence of copper in solution enhances THM formation. Copper is known to catalyze a number of reactions that are similar to the conventional haloform reaction. A study was therefore initiated to investigate the

Fonte: BLATCHLEY III, MARGETAS, DUGGIRALA, 2003.



Mais recentemente, foi demonstrado **QUE A PRESENÇA DE COBRE EM SOLUÇÃO AUMENTA A FORMAÇÃO DE THM. O COBRE É CONHECIDO POR CATALISAR UMA SÉRIE DE REAÇÕES QUE SÃO SEMELHANTES À REAÇÃO DE HALOFÓRMIO CONVENCIONAL.**

A segunda publicação apresentada para tentar justificar a utilização do CSI é de LECHEVALLIER (2023) com o título “Examining the efficacy of copper-silver ionization for management of Legionella: Recommendations for optimal use”.

Ressalta, embora a ionização cobre-prata (CSI - Copper-Silver Ionization) tenha sido usada por 30 anos para inativar bactérias como *Legionella* e outros patógenos oportunistas na água, a literatura **é uma mistura de sucessos e fracassos**. Este artigo revisa a tecnologia e estudos de caso para ajudar a melhorar o sucesso das instalações CSI, que segundo o autor pode ser eficazmente utilizado para a gestão de Legionella e outros patógenos transmitidos pela água **através da instalação de um sistema devidamente concebido.**

Indica quais fatores, **devem ser monitorados e podem influenciar o sistema CSI:** i) condutividade; ii) temperatura; iii) oxigênio dissolvido; iv) equilíbrio de fluxo de água; v) pH; vi) Cloreto; vii) Alcalinidade; viii) dureza; ix) fosfato; x) COT – carbono orgânico dissolvido.

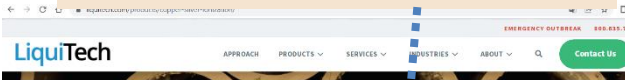
Ressalta LECHEVALLIER (2023) como referência a publicação de YAYHA, KUTZ, LANDEEN, GERBA (1989) com título *“Swimming Pool Disinfection: An evaluation of the efficacy of copper: silver ions”*, mas, **NÃO apresenta A INDICAÇÃO DA METODOLOGIA** da pesquisa, que, **a água utilizada deve ser previamente “autoclavada”**, em resumo, foi eliminada toda e qualquer contaminação microbiológica que existia na referida amostra de água, foram realizados testes **somente com água autoclavada**, não sendo realizado nenhum teste nas condições de uso e com as características de uma água de piscina.

Nos agradecimentos temos uma nova surpresa, o autor agradece o **apoio técnico e financeiro** a empresa **LiquiTech Inc.** Veja, o que vende a referida empresa.

ACKNOWLEDGMENTS

The author thanks LiquiTech Inc. of Lombard, Illinois for technical and financial support in the preparation of this study. The opinions, however, expressed in this study, are solely those of the author and do not necessarily represent those of the sponsor.

O autor agradece à LiquiTech Inc. de Lombard, Illinois **pelo apoio técnico e financeiro na elaboração de este estudo**. As opiniões, no entanto, expressas neste estudo, são de responsabilidade exclusiva do autor e não necessariamente representam os do patrocinador.



Em resumo, **é IMPOSSÍVEL APLICAR em águas de piscinas** o sistema de ionização de Cobre/Prata, pois **não se consegue cumprir o monitoramento das 10 especificações segundo LECHEVALLIER (2023) e sequer autoclavar a água da piscina.**

LiquiTech® Copper-Silver Ionization

The LiquiTech® Copper-Silver Ionization System is an innovative, chemical-free disinfection solution for potable water systems. It's designed to quickly destroy Legionella and other waterborne pathogens and achieve long-term prevention without creating harmful byproducts or damaging plumbing equipment.

Why Copper-Silver Ionization?

- Highly effective regardless of water temperature or complexity of plumbing system
- Outperforms chemical and oxidative alternatives in controlling waterborne pathogens
- Provides complete system disinfection within 48 hours
- Does not dissipate rapidly in hot water for lasting protection

<https://www.liquitech.com/products/copper-silver-ionization/>

2 | LITERATURE REVIEW METHODS AND CASE STUDY DATA

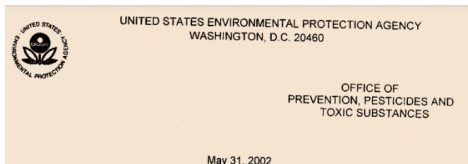
et al., 2019; USEPA, 2016). Discussions with a number of colleagues were also helpful, including experts at LiquiTech, Lombard, IL (www.liquitech.com) who provided access to their case study data.

Discussões com vários colegas também foram úteis, incluindo **especialistas da LiquiTech**, Lombard, IL (www.liquitech.com) que forneceu acesso a seus dados de estudo de caso.

Fonte: LECHEVALLIER, 2023.

Fica muito claro que a empresa que pagou pelo estudo e publicação tinha o interesse em vender o sistema de ionização cobre-prata (CSI - Copper-Silver Ionization) e logicamente **não iria pagar por algo que contrariasse os seus interesses.**

Ressaltam em várias publicações a existência de registro do sistema CSI - Copper-Silver Ionization na USEPA (United States Environmental Protection Agency). **MAS**, quando se pesquisa sobre esse registro público, **NÃO É ENCONTRADO**, existe disponível: **i)** Um teste realizado em 2002 (USEPA, 2002), em que **íons prata NÃO CONSEGUEM reduzir nem 3 ciclos log da Escherichia coli**, sequer foi testado com os outros organismos de referência; **ii)** o que se encontra **é somente um pedido de registro “condicional”** em 12 de dezembro de 2013 (USEPA, 2013), não existe, **um registro final.**



May 31, 2002

BACKGROUND:

The registrant, King Technology is applying for an Experimental Use Permit (EUP) to conduct swimming pool field studies on their product Frog Mineral Reservoir. The product is designed to be used with chlorine to eliminate bacteria, prevent algae and help maintain a neutral pH in swimming pools. The product would allow the chlorine residual to be reduced from 0.6 ppm to 0.4 ppm available chlorine, yet maintain its effectiveness as a swimming pool disinfectant. The product is installed in the recirculation system of the pool whereby the water flowing through the system passes through a bed of granular calcium carbonate coated with silver chloride. Hydrated silver ions are then released into the recirculating water. The hydrated silver ions have a low level of biocidal effectiveness and while this is not sufficient alone to maintain the disinfectant level in a swimming pool, it does allow a reduction in the amount of available chlorine needed to properly disinfect the pool.

https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-072501_31-May-02_a.pdf

MEMORANDUM:

Subject: Efficacy Review of a Supplemental Data Discussion to Support an Experimental Use Permit for "Frog Mineral Reservoir"
EPA Reg. No. 53735-EUP-R
DP Barcode: D282794
Case No.: 070675

Fonte: USEPA, 2002.

INFORMAÇÕES BÁSICAS:

A registrante King Technology está solicitando uma Licença de Uso Experimental (EUP) para conduzir estudos de campo de piscinas em seu produto "Frog Mineral Reservoir". O produto foi desenvolvido para ser usado com cloro para eliminar bactérias, prevenir algas e ajudar a manter o pH neutro em piscinas. O produto permitiria reduzir o cloro residual de 0,6 ppm para 0,4 ppm de cloro disponível, mantendo sua eficácia como desinfetante de piscinas. O produto é instalado no sistema de recirculação da piscina onde a água que passa pelo sistema passa por um leito de carbonato de cálcio granulado revestido com cloreto de prata. Os íons de prata hidratados são então liberados na água de recirculação. **Os íons de prata hidratados têm um baixo nível de eficácia biocida e embora isto não seja suficiente por si só para manter o nível desinfetante numa piscina,** permite reduzir a quantidade de cloro disponível necessária para desinfetar adequadamente a piscina.

Microbiological examinations of the pool waters will be conducted regularly, following methods from Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed., and will include heterotrophic plate counts and

Page 6 of 7

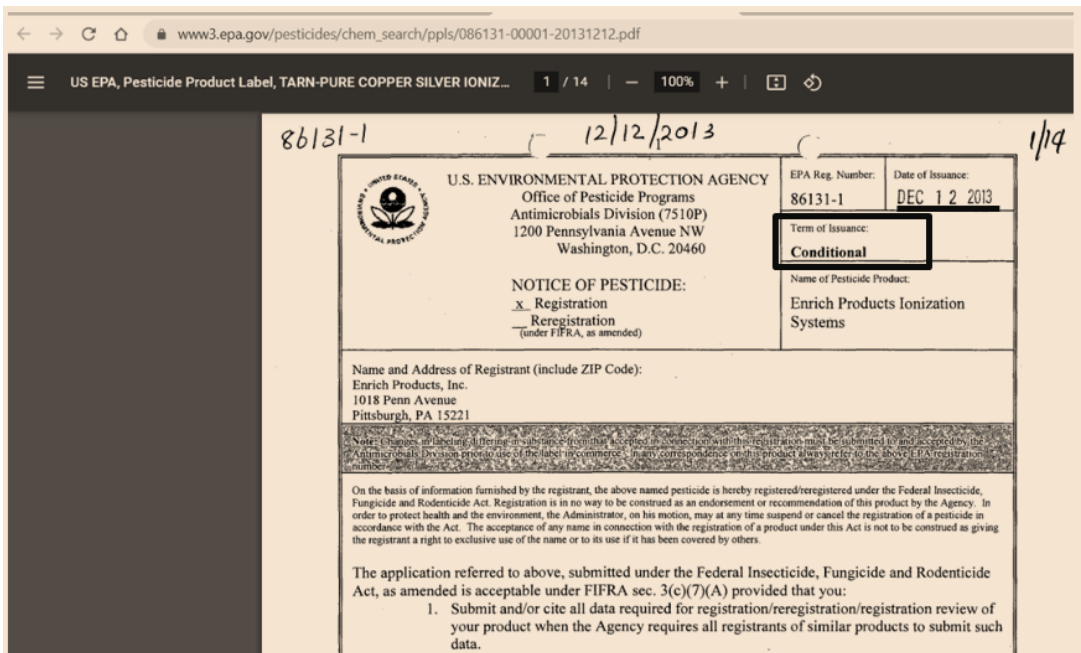
tests for the presence of *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Escherichia coli*. Chemical and physical analyses of the pool waters will be conducted using approved EPA methodology.

VIII CONCLUSIONS:

In the submitted efficacy data discussion, laboratory tests that differentiate between the efficacy of chlorine alone and chlorine plus silver in the killing of *E. coli* indicated a 0.5 minute treatment with 0.4 ppm chlorine resulted in a 2.04 log reduction in the *E. coli* level as compared to the untreated control. In contrast, treatment with a combination of 0.4 ppm chlorine plus 10 ppb silver resulted in a 2.64 log reduction. Although, the efficacy of the combined system passed guideline requirements for swimming pool disinfectants, there was no significant statistical difference when compared to free chlorine in the King Technology testing. Exactly how the silver ions influence the microbial activity has not been shown. The silver ion has been investigated in terms of its activity against different microorganisms, however, with regard to the mechanism of action, silver is microbicidal only if it is in the ionic state. Since silver compounds ionize poorly, the synergistic effect needs to be explained to the Agency in more detail. The Agency will accept the application for the EUP at this time, however, the additional information listed above must be submitted.

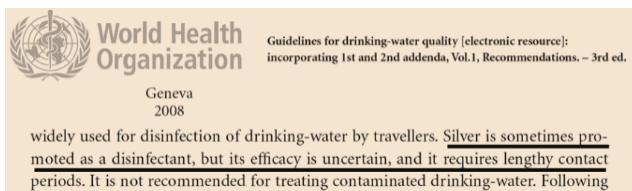
VIII Conclusões:

Na discussão dos dados de eficácia apresentados, os testes de laboratório que diferenciam entre a eficácia do **cloro sozinho e do cloro mais prata na morte de E. coli** indicam que um tratamento de 0,5 minutos com 0,4 ppm de cloro resultou em uma redução de 2,04 log na *E. coli* nível em comparação com o controle não tratado. Em contraste, o **tratamento com uma combinação de 0,4 ppm de cloro e 10 ppb de prata resultou em uma redução de 2,64 log**. Embora a eficácia do sistema combinado tenha superado os requisitos de diretrizes para desinfetantes de piscina, **não houve diferença estatística significativa quando comparada ao cloro livre no teste da King Technology**. Exatamente como os íons de prata influenciam na atividade microbiana contra diversos microrganismos, porém, quanto ao mecanismo de ação a prata é microbicida somente se estiver no estado iônico. **Como os compostos de prata ionizam mal, o efeito sinérgico precisa ser explicado à Agência com mais detalhes. A Agência aceitará o pedido de EUP neste momento, no entanto, a lista de informações adicionais acima deve ser enviada.**



Fonte: USEPA, 2013.

https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/086131-00001-20131212.pdf




A prata às vezes é promovida como desinfetante, mas sua eficácia é incerta e requer contato prolongado períodos. Não é recomendado para o tratamento de água potável contaminada. (grifo nosso)

Fonte: WHO (2008) apud EPA, 2011.

Part III

Silver as a drinking-water disinfectant

2018



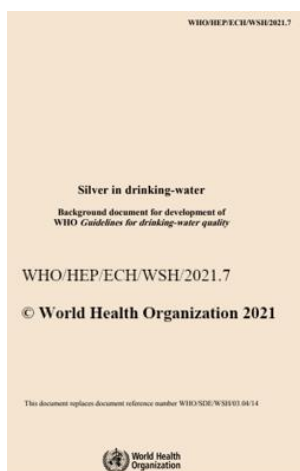
6. Conclusions

In summary, the current evidence is sufficient to indicate that:

- Silver has not demonstrated significant capability to be considered a candidate for primary disinfection of drinking water.
 - There are insufficient data to document that it acts against a broad spectrum of pathogenic organisms. Performance efficacy has been adequately documented only for some bacteria and not for viruses and protozoan parasites. The impact of water chemistry is often neglected in efficacy studies, and further, long contact times are generally required.

Fonte: WHO, 2018.

A PRATA NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE SIGNIFICATIVA PARA SER CONSIDERADA UMA CANDIDATA A DESINFECÇÃO PRIMÁRIA DE ÁGUA POTÁVEL. NÃO HÁ DADOS SUFICIENTES PARA DOCUMENTAR QUE ATUA CONTRA UM AMPLO ESPECTRO DE ORGANISMOS PATOGENICOS. A eficácia do desempenho foi adequadamente documentada APENAS para ALGUMAS BACTÉRIAS e não PARA VÍRUS E PARASITAS PROTOZOÁRIOS....



Pág.17/18

In most studies, it was not clear whether silver was bactericidal or merely bacteriostatic. The evidence is particularly limited for inactivation of protozoa and viruses, although some additional studies have been identified since the publication of the WHO (2018) report. These more recent studies show limited inactivation of protozoa and viruses at long contact times.

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

Na maioria dos estudos, não ficou claro se a prata era bactericida ou meramente bacteriostática. A evidência é particularmente limitada para a inativação de protozoários e vírus, embora alguns estudos adicionais tenham sido identificados desde a publicação do relatório da OMS (2018). Esses **estudos mais recentes mostram inativação limitada de protozoários e vírus** em longos tempos de contato.

Pág.17/18

silver dispersion added to water, and the other was a silver-treated ceramic filter. WHO does not support the use of silver as a drinking-water disinfectant. Its efficacy is uncertain, and any effect requires high concentrations and lengthy contact periods (WHO, 2018). The use of silver


Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

A OMS NÃO APÓIA O USO DE PRATA COMO DESINFETANTE DE ÁGUA POTÁVEL. SUA EFICÁCIA É INCERTA E QUALQUER EFEITO REQUER ALTAS CONCENTRAÇÕES E LONGOS PERÍODOS DE CONTATO [WHO, (2018) apud WHO, 2021]...

Part III

Silver as a drinking-water disinfectant

2018

 World Health Organization

6. Conclusions

In summary, the current evidence is sufficient to indicate that:

- Silver has not demonstrated significant capability to be considered a candidate for primary disinfection of drinking water.
 - There are insufficient data to document that it acts against a broad spectrum of pathogenic organisms. Performance efficacy has been adequately documented only for some bacteria and not for viruses and protozoan parasites. The impact of water chemistry is often neglected in efficacy studies, and further, long contact times are generally required.

Fonte: WHO, 2018.

A PRATA NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE SIGNIFICATIVA PARA SER CONSIDERADA UMA CANDIDATA A DESINFECÇÃO PRIMÁRIA DE ÁGUA POTÁVEL. NÃO HÁ DADOS SUFICIENTES PARA DOCUMENTAR QUE ATUA CONTRA UM AMPLO ESPECTRO DE ORGANISMOS PATOGENICOS. A eficácia do desempenho foi adequadamente documentada APENAS para ALGUMAS BACTÉRIAS e não PARA VÍRUS E PARASITAS PROTOZOÁRIOS....

WHO/HEP/ECH/WSH/2021.7

Silver in drinking-water

Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality

WHO/HEP/ECH/WSH/2021.7

© World Health Organization 2021

This document replaces document reference number WHO/SDE/WSHQ/0414

 World Health Organization

Pág.17/18

In most studies, it was not clear whether silver was bactericidal or merely bacteriostatic. The evidence is particularly limited for inactivation of protozoa and viruses, although some additional studies have been identified since the publication of the WHO (2018) report. These more recent studies show limited inactivation of protozoa and viruses at long contact times.

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

Na maioria dos estudos, não ficou claro se a prata era bactericida ou meramente bacteriostática. A evidência é particularmente limitada para a inativação de protozoários e vírus, embora alguns estudos adicionais tenham sido identificados desde a publicação do relatório da OMS (2018). **Esses estudos mais recentes mostram inativação limitada de protozoários e vírus em longos tempos de contato.**

Pág.17/18

silver dispersion added to water, and the other was a silver-treated ceramic filter. WHO does not support the use of silver as a drinking-water disinfectant. Its efficacy is uncertain, and any effect requires high concentrations and lengthy contact periods (WHO, 2018). The use of silver

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

A OMS NÃO APÓIA O USO DE PRATA COMO DESINFETANTE DE ÁGUA POTÁVEL. SUA EFICÁCIA É INCERTA E QUALQUER EFEITO REQUER ALTAS CONCENTRAÇÕES E LONGOS PERÍODOS DE CONTATO [WHO, (2018) apud WHO, 2021]...

1.6- Os questionamentos da eficiência do processo de desinfecção e condições para utilização do sistema de ionização com geração de íons Ag⁺

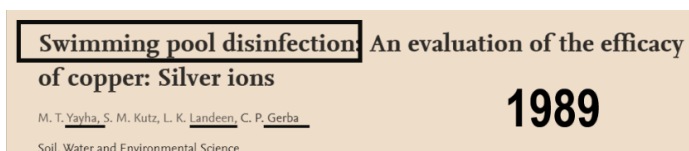
É importante novamente, **ressaltar que**, a água utilizada pela NASA para viagens espaciais era uma água com características potáveis, ou seja, já havia sido tratada e que o processo de ionização com íons prata era **uma complementação** do tratamento inicial e que os astronautas não entravam no reservatório de água para tomar banho! Uma situação **COMPLETAMENTE diferente da água de uma piscina** que no dia a dia recebe muita matéria orgânica dos corpos dos seus usuários, **como RESTOS DE FEZES, URINA, SUOR, MENSTRUACÃO, RESÍDUOS DE MUCOSAS, DE COSMÉTICOS/FÁRMACOS, RESTOS DE FEZES DE ANIMAIS, etc.....**

A pergunta deve ser sempre realizada: Alguém usava o reservatório de água potável dos astronautas para tomar banho ou nadar??

Com base em referências bibliográficas **existem condições para que o sistema de ionizador de Cu/Ag possa ser efetivo no processo de desinfecção de água de piscinas**, ressalta-se que, essas condições foram apresentadas/divulgadas **pelos próprios autores de publicação que indicavam o sistema no tratamento de águas de piscinas**. Fica muito claro que essas condições inviabilizam a utilização do sistema em tratamento de águas de piscinas, pois **são impossíveis de serem satisfeitas no dia a dia**.

É importante, novamente, ressaltar que, *Legionella* não é organismo de referência de efetividade de processo de desinfecção química para águas de piscinas. Há 16 anos, a referência é o ***Enterococcus faecium e Escherichia coli***, com base **Resolução RDC nº 14/2007** (BRASIL, 2007) revogada pela Resolução RDC 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023) que manteve a referência para teste de eficiência o ***Enterococcus faecium e Escherichia coli***.

1ª. condição – A água a ser testada pelo sistema ionizador de Cu/Ag deve ser previamente autoclavada/esterilizada



YAHYA, M. T.; KUTZ, S. M.; LANDEEN, L. K.; GERBA, C. P. Swimming pool disinfection: an evaluation of the efficacy of copper/silver ions. *Environmental Health*. v.51. n.5. pp.282-285. 1989.

Abstract

Electrolytically generated copper:silver ions were evaluated as an alternative disinfectant to high levels of chlorination in swimming pools. Pure cultures of *Escherichia coli* and *Streptococcus faecalis* were individually tested by **inoculating autoclaved well water** containing 460 ug/L copper and 75 ug/L silver) with and without 0.20 mg/L free chlorine. Copper:silver ions in combination with free chlorine reduced bacterial numbers more rapidly than chlorine or copper: silver ions alone. **Numbers of *S. faecalis* also** were reduced more in the combined system than in the system containing only free chlorine when exposed for 0.5 min. The addition of copper:silver ions allowed concentrations of free chlorine to be reduced to 0.20 mg/L while still being able to meet guidelines for swimming pool disinfectants.

Abstract

Cobre gerado eletroliticamente: íons de prata foram avaliados como desinfetante alternativo para altos níveis de cloração em piscinas. Culturas puras de *Escherichia coli* e *Streptococcus faecalis* foram testadas individualmente **inoculando água de poço autoclavada** (contendo 460 µg/L de cobre e 75 µg/L de prata) **com e sem 0,20 mg/L de cloro livre**. Íons de prata em combinação com cloro livre reduziram o número de bactérias mais rapidamente do que cloro ou cobre ou íons de prata sozinhos. **O número de *S. faecalis* também foi reduzido mais no sistema combinado do que no sistema contendo apenas cloro livre quando exposto por 0,5 min.** A adição de íons cobre: prata permitiu que as concentrações de cloro livre fossem reduzidas para 0,20 mg/L, embora ainda sendo capaz de atender às diretrizes para desinfetantes de piscina.

A exigência de testes serem realizados com água autoclavada é confirmado pela referência WHO (2018), na publicação “Silver as a drinking-water disinfectant” em Tabela 1 indica que os testes realizados com Ag⁺ provenientes do processo de ionização de eletrodos de Ag, foram realizados **somente com água autoclavada**, não sendo realizado nenhum teste com nas condições de uso com as características de uma água de piscina.

Table 1: Summary of ionic silver bacterial disinfection studies by microorganism

Organism	Silver type	Concentration (µg/L)	Medium and conditions	Initial concentration	Duration	Log ₁₀ reduction value	Reference
...							
<i>E. coli</i>	AgNO ₃	100	Synthetic drinking water, pH 7, 25 °C	1.5 x 10 ⁷ cells/mL	3 h	7	A
	AgNO ₃	100	-	2 x 10 ⁶ cells/mL	24 h	4	D
	AgNO ₃	100	Harvested rainwater, pH 7–8, 25–27 °C	740–920 cfu/100 mL	10 h	2.8–2.9	F
	AgNO ₃	40	Harvested rainwater, pH 7–8, 25–27 °C	740–920 cfu/100 mL	14 h	1.3–2 ^a	F
	AgNO ₃	10 000	Ground water	10 ⁶ cfu/mL	3 h	6	G
	Ag ⁺ from electrodes	20	Autoclaved tap water	1.75 x 10 ³ cfu/mL	20 min	3	E
Ag ⁺ from electrodes	10	Autoclaved tap water	1.75 x 10 ³ cfu/mL	40 min	3	E	
Ag ⁺ from electrodes	5	Autoclaved tap water	1.75 x 10 ³ cfu/mL	50 min	3	E	
Ag ⁺ from electrodes	2	Autoclaved tap water	1.75 x 10 ³ cfu/mL	60 min	3	E	
Ag ⁺ from electrodes	No data	Harvested rainwater	Max. 275 cfu/mL	No data	0.4	H	
<i>L. pneumophila</i>	AgNO ₃	100	Synthetic drinking water, pH 7, 25 °C	1.5 x 10 ⁷ cells/mL	3 h	2.4	A
...							

WHO. **Silver as a drinking-water disinfectant - Part III.** Geneva/Switzerland: World Health Organization / Sanitation, Hygiene and Health. 105p. 2018
 Fonte: WHO, 2018.

2ª. condição – A água a ser testada pelo sistema ionizador de Cu/Ag deve ser previamente filtrada em poros de 0,2 µm (deve sofrer processo de microfiltração), como se comprova por duas publicações

Nota-se que, **são duas publicações diferentes**, em diferentes periódicos, mas, com autores semelhantes que a água a ser tratada **precisa passar por processo de filtração com porosidade de 0,2 µm.**



LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; GERBA, C. P. Efficacy of Copper and Silver Ions and Reduced Levels of Free Chlorine in Inactivation of *Legionella pneumophila*. **Applied And Environmental Microbiology**. Vol.55. No.12. pp.3045-3050. Dec. 1989.

MATERIALS AND METHODS

Water source. The test water used in disinfection systems was obtained directly from the Martin Street well located at the University of Arizona, Tucson. After sufficient water was run from the faucet (to flush out the casing), an acid-washed 20-liter high-density polyethylene container was filled and the water sample was kept at 4°C. Within 24 h of each experiment, the water was filtered (0.2- μ m pore size; Costar, Cambridge, Mass.) and adjusted to pH 7.3 \pm 0.1 with 1 N HCl.

FONTE-DE-ÁGUA: A água de teste usada em sistemas de desinfecção foi obtida diretamente da Martin Street, bem localizada em Universidade do Arizona, Tucson. Depois de água suficiente foi executado da torneira (para esvaziar o invólucro), um recipiente de polietileno de alta densidade de 20 litros lavado com ácido foi preenchido e a amostra de água foi mantida a 4°C. Dentro de 24h de cada experiência, a água foi filtrada (0,2 μ m, tamanho de poro); Costar, Cambridge, Mass.) E ajustado para pH 7,3 \pm 0,1 com 1N HCl.¶

Wat. Sci. Tech. Vol. 21, No. 3, pp. 267-270, 1989.
Printed in Great Britain. All rights reserved.

0273-1223/89 \$0.00 +.50
Copyright © 1989 IAWPRC

MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF COPPER : SILVER DISINFECTION UNITS FOR USE IN SWIMMING POOLS

Lee K. Landeen, Moyasar T. Yahya, Susan M. Kutz
and Charles P. Gerba

Department of Microbiology and Immunology, University of Arizona,
Tucson, AZ 85721, U.S.A.

LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; KUTZ, S. M. Microbiological evaluation of copper: silver disinfection of units for use in swimming pools. **Water Science and Technology.** v.21. n.3. pp.267–270. 1989.

METHODS

Water used in this study was obtained from the Martin St. well at the University of Arizona, Tucson, passed through a 0.2 μ m pore size filter (Costar, Van Nuys, CA), and analyzed according to Standard Methods (APHA, 1985).

Fonte: LANDEEN, YAHYA, KUTZ, 1989.

A água utilizada neste estudo foi obtida do poço Martin St. passou por um filtro de tamanho de poro de 0,2 μ m da Universidade de Arizona, Tucson, (Costar, Van Nuys, CA), e analisado de acordo com Métodos Padrão (APHA, 1985).

3ª. condição – A prata (na forma de íons Ag⁺) gerada pelo sistema ionizador de Cu/Ag é somente bacteriostática, NÃO TEM capacidade de redução de pelo menos 3 ciclos log (desinfecção química) frente as microrganismos de referência

No Brasil a Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007), revogada pela Resolução RDC da ANVISA nº 693/2022 (BRASIL, 2022a), que foi revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023) no ANEXO II indica quais microrganismos de referência para avaliação de atividade microbiana, que são ***Enterococcus faecium* e *Escherichia coli***.

Na procura de informações tem-se como referência a organização **NSF International** que certifica esse tipo de sistema. Na pesquisa **11/11/2022** encontra-se duas empresas com sistemas certificados (Cooper/Silver and Cooper Generators).

Uma das empresas o sistema tem **eletrodos de cobre e prata** e o outro sistema tem **eletrodo somente de cobre**.

O sistema que possui eletrodos de Cu/Ag (Cobre/Prata) **NÃO DEMONSTRA EFICIÊNCIA** na desinfecção química do *Enterococcus faecium* o que contraria frontalmente a legislação brasileira.

This unit has not demonstrated an ability to provide three log inactivation of Enterococcus faecium.

Fonte: NSF, 2022b.

O sistema que possui somente eletrodo de Cu **NÃO DEMONSTRA EFICIÊNCIA** no processo de desinfecção química, para a *Pseudomonas aeruginosa* e nem para o *Enterococcus faecium*.

This unit has not demonstrated an ability to provide three log reduction of Pseudomonas aeruginosa. This unit has not demonstrated an ability to provide three log reduction of Enterococcus faecium.

Fonte: NSF, 2022b.

A NSF/ANSI/CAN (2019) indica que qualquer sistema ou equipamento de suplementar desinfecção deve comprovar que é eficiente com 3 reduções de ciclos log da concentração inicial de contaminação da água com relação aos organismos de referência.

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

— maximum daily operation time (if not designed for continuous operation).

18.8 Disinfection efficacy

Fonte: NSF/ANSI/CAN, 2019.

Process equipment designed for supplemental disinfection shall demonstrate a 3 log reduction of influent bacteria when tested according to Annex N-8.

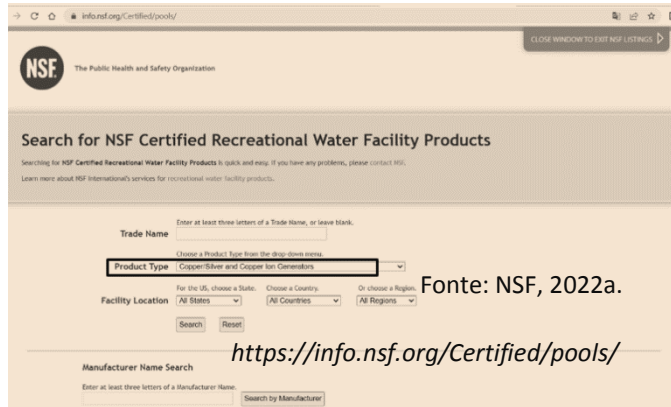
O equipamento de processo projetado para desinfecção suplementar deve demonstrar uma redução de 3 log de afluente bactérias quando testado de acordo com o Anexo N-8.

Os organismos de referência são *Enterococcus faecium* (estirpe PRD American Type Culture Coleção [ATCC] #6569, anteriormente *Streptococcus faecalis*) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC #27313)29. Outros organismos de desafio podem ser usados para abordar o fabricante de reivindicações (NSF/ANSI/CAN, 2019).

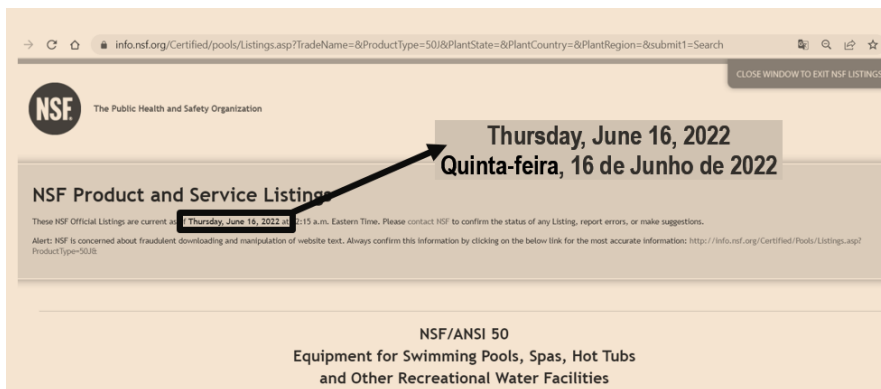
Com referência a exigência da NSF/ANSI/CAN (2019) e da Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007) o sistema ionizador de Cu/Ag não satisfaz a exigência de um processo de desinfecção suplementar.

Surge uma dúvida:

Como o sistema de ionizador de Cu/Ag que não satisfaz a legislação brasileira frente a organismos de referência no processo de desinfecção química são vendidos no país? (Veja a seguir as imagens da certificação dos equipamentos pela NSF que comprovam a ineficiência no processo desinfecção química frente aos organismos de referência).



Fonte: NSF, 2022a.



<https://info.nsf.org/Certified/pools/Listings.asp?TradeName=&ProductType=50J&PlantState=&PlantCountry=&PlantRegion=&submit1=Search>

Fonte: NSF, 2022b.



[1] "Chlorine-Free" logo only applicable when unit used with bromine or bromine compounds that do not contain chlorine.

[2] This unit has demonstrated an ability to provide three log inactivation of *Pseudomonas aeruginosa* when copper levels are maintained at a minimum 0.15 ppm and silver levels are maintained at a minimum of 0.015 ppm. **This unit has not demonstrated an ability to provide three log inactivation of *Enterococcus faecium*.** This product is designed to be operated with no less than 0.4 ppm free chlorine or 0.8 ppm free bromine. Additional residual levels of EPA registered disinfecting chemicals may be required by the regulatory agency having authority.

(grifo nosso)

Fonte: NSF, 2022b.

<https://info.nsf.org/Certified/pools/Listings.asp?TradeName=&ProductType=50J&PlantState=&PlantCountry=&PlantRegion=&submit1=Search>

[1] Logotipo "SEM CLORO" APLICÁVEL apenas quando a unidade for usada com BROMO OU COMPOSTOS DE BROMO que não contêm cloro.

[2] Esta unidade demonstrou a capacidade de fornecer três log de inativação de *Pseudomonas aeruginosa* quando os níveis de cobre são mantidos em um mínimo de 0,15 ppm e OS NÍVEIS DE PRATA SÃO MANTIDOS A UM MÍNIMO DE 0,015 PPM.

Esta unidade NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE para fornecer três log de inativação de *Enterococcus faecium*. Este produto foi projetado para ser operado com não menos do que 0,4 ppm de cloro livre ou 0,8 ppm de bromo livre. Adicional níveis residuais de produtos químicos desinfetantes registrados pela EPA podem ser exigidos pelo agência reguladora com autoridade.

Clearwater Enviro Technologies, Inc. 

8767 119th Avenue North
Largo, FL 33773
United States
800-756-7946
727-562-5186
Visit this company's website

Facility : Largo, FL

<https://info.nsf.org/Certified/pools/Listings.asp?TradeName=&ProductType=50J&PlantState=&PlantCountry=&PlantRegion=&submit1=Search>

Copper/Silver and Copper Ion Generators

[1] This unit has not demonstrated an ability to provide three log reduction of *Pseudomonas aeruginosa*. This unit has not demonstrated an ability to provide three log reduction of *Enterococcus faecium*. This product is designed to be operated with no less than 0.4 ppm free chlorine or 0.8 ppm free bromine. Additional residual levels of EPA registered disinfecting chemicals may be required by the regulatory agency having authority.

[2] Copper Output 43 g/day and for Silver Output 0.05 g/day.

(grifo nosso)

Fonte: NSF, 2022b.

[1] Esta unidade NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE de fornecer três reduções log de *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*. Esta unidade NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE de fornecer três reduções de log de *ENTEROCOCCUS FAECIUM*. Este produto foi projetado para funcionar com pelo menos 0,4 ppm de cloro livre ou 0,8 ppm de bromo livre. Níveis residuais adicionais de produtos químicos desinfetantes registrados pela EPA podem ser exigidos pela agência reguladora com autoridade. [2] UNIDADE SOMENTE DE COBRE.

<p>RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 14, DE 28 DE FEVEREIRO DE 2007.</p> <p>Aprova o Regulamento Técnico para Produtos Saneantes com Ação Antimicrobiana harmonizado no âmbito do Mercosul através da Resolução GMC nº 50/06, que consta em anexo à presente Resolução.</p> <p>MICROORGANISMOS PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA</p> <table border="1"><tr><td>3.4.5 Desinfetante para piscinas</td><td><i>Enterococcus faecium</i> e <i>Escherichia coli</i></td></tr></table>	3.4.5 Desinfetante para piscinas	<i>Enterococcus faecium</i> e <i>Escherichia coli</i>	<p>RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 693, DE 13 DE MAIO DE 2022 (Publicada no DOU nº 93, de 18 de maio de 2022)</p> <p>Dispõe sobre as condições para registro de produtos saneantes com ação antimicrobiana.</p> <table border="1"><tr><td>3.4.5 Desinfetante para piscinas</td><td><i>Enterococcus faecium</i> e <i>Escherichia coli</i></td></tr></table>	3.4.5 Desinfetante para piscinas	<i>Enterococcus faecium</i> e <i>Escherichia coli</i>
3.4.5 Desinfetante para piscinas	<i>Enterococcus faecium</i> e <i>Escherichia coli</i>				
3.4.5 Desinfetante para piscinas	<i>Enterococcus faecium</i> e <i>Escherichia coli</i>				

Fonte: BRASIL, 2007, 2022.

IONIZADOR DE COBRE E PRATA NÃO PODE SER CLASSIFICADO SEQUER COMO DESINFECÇÃO SUPLEMENTAR POIS NÃO DEMONSTRA INATIVAÇÃO DO *Enterococcus faecium* EM 3 CICLOS LOGS, SEGUNDO CERTIFICADOS PÚBLICOS DA NSF.

OS CERTIFICADOS PÚBLICOS EMITIDOS PELA NSF **COMPROVAM** QUE O SISTEMA IONIZADOR DE COBRE/PRATA E/OU IONIZADOR DE COBRE **NÃO SÃO CAPAZES DE DEMONSTRAR CAPACIDADE DE DESINFECÇÃO** CONTRA A BACTÉRIA *Enterococcus faecium*! **OS EQUIPAMENTOS NO BRASIL ESTÃO CONTRARIANDO A LEGISLAÇÃO VIGENTE**, legislação brasileira Resolução RDC 14/2007 que foi substituída pela RDC 693/2022, revogada pela RDC 774/2023 (BRASIL, 2007, 2022, 2023) que manteve o *Enterococcus faecium* como organismo de referência **no que tange a eficiência no processo de desinfecção??**

Em função do valor do Ct do *Enterococcus faecium* o íon Cu^{2+} e Ag^{+1} NÃO serão capazes de inativar pelo menos 3 ciclos logs (**QUADRO 2**).

QUADRO 2- Valores de Ct de alguns organismos para o CRL (mg HClO/CLO⁻/L).

Organismo	Ct
<i>Escherichia coli</i>	0,5 mg/L.min
<i>Enterococcus faecalis</i>	27 mg/L.min (média)
<i>Enterococcus faecium</i>	750 mg/L.min (*)
<i>Enterococcus faecium</i>	500 mg/L.min (**)
<i>Pseudomonas. aeruginosa</i>	270 mg/L.min (***)
<i>Cryptosporidium parvum</i>	15.300 mg/L.min

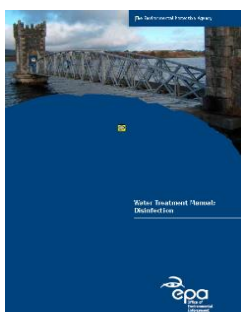
* KEARNS, FREEMAN, LIGHTFOOT, 1995 → Ct *Enterococcus faecium* = 150 mg/L x 5 min = 750 mg/L.min

** CORINNE, 2005 → Ct *Enterococcus faecium* = 100 mg/L x 5 min = 500 mg/L.min

***MAO, SONG, BARTLAM, WANG, 2018

Fonte: Adaptado JIN, LIU, WANG, YANG, et al, 2020; Adaptado BERG, DAHLING, BROWN, BERMAN, 1978; Adaptado CDC, 2022; CORINE 2005.

Existem diversas referências bibliográficas que indicam a **ineficiência do processo de ionização de Cu/Ag no tratamento de água**, veja a seguir alguns exemplos.



Environmental Protection Agency
 The use and efficacy of different Disinfection technologies

Revision of Water Treatment Manual: Disinfection

3.4.5 Copper silver ionisation

Fonte: EPA, 2011.

Currently there is inadequate scientific data available to verify the effectiveness of this technology as an effective disinfectant technology.

Atualmente não há dados científicos disponíveis para verificar a eficácia desta tecnologia como tecnologia desinfetante eficaz.

Part III

Silver as a drinking-water disinfectant

2018

6. Conclusions

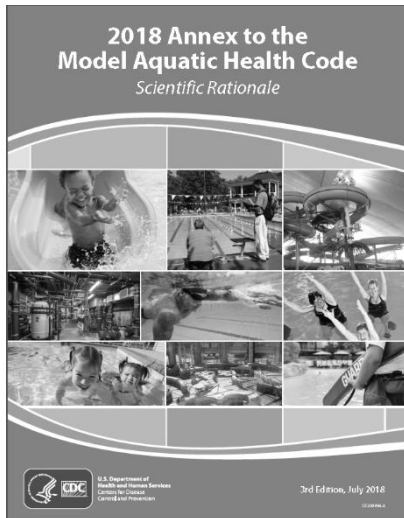
In summary, the current evidence is sufficient to indicate that:

- Silver has not demonstrated significant capability to be considered a candidate for primary disinfection of drinking water.
 - There are insufficient data to document that it acts against a broad spectrum of pathogenic organisms. Performance efficacy has been adequately documented only for some bacteria and not for viruses and protozoan parasites. The impact of water chemistry is often neglected in efficacy studies, and further, long contact times are generally required.

Fonte: WHO, 2018.

A PRATA NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE SIGNIFICATIVA PARA SER CONSIDERADA UMA CANDIDATA A DESINFECÇÃO PRIMÁRIA DE ÁGUA POTÁVEL. NÃO HÁ DADOS SUFICIENTES PARA DOCUMENTAR QUE ATUA CONTRA UM AMPLO ESPECTRO DE ORGANISMOS PATOGENICOS. A eficácia do desempenho foi adequadamente documentada APENAS para ALGUMAS BACTÉRIAS e não PARA VÍRUS E PARASITAS PROTOZOÁRIOS....

Annex to the 2018 Model Aquatic Health Code, 3RD Edition
SCIENTIFIC AND BEST PRACTICES RATIONALE / Posted on 07/18/2018
CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S.
Department of Housing and Urban Development



Fonte:
CDC, 2018

4.7.3.4.4 Copper / Silver Ion System pág.87

"The scientific data available on efficacy of these systems is predominantly for bacterial inactivation and usually includes FAC^{300,301}. There is limited scientific literature that documents the efficacy of these systems on viruses and parasites. Given the importance and frequency of RWIs associated with these other microorganisms (viruses and parasites), it is essential that DISINFECTION chemicals / systems are also effective against such microorganisms as well."

FAC - Free Available Chlorine
RWI - Recreational Water Illness

Os dados científicos disponíveis sobre a eficácia desses sistemas **são predominantemente para a inativação bacteriana** e geralmente incluem CRL^{300,301}. **HÁ UMA LITERATURA CIENTÍFICA LIMITADA que documenta a eficácia desses sistemas em vírus e parasitas.** Dada a importância e frequência dos RWIs (Recreational Water Illness) associados a esses outros microorganismos (vírus e parasitas), é essencial que **os produtos / sistemas de DESINFECÇÃO também sejam eficazes contra tais microorganismos**

A SAC/HPSC (2014) afirma que o uso isolado do processo ionização de Cu-Ag em concentrações apropriadas **não é eficaz contra protozoários ou vírus** e pode não ser eficaz contra micobactérias.

Segundo ANSI/APSP/ICC (2019), CDC (2018) o processo somente inibe o crescimento de bactérias e algas, **NÃO INATIVA VÍRUS E PROTOZOÁRIOS** e deve ser utilizado com um residual de substâncias halogenadas como derivados clorados ou bromados.

ANSI/APSP/ICC (2019) Pág. 20

A6.2- Metal-based systems

Metal ions are used to inhibit bacteria and algae growth in swimming pool and spa water. Several methods of application are used including, but not limited to, electronic ionization, flow-through systems, and liquid products. Metal ions introduced by these systems can include copper, silver, and zinc.

Os íons metálicos **são usados para inibir o crescimento de bactérias e algas em piscinas e spas.** Vários métodos de aplicação são usados incluindo, mas não se limitando a, ionização eletrônica, sistemas de fluxo direto e produtos líquidos. Os íons metálicos introduzidos por esses sistemas podem incluir cobre, prata e zinco.

Halogen or oxidizer residuals are required in addition to the metals in order for the system to be considered a sanitizer.

Resíduos de halogênio ou oxidante são necessários além dos metais para que o sistema seja considerado um sanitizante.

2018 MAHC ANNEX 5.0 Facility Operation & Maintenance 146 CDC (2018)
...These ion generation systems are not meant to replace DISINFECTING halogen and the minimum levels must continue to be provided... (grifo nosso)

4ª. condição – Interferência de constituintes químicos da água da piscina nos íons gerados sistema ionizador de Cu/Ag (Cu²⁺ e Ag⁺)



September 2016

Technologies for *Legionella* Control in Premise Plumbing Systems:
Scientific Literature Review

2.3.4.4 Operational Conditions

Parameter Conditions Indicating Operational Effectiveness

...Examples of interferences include:

- In the presence of 20–40 mg/L of chloride ions, silver ion levels are significantly (60 percent) decreased by complexing with chloride (and are presumably less microbiocidal) (Lin et al., 2002).

Fonte: USEPA, 2016.

Na presença de 20-40 mg/L de íons cloreto, os níveis de íons prata são significativamente reduzidos (60%) pela complexação com cloreto (e são presumivelmente menos microbicidas) (Lin et al., 2002).

LIN, Y. E.; VIDIC, R. D.; STOUT, J. E.; YU, V. L. Negative effect of high pH on biocidal efficacy of copper and silver ions in controlling *Legionella pneumophila*. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 68. n.6. pp.2711-2715. 2002.

Como existe urina na água da piscina, logo, também existe a presença de cloretos (Cl⁻)! Surge a pergunta:

COMO FAZER PARA EVITAR A INTERFERÊNCIA DO Cl⁻ no processo de tratamento com Ionizadores de Cu/Ag, a Ag e Cu **NÃO SÃO SEQUER AGENTES OXIDANTES?**

The impact of pH on the ionic nature (and thus the microbiocidal action) of copper in solution is also important. At pH levels >6.0, copper forms insoluble complexes with a number of compounds. While in the pH range typical of potable waters (pH 6–9), silver ions are not

*Technologies for Legionella Control in Premise Plumbing Systems:
Scientific Literature Review*

56

Fonte: USEPA, 2016.

*O impacto do pH na natureza iônica (e, portanto, na ação microbicida) do cobre em solução também é importante. **Em níveis de pH>6,0, o cobre forma complexos insolúveis com vários compostos....***

Negative Effect of High pH on Biocidal Efficacy of Copper and Silver Ions in Controlling *Legionella pneumophila*

Yu-sen E. Lin,¹ Radisav D. Vidic,² Janet E. Stout,^{3,4} and Victor L. Yu^{3,4*}

in Fig. 1A and B, respectively. The predominant forms of copper ions (Cu^{2+}) at pHs 5, 7, and 9 were $\text{Cu}(\text{HCO}_3)^+$, $\text{Cu}(\text{CO}_3)_{(\text{aq})}$, and $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2^{2-}$, respectively (Fig. 1A).

Fonte: LIN, VIDIC, STOUT, YU, 2002.

O pH mais alto que 7 do meio aquoso pode comprometer a eficácia inclusive dos íons de cobre, altas concentrações cobre interagem com a alcalinidade, as formas predominantes de íons de cobre (Cu^{2+}) no pH 5, 7 e 9 são $\text{Cu}(\text{HCO}_3)^+$, $\text{Cu}(\text{CO}_3)_{(\text{aq})}$ e $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2^{2-}$ (USEPA, 2016). Se confirma a formação do complexo na “**NSF International Standard /American National Standard /National Standard of Canada**” na NSF/ANSI/CAN 50 – 2019 (NSF, 2019).

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

copper levels, should be maintained at levels required by state or local regulations, to ensure adequate disinfection.

I-1.7.2 Other chemical agents

When copper-based algaecides are used, care should be taken that the total copper ion levels in the pool do not exceed the maximum limits required by state and local regulations.

Superchlorination of a pool may cause precipitation of the copper and silver ions present in the water. The manufacturer's recommended procedures should be followed to avoid the possibility of staining.

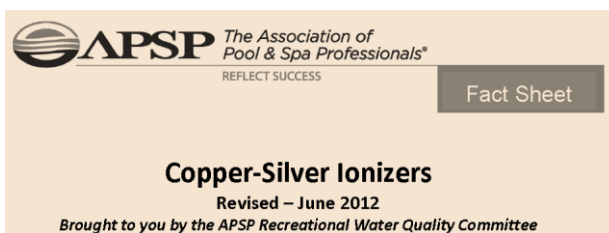
Surge a pergunta:

O pH da água da piscina é na faixa de 7,2-7,8. Essa faixa de pH É MAIOR QUE pH 6!

COMO FAZER PARA EVITAR A INTERFERÊNCIA DO pH no processo de tratamento com Ionizadores de Cu/Ag?

5ª. condição – A prata não é bactericida e não tem Ct

A APSP – Association of Pool & Spa Professionals em Fact Sheet (Ficha Informativa) (APSP, 2012) ressalta que **Ag⁺ é bacteriostática** e que **cobre e prata NÃO SÃO capazes de oxidar os contaminantes** e somente devem utilizados com residual de cloro ou bromo.



II. SUMMARY OF CHARACTERISTICS

- Copper/silver ionizers are electrical devices that release silver and copper ions into the pool or spa water
- The silver ions act as a bacteriostat, but the action is slow compared to the action of sanitizers such as chlorine or bromine
- Copper ion is an effective algicide
- Copper/silver ionizers require a sanitizer such as chlorine/bromine for daily sanitation and a supplemental oxidizer to control organics from bathers and the environment
- Copper/silver ionizers are incapable of oxidizing contaminants
- The NSF/ANSI Standard 50 for ionizers requires the addition of chlorine or bromine
- There is an increased probability of staining pool surfaces if the concentrations of copper and/or silver ions are too high

Fonte: APSP, 2012.

Segundo a “*NSF International Standard /American National Standard /National Standard of Canada*” na NSF/ANSI/CAN 50 – 2019 (NSF, 2019) o tratamento com ionizadores de Cobre/Prata são considerados um tratamento complementar/suplementar.

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

18 Copper / silver and copper ion generators

18.1 General

18.1.1 Electrolytic copper / silver and copper ion generation systems are intended for supplemental treatment of water in public and residential pools and spas / hot tubs. These products are intended for use

Os sistemas eletrolíticos de geração de íons cobre/prata **destinam-se ao tratamento complementar de água em piscinas públicas e residenciais e spas/banheiras de hidromassagem.** (grifo nosso)

Os íons Cu^{2+} e Ag^+ são incapazes de oxidar os contaminantes (APSP, 2012), outras referências como MAIERÁ (2021) e NAVMED (2020) confirmam essa incapacidade.

47.7 Poder oxidante

Tanto a prata como o cobre (e seus compostos) não são oxidantes e, portanto devem ser usados em conjunto com algum oxidante. Quando do uso em conjunto com cloro ou bromo em baixas concentrações é necessário fazer periodicamente uma operação de choque com cloro ou outro oxidante. Outro

Fonte: MAIERÁ, 2021.

Bureau of Medicine and Surgery
7300 Arlington Blvd., Falls Church, VA 22042

NAVMED P-5010-4 (Rev. 6-2020)



Manual of Naval Preventive Medicine

Chapter 4

RECREATIONAL WATER FACILITIES

DISTRIBUTION STATEMENT "A"

This publication agrees with NAVMED P-5010-4 of 2002

2. Although silver ions inactivate bacteria, and copper ions are an effective algicide, copper/silver ionizers are incapable of oxidizing bather organics. A sanitizer such as chlorine must

30 Jun 2020

4-37

Fonte: NAVMED, 2020.

2. Embora os íons de prata inativam as bactérias e os íons de cobre sejam um algicida eficaz, **IONIZADORES DE COBRE/PRATA SÃO INCAPAZES DE OXIDAR COMPOSTOS ORGÂNICOS PARA BANHISTAS.**

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006), em seu documento “*Guidelines for Safe Recreational Water Environments - Volume 2: Swimming Pools And Similar Environments*”, cita o sistema ionizador de prata/cobre em item chamado outros desinfetantes, **MAS**, somente para piscinas pequenas, **AS QUAIS É POSSÍVEL A TROCA TOTAL DA ÁGUA**, em função de um outro questionamento no uso de ionizadores de Cu/Ag que é **O ACÚMULO EXCESSIVO DE ÍONS** no meio aquoso.

Outro aspecto fundamental é que **NÃO CITA EM NENHUM MOMENTO qualquer característica sobre A EFICIÊNCIA DO SISTEMA NO PROCESSO DE DESINFECÇÃO**, pois é uma informação desnecessária em função de se trocar toda a água da piscina.

Na referência WHO (2006) no item “*5.3.2 Characteristics of various disinfectants*”, existem informações **SOMENTE** sobre derivados clorados, bromados, ozônio e UV: **1. Chlorine-based disinfectants; 2. Bromine-based disinfectants; 3. Ozone; 4. Ultraviolet (UV) radiation.**

5. Other disinfectants

Other disinfectant systems may be used, especially in small pools. Hydrogen peroxide used with silver and copper ions will normally provide low levels of the silver and copper ions in the water. However, it is most important that proper consideration is given to replacement of water to prevent excessive build-up of the ions. A similar situation would apply to biguanide, which is also used as a disinfectant in outdoor pools.

5. Outros desinfetantes

*Outros sistemas desinfetantes podem ser usados, **ESPECIALMENTE EM PISCINAS PEQUENAS**. Peróxido de hidrogênio usado com íons de prata e cobre normalmente fornecerá baixos níveis de prata e cobre íons na água. **NO ENTANTO, É MUITO IMPORTANTE QUE SEJA DADA A DEVIDA CONSIDERAÇÃO À SUBSTITUIÇÃO DE ÁGUA PARA EVITAR O ACÚMULO EXCESSIVO DE ÍONS.***

Uma situação semelhante aplicar-se-ia à biguanida, que também é utilizada como desinfetante em piscinas exteriores.

A Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007), revogada pela Resolução RDC da ANVISA nº 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2022), no ANEXO II indica os microrganismos de referência para avaliação de atividade de sanitizantes em águas de piscinas, que, são ***Enterococcus faecium e Escherichia coli***.

A pesquisa de FIJAN, TURK (2014) utilizou em testes de resistência com o forte agente oxidante ácido peroxiacético (Peroxyacetic Acid -PAA) e com a luz ultravioleta germicida calibrada de 30 W, comprimento de onda da lâmpada UV foi de 253,7 nm estando assim na região UV-C. A radiação UV foi aplicada em uma área de 63,61 cm², correspondente a 30.000 mW/63,61 cm² = **471,57 mW/cm²**.

Na publicação de FIJAN, TURK (2014) tendo como referência o ***Enterococcus faecium*** apresenta os dados para experimentos com a radiação ultravioleta apenas com água inoculada com *Enterococcus faecium*, podemos observar que o tempo de radiação ultravioleta (**471,57 mW/cm²**) necessário para atingir uma redução de 5-log₁₀ não é uniforme, em média, **é cerca de 3 horas**. Isso talvez se deva ao fato que algumas amostras tinham maior concentrações, aumentando assim a turbidez e a dosagem real de UV também foi influenciada pela distância exata e ângulo de amostras expostas a UV luz germicida, que talvez não fosse exatamente uniforme em todos os experimentos. A

turbidez das amostras pode influenciar significativamente os efeitos germicidas de UV à medida que a dose de tratamento UV diminui devido a turbidez [WAITE, KAZUMI, LANE, et al., (2003) apud FIJAN, TURK, 2014].

O número de UFC (unidades formadoras de colônia) de *Enterococcus faecium*, após incubação em base de ágar, foi determinado para cada experimento (FIJAN, TURK, 2014).

Com 70 mg/L PAA foi suficiente para atingir uma redução de 5-log₁₀ em 35 min de tratamento para água residual da lavanderia de hospital, correspondendo a um Ct de 2450 mg/L.min (FIJAN, TURK, 2014).

Enquanto o tempo de tratamento de 5 min foi atingido por 110 mg/L de PAA, correspondendo a uma Ct de 550 mg/L.min (FIJAN, TURK, 2014).

Com a concentração de 80 mg/L de PAA garantiu uma redução de 5-log₁₀ após 15 minutos de tratamento. Para água inoculada com *Enterococcus faecium* 80 mg/L PAA foi suficiente para atingir 5-log₁₀ redução dentro de 5 min, indicando um Ct de 400 mg/L.min para o *Enterococcus faecium* (FIJAN, TURK, 2014).

Os resultados da pesquisa de FIJAN, TURK (2014), com valores extremamente altos para o Ct do agente oxidante extremamente forte o PAA, comprova que a prata (Ag) não conseguirá de nenhuma forma e/ou concentração e/ou tempo de contato reduzir o nível de *Enterococcus faecium* no meio aquoso.

Por não apresentar um Ct, em função de ser a prata bacteriostática e não bactericida, e para se ter uma idéia do Ct da tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology), foi realizada uma revisão bibliográfica em pesquisas realizadas sobre o assunto que apresentam resultados envolvendo a concentração, o tempo de contato para a inativação e/ou redução de ciclos log da concentração inicial do inóculo bacteriano de diversos microrganismos, **QUADRO 3**.

Para comparação, vamos utilizar microrganismo que já possui o Ct calculado para outros sanificantes, teremos como referência a *Escherichia coli*, pois como já citado ela não consegue ter uma desinfecção química eficiente sobre *Enterococcus faecium*.

As pesquisas mostram que a prata é muito mais eficiente que o cobre no processo de desinfecção. A pesquisa WALRAVEN, POOL, CHAPMAN (2015) afirma que o equipamento que utiliza somente eletrodos de cobre tem uma ação bactericida muito restrita, visto que a concentração de cobre deve ser, em torno, 10 vezes maior que a concentração de prata.

Para uma comparação de Ct vamos tomar como referência o processo de ionização da prata, que foi utilizada no equipamento da NASA, ressaltando que, a comparação será realizada apenas para o uso da tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology) sem utilizar qualquer outro desinfetante/sanificante concomitantemente.

Segundo FALK (2010) apud HANSEN (2013), KRISTENSEN, KLAUSEN, ARVIN (2007) o tempo de contato necessário dos íons Cobre e Prata **é da ordem de horas para atingir a mesma inativação de vários microrganismos que o cloro mata em segundos ou minutos.**

QUADRO 3- Ação bactericida do processo de ionização, com eletrodo de prata (Ag) e/ou prata/cobre (Ag/Cu), com indicação da redução de ciclos log da concentração inicial do inóculo bacteriano, de acordo com diversas pesquisas em ordem cronológica.

Pesquisa	Concentração	pH	Tempo de contato	Redução ciclo log	Microrganismo
NASA (1968)	Ag – 50 a 100 ppb. (µg/L)	-	8h	5	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i>
LIN, VIDIC, STOUT, YU (2002); LIN, VIDIC, STOUT, YU (1996); LANDEEN, YAHYA, GERBA (1989)	Cu (0,4 mg/L) + Ag (0,04 mg/L)	7,0-7,3	24	3 a 4	<i>Legionella pneumophila</i>
YAYHA, LANDEEN, KUTZ, GERBA (1989)	Cu (0,46 mg/L) + Ag (0,075 mg/L) + CRL (0,2 mg/L)	7,5-7,7	30 s	3,5 a 4	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptococcus faecalis</i>
YAYHA, LANDEEN, MESINA, et al. (1990)	Cu (0,4 mg/L) + Ag (0,04 mg/L) + CRL (0,3 mg/L)	7,5-7,7	2 minutes	2,4 log	<i>Staphylococcus sp</i>
	Cu (0,4 mg/L) + Ag (0,04 mg/L)	7,5-7,7	2 minutos	0,03	<i>Staphylococcus sp</i>
YSE, VIDIC, STOUT, YU (1996)	Cu - 100 µg/L	7	2,5 h	6	<i>Legionella pneumophila</i>
HWANG, KATAYAMA, , OHGAKI (2007)	Ag - 100 µg/L	7	3h	2,4 4 7	<i>Legionella pneumophila</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Escherichia coli</i>
SILVESTRY-RODRIGUEZ, BRIGHT, UHLMANN, et al. (2007)	Ag - 100 µg/L	7	8-9 h	6	<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
HUANG, SHIH, LEE, et al. (2008)	Ag - 80 µg/L	-	12h 6 h 72 h	5 5 5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> <i>Acinetobacter baumannii</i>
CUNNINGHAM, CUNNINGHAM, VAN AKEN, LIN (2008)	Ag -100 µg/L	-	24 h	4	<i>Escherichia coli</i>
SHIH, LIN (2010)	Cu (0,2 a 0,8 mg/L) + Ag (0,02 a 0,08 mg/L) + Cu (0,2 a 0,8 mg/L) + Ag (0,02 a 0,08 mg/L)	-	48 h 24	3 3	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
NAWAZ, HAN, KIM, et al. (2012)	Ag - 80-100 µg/L	6-7	10 h		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
PATIL, KAUSLEY, BALKUNDE, MALHOTRA, (2013)	Ag -10 mg/L (10.000 µg/L)	-	3 h	6	<i>Escherichia coli</i>
KLEIER, HOELLE, RODGERS, RYU (2016)*	Cu (0,4 mg/L) + Ag (0,04 mg/L)	6-7,5	3 h 24 h	1 3	<i>Legionella pneumophila</i>

1 ppm (mg/L) = 1000 µg/L 1 ppb = 1 µg/L * Pesquisa financiada pela USEPA - (U. S. Environmental Protection Agency)
 Fonte: FEWTRELL, 2014; USEPA, 2016; KLEIER, HOELLE, RODGERS, RYU, 2016; NASA, 1968; YSE, VIDIC, STOUT, YU, 1996.

Como já apresentado qualquer pessoa que faz o uso de atividades em piscinas ingere a água, vamos considerar os níveis máximos de prata e cobre permitidos na água potável para o cobre 2 mg/L (2000 µg/L) (BRASIL, 2011, 2017, 2021) e para a prata 0,1 mg/L (100 µg/L) (BRASIL, 2008).

Teremos como referência a inativação da *Escherichia coli* (Quadro 6) cujo tempo de eliminação com 1 mg CRL/L é menor que 30s, possui um $Ct < 0,5$ mg/L.min. No caso de uso da tecnologia de ionização apenas com a prata, existem pesquisas com a concentração variando de 0,1 a 10 mg prata/L (Quadro 1) para redução da carga bacteriana a níveis considerados seguros, maior que 4 ciclos log. A *Escherichia coli* é considerada uma bactéria de fácil eliminação bastando utilizar o procedimento de desinfecção de modo correto, ou seja, a sua inativação é muito fácil com concentrações relativamente baixas dos produtos de desinfecção disponíveis.

Como não podemos utilizar um valor de 10 mg de Ag/L em uma água que será ingerida pelo usuário da piscina durante suas atividades em função do valor máximo permitido é 0,1 mg Ag/L (BRASIL, 2008), vamos utilizar para cálculo do Ct a pesquisa que utilizou o valor dentro do preconizado pela legislação.

Em resumo teríamos um valor de $Ct = 0,1$ mg Ag/L x 24 h (1440 min), resultando o valor de 144 mg/L.min. Considerando que na água potável o CRL é 0,5 mg Cl_2 /L em qualquer ponto da rede.

Logo o **Ct (empírico/teórico) do sistema de ionização utilizando o eletrodo de prata é 144 mg/L.min**, o Ct da prata é **288 vezes** ($144:0,5 = 288$) **maior que o Ct do CRL** (cloro residual livre), **a resistência do microrganismo** ao sistema de ionização, no que tange a sua inativação em ciclos log, **é muito maior** se comparada com a ação do CRL.

Essa comparação pode ser realizada também com a capacidade de desinfecção de outros produtos como o ozônio com Ct de 0,02 mg/L.min para inativação da *Escherichia coli*. O dióxido de cloro com Ct de 0,4-0,75 mg/L.min (média de 0,57).

Sem nenhuma dúvida o processo de desinfecção com o uso da tecnologia de ionização de cobre/prata por ter uma ação bacteriostática, apresenta desinfecção química muito inferior às outras substâncias químicas utilizadas no processo de desinfecção, em função disso é necessário um tempo muito alto de contato com o microrganismo.

A pesquisa realizada por YAYHA, LANDEEN, MESINA, et al. (1990) mostra de modo muito claro a baixa atividade do processo de desinfecção do sistema de ionização, com uma concentração de Cu (0.4 mg/L) + Ag (0,04 mg/L) + CRL (0,3 mg/L), com 2 minutos de contato com um isolado de *Staphylococcus sp.* consegue-se uma redução de **2,4 ciclos log** da contagem inicial bacteriana, mas, somente com a presença de Cu (0,4 mg/L) + Ag (0,04 mg/L), com o mesmo tempo de contato de 2 minutos, consegue-se uma redução de **0,03 ciclos log**, a diferença da redução do número de microrganismo é muito grande. A pesquisa de YAYHA, STRAUB, GERBA (1992) afirma que **a inativação utilizando o sistema cobre/prata é pelo menos 100 vezes mais lenta do que o cloro residual livre.**

A SAC/HPSC (2014) afirma que o uso isolado do processo ionização de Cu-Ag em concentrações apropriadas **não é eficaz** contra protozoários ou vírus e pode não ser eficaz contra micobactérias

A Pesquisa de PIANETTI, SABATINI, CITTERIO, et al. (2008) envolve a inativação de *Legionella pneumophila* em água potável e água destilada após um tempo de contato de 24 horas a combinação de cobre e prata com 2 mg/L de cloro residual livre foi mais eficaz do que uso de 2 mg/L de CRL individualmente, Logo, um efeito sinérgico pode ser considerado. A conclusão da pesquisa confirma ainda a eficácia da hipercloração (20-50 ppm) de choque na inativação de *Legionella pneumophila*. No entanto, a combinação de cloro residual livre com íons de metal (cobre e prata) pode representar uma opção válida para reduzir a concentração de desinfetantes para níveis mais seguros para a saúde

humana e evitar danos aos sistemas de distribuição de água, especialmente em instalações como hotéis e hospitais.

Sem nenhuma dúvida é importante afirmar que o processo tecnologia de ionização de cobre/prata atua no processo de desinfecção como bacteriostático, logo, exige um tempo de contato com o microrganismo a ser inativado muito grande. A referência POOLPAK (2011) afirma que se deve notar que esse sistema é muito mais lento que o do cloro na inativação de microrganismos.

6ª. condição – Não se tem controle da quantidade de íons Cu^{2+} e Ag^{1+} formados durante o processo de ionização

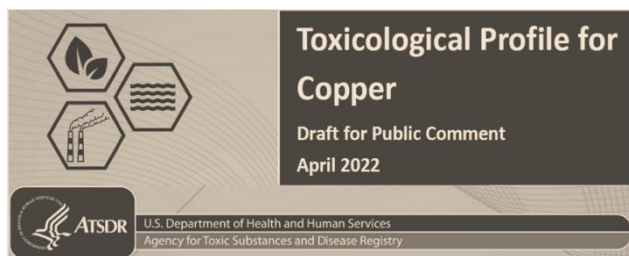
Os sistemas CSI (Sistema de Cobre/Prata de Ionização) comercialmente disponíveis geralmente consistem em células de fluxo que contêm barras de metal ou ânodos (contendo metais de cobre e prata) que circundam uma câmara central, através da qual a água flui. Uma corrente elétrica direta é passada entre esses ânodos, liberando os íons de cobre e de prata no fluxo de água (USEPA, 2016).

Logicamente, a quantidade de íons liberada depende da composição do ânodo e é controlada pela corrente elétrica aplicada às barras de metais e a vazão de água, como citado, depende da qualidade das barras de metais.

Em resumo, nos sistemas utilizados nas águas de piscinas não se tem controle de quanto Cu^{2+} e/ou Ag^{1+} está sendo formado é mantido dentro do meio aquoso.

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006), em seu documento “*Guidelines for Safe Recreational Water Environments - Volume 2: Swimming Pools And Similar Environments*”, cita o sistema ionizador de prata/cobre em item chamado outros desinfetantes, MAS, somente para piscinas pequenas, AS QUAIS É POSSÍVEL A TROCA TOTAL DA ÁGUA, em função de um outro questionamento no uso de ionizadores de Cu/Ag que é O ACÚMULO EXCESSIVO DE ÍONS no meio aquoso. Outro aspecto fundamental é que NÃO CITA EM NENHUM MOMENTO qualquer característica sobre A EFICIÊNCIA DO SISTEMA NO PROCESSO DE DESINFECÇÃO, pois é uma informação desnecessária em função de se trocar toda a água da piscina.

A ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) indica em sua publicação ATSDR (2022) que exposição a altos níveis de Cu(II) livre pode ocorrer para frequentadores de estruturas aquáticas, por exemplo, ao nadar em água que foi tratada com um algicida contendo cobre.



Fonte: ATSDR, 2022.

5.7 POPULATIONS WITH POTENTIALLY HIGH EXPOSURES

COPPER

224

5. POTENTIAL FOR HUMAN EXPOSURE

copper ions. Exposure to high levels of free Cu(II) can occur, for example, from swimming in water that was recently treated with a copper-containing algicide.

A exposição a altos níveis de Cu(II) livre pode ocorrer, por exemplo, ao nadar em água que foi recentemente tratada com um algicida contendo cobre.

A ingestão de altos níveis de prata também pode levar a uma condição de descoloração da pele chamada **ARGIRIA** (argyria) [DRAKE, HAZELWOOD (2005), WHO (1996), USEPA (1989/1991) apud USEPA, 2016]. Segundo WHO (2003) apud USEPA (2016), a menor dose de prata que pode levar à ocorrência de argiria não foi determinada, mas, em geral, **níveis de prata até 0,1 mg/L (100 µg/L)** podem ser tolerados sem risco para a saúde (USEPA, 2016).

A **Portaria GM/MS nº 888/2021**, na água potável (água ingerida) o **VMP** (Valor Máximo Permitido) é de **2 mg Cu²⁺/L** (BRASIL, 2021) e **não existe VMP** para a ingestão de íons Ag⁺.

A USEPA (2023) através do documento *“Drinking Water Regulations and Contaminants”*, indica o *“National Secondary Drinking Water Regulations (NSDWRs)”*, com os níveis para o **cobre (Cu²⁺) de 1 mg Cu²⁺/L** e para a **prata (Ag⁺) de 0,1 mg Ag⁺/L**.

1.6.1- Cálculo da maior concentração de CuSO₄ que poderá ser utilizada no tratamento de águas de piscinas respeitando o VMP da Portaria 888/2021 (BRASIL, 2021)

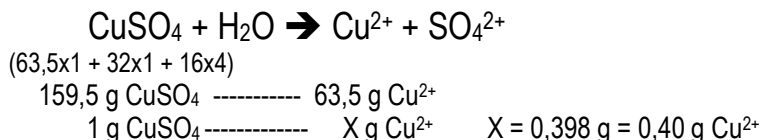
Logo, levando em consideração a utilização do CuSO₄ e que existe uma concentração máxima (mg CuSO₄/L de água) a ser utilizada para manter no meio aquoso a concentração máxima de 2 mg Cu²⁺/L.

Como na área de tratamento de águas de piscinas utiliza-se como unidades de concentração o **mg/L (ppm)** ou **g/m³**, iremos apresentar a seguir os cálculos da relação CuSO₄ e Cu²⁺.

O responsável pela capacidade algicida é Cu²⁺ que é mesmo íon gerado pelo sistema ionizador **ou** originado do sulfato cúprico penta-hidratado (CuSO₄.5H₂O)! O ÍON SULFATO (SO₄²⁻) não tem nenhuma ação algicida, SE ELE FOSSE ALGICIDA o Sulfato de Alumínio [Al₂(SO₄)₃] teria duas funções floculante e algicida!

Nos cálculos de estequiometria com CuSO₄.5H₂O, se a reação **for em meio anidro (fora do meio aquoso)** o valor referente as 5 moléculas de água de hidratação contribuem com a massa do mol (g/mol) do CuSO₄ e será levado em consideração nos cálculos

estequiométricos. Mas, a utilização do CuSO₄ dentro da água (no meio aquoso), no momento em que é adicionado na água, as moléculas de hidratação são desvinculadas do sal e todo o cálculo estequiométrico envolve somente a concentração dos íons, no caso de interesse o Cu²⁺. Por esse motivo os cálculos estequiométricos do sulfato de cobre no meio aquoso se apresenta apenas como CuSO₄.



1 g CuSO₄/m³ de água = 0,40 g de Cu²⁺/m³ de água
1 mg CuSO₄/L de água = 0,40 mg de Cu²⁺/L de água = 0,40 ppm Cu²⁺

Em resumo, da 1g de CuSO₄ adicionado em 1.000 L (1 m³) vai gerar a concentração de 0,40 g de Cu²⁺ nos 1.000 L (1 m³) de água.

Levando em consideração a Portaria nº 888/2021 (BRASIL, 2021), que indica o limite de **VMP** (Valor Máximo Permitido) de **2 mg Cu²⁺/L** de água ingerida podemos calcular a relação com a massa de CuSO₄ a ser adicionada.

$$1 \text{ mg CuSO}_4/\text{L} \text{ ----- } 0,40 \text{ mg Cu}^{2+}/\text{L}$$

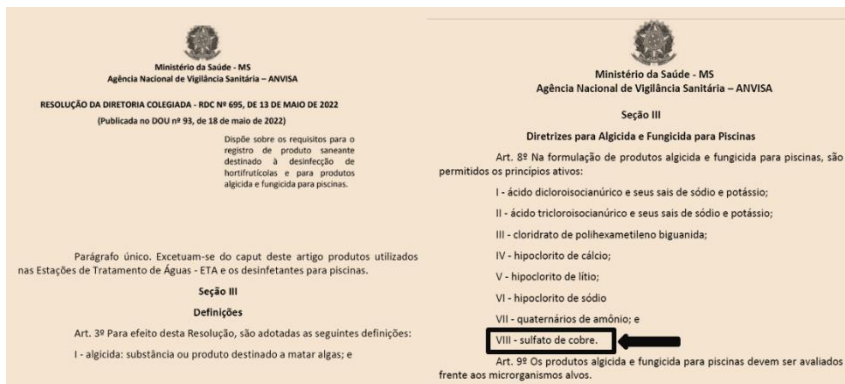
$$X \text{ mg CuSO}_4/\text{L} \text{ ----- } 2 \text{ mg Cu}^{2+}/\text{L}$$

$$X = (1 \times 2) / 0,40 = \boxed{5 \text{ mg CuSO}_4/\text{L de água}}$$

Logo, na utilização do CuSO₄ como algicida a massa máxima a ser adicionada para respeitar o **VMP de 2 mg Cu²⁺/L água**, preconizado pela Portaria nº 888/2021 (BRASIL, 2021), será de **5 mg CuSO₄/L de água** ou **5 g CuSO₄/m³ de água**.

5 mg CuSO₄/L de água = 5 g CuSO₄/m³ de água = 5g CuSO₄/1.000 L de água

É importante ressaltar que, a utilização do sulfato de cobre (CuSO₄) como algicida, para águas de piscinas, **é sustentada por legislação específica** desde 1999, pela PORTARIA SVS 152/1999 (BRASIL, 1999) e atualmente pela PORTARIA RDC/ANVISA 695/2022 (BRASIL, 2022).



Fonte: BRASIL, 2022.

2- As certificações Internacionais citadas/indicadas como validação para o sistema de ionização usando cobre e prata e sua relação com fake-news.

Na procura de referências sobre o assunto, inclusive no exterior, mostra a propaganda de algumas empresas que disponibilizam no mercado o equipamento com a tecnologia de ionização de cobre/prata (*Copper-silver Ionization Technology*) informações de que o equipamento é reconhecido por alguns órgãos de controle governamental e/ou colocam o logotipo desses órgãos em seu site, como forma de chamar atenção para o reconhecimento e a qualidade do processo de desinfecção.

Como a NASA (National Aeronautics and Space Administration) foi a responsável pela introdução do processo na manutenção da qualidade da água (POTÁVEL) no programa espacial dos EUA, **essa relação tem sido utilizada como marketing de venda**, as informações do projeto original são apresentadas em item específico a seguir, trazendo informações baseadas no “*Electrolytic Silver Ion Cell Sterilizes Water Supply*”, o projeto completo (design com todos os detalhes, resultados dos testes) que era vendido através do denominado Report NASA-CR- 67-2158 (NASA, 1967).

Na divulgação do sistema pelas empresas interessadas comercialmente, **em nenhum momento indicam que, a água utilizada pela NASA para viagens espaciais era uma água com características potáveis**, ou seja, já havia sido tratada e que o processo de ionização com íons prata era **uma complementação** do tratamento inicial e que os astronautas não entravam no reservatório de água para tomar banho! Uma situação **COMPLETAMENTE diferente da água de uma piscina** que no dia a dia recebe muita matéria orgânica dos corpos dos seus usuários, **como RESTOS DE FEZES, URINA, SUOR, MENSTRUACÃO, RESÍDUOS DE MUCOSAS, DE COSMÉTICOS/FÁRMACOS, RESTOS DE FEZES DE ANIMAIS, etc.....**

A pergunta deve ser sempre realizada: Alguém usava o reservatório de água potável dos astronautas para tomar banho ou nadar??

Apesar da incoerência **em comparar a utilização dos íons prata na água utilizada nas naves da NASA com a água de uma piscina** com todos os seus contaminantes, a divulgação de informações contraditórias a informação científica ainda é publicada **levando ao consumidor uma informação errada e contraditória sobre a eficiência dos íons prata e de cobre no meio aquoso sobre organismos.**

Veja a publicação de RUBIM (2023) com o título “*Limpar e tratar a água das piscinas é essencial para a saúde e o bem-estar dos banhistas*”, na Revista TAE (TAE, 2023), apresenta texto sobre ionizadores de Cu/Ag.

A seguir imagens de partes do texto sobre ionizadores de Cu/Ag, **o nome do responsável pelas informações foi omitido** e **a empresa que representa**, pois o interesse desse review é **a transferência conteúdo científico**, mas, se de interesse do autor posso citá-lo como referência bibliográfica do review.

Apesar que, o autor do texto da revista TAE (2023) poderia ser citado com base na **Lei nº 9.610/1998** (BRASIL, 1998) que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências:

→ O Art. 7º, no §3º ressalta que no **domínio das ciências**, a proteção recairá sobre a forma literária ou artística, **não abrangendo o seu conteúdo científico ou técnico**, sem prejuízo dos direitos que protegem os demais campos da propriedade imaterial. Logo, informações que envolvem **características químicas de substâncias**, por exemplo, como níveis indicados de propriedades físico-químicas, níveis de toxicidade, capacidade de desinfecção química, não estão sobre a égide de direitos autorais, pois são **conteúdo científico e/ou técnico** e são conhecimentos **de domínio e interesse público**, principalmente quando expõe a saúde pública.

→ Finalmente no Capítulo IV - Das Limitações aos Direitos Autorais no Art. 46º ressalta que **não constitui ofensa aos direitos autorais** no item III - a citação em livros, jornais, revistas **ou QUALQUER OUTRO MEIO DE COMUNICAÇÃO**, de passagens de qualquer obra, **PARA FINS DE ESTUDO, CRÍTICA OU POLÊMICA**, na medida justificada para o fim a atingir, **indicando-se o nome do autor e a origem da obra**.

Ressalta-se novamente, **se o responsável do texto que apresenta clara** contradições aos estudos científicos, que se encontram na publicação TAE (2023), basta comunicar ao autor desse Review, ou seja, que é interessado que seu nome apareça, que será citado como referência bibliográfica.

Ionização com timer

Outro tipo de tratamento é a ionização com íons prata e cobre. “Tratar a água da piscina com o ionizador é 100% seguro para a saúde das pessoas e não tem qualquer tipo de contraindicação, já que é isento de produtos químicos” – menciona [REDACTED]

Desenvolvido pela Nasa, segundo ele, o tratamento para água por ionização foi utilizado nas missões tripuladas ao espaço – Apollo – e, hoje, é usado no mundo todo.

Os ionizadores mantêm a água cristalina e saudável. “Os íons permanecem agindo contra os microrganismos na água mesmo no intervalo que o sistema de filtragem fica desligado. A ação residual permite que a filtração diária seja a mínima necessária” – [REDACTED]

Fonte: RUBIM, 2023.

<https://www.revistatae.com.br/Artigo/805/limpar-e-tratar-a-agua-das-piscinas-e-essencial-para-a-saude-e-o-bem-estar-dos-banhistas>

Dos tratamentos alternativos, a Ionização é a que menos consome energia. “[REDACTED] é um aparelho simples, mas automático e com muita tecnologia embarcada. Os íons de cobre e prata são lançados na água, na quantidade ideal, eliminando algas, vírus, bactérias e fungos” – [REDACTED]

O painel eletrônico aplica energia sobre eletrodos de cobre e prata que liberam automático os íons em quantias mínimas predeterminadas. Fitas de teste verificam semanalmente os níveis de íons cobre/prata e o pH. O ionizador liga e desliga a bomba pelo timer, não altera o pH nem a alcalinidade da água. Basta aspirar o fundo da piscina para remover folhas e poeira.

Fonte: RUBIM, 2023.

<https://www.revistatae.com.br/Artigo/805/limpar-e-tratar-a-agua-das-piscinas-e-essencial-para-a-saude-e-o-bem-estar-dos-banhistas>

Nota-se claramente nas imagens de partes do texto da revista, que o autor das informações citou várias não conformidades/incoerências sem citar nenhuma referência bibliográfica que sustente as suas posições:

- 1- Consta do texto “Tratar a água da piscina com o ionizador é 100% seguro para a saúde das pessoas e não tem qualquer tipo de contra indicação, **já que é isento de produtos químicos**”.

É uma **informação enganosa ao consumidor**, é uma **FAKE-QUÍMICA**, pois íons Cu^{2+} e Ag^{1+} , são íons químicos, gerados dentro do meio aquoso, semelhantes aos íons da adição de produtos químicos na água como CuSO_4 ou AgNO_3 . Outras substâncias químicas como **floculantes, alcalinizantes, desinfetantes deverão ser adicionados ao meio aquoso quando da utilização do sistema de ionizadores.**

→ Quanto ao uso de desinfetante, especificamente os derivados clorado, indica a referência CAMPOS, SOTO, CIOCCI (2021) **como VALORES TÍPICOS de 2 a 4 ppm de CRL**, para surpresa, **um dos autores é o mesmo responsável pelas informações da publicação na TAE (2023).** Esses questionamentos **mostram que o texto da referência TAE (2023), omitiu informações aos consumidores.**

→ Outro conflito do mesmo autor afirma na Revista TAE (2023) que: **“DESENVOLVIDO PELA NASA, segundo ele, o tratamento para água por ionização foi utilizado nas missões tripuladas ao espaço – Apollo...”**, MAS, na referência CAMPOS, SOTO, CIOCCI (2021) afirma: **“A tecnologia de Ionização Cobre & Prata usada em piscinas É DERIVADA DA TECNOLOGIA desenvolvida pela NASA para tratar com prata A ÁGUA POTÁVEL DOS ASTRONAUTAS durante o voo”**. Logo, confirma no texto que a utilização do sistema era **para tratar água potável e não água de uma piscina.**

→ Ainda com referência ao texto: **“Desenvolvido pela Nasa, segundo ele, o tratamento para água por ionização foi utilizado nas missões tripuladas ao espaço – Apollo – e, hoje, é usado no mundo todo”**. O autor **esquece de informar/afirmar que nenhum astronauta entrava no tanque da água tratada com ionizador de Ag, para nadar ou tomar banho!!**

A FAKE-QUÍMICA das afirmações se confirma, apenas com uma avaliação no **Quadro 4**, apresenta os resultados da eficiência apresentados no documento original, segundo a NASA (1967) frente a **E. coli para alcançar a eficiência/redução de 5 ciclos (correspondente a 99,999%), em teste realizado em ÁGUA DESTILADA, o pH deveria estar em 5,6 (pH água da piscina: 7,2-7,8) e o tempo de contato é no mínimo de 3 h (180 min = 10.800 segundos), muito superior ao indicado de 10 minutos (600 segundos).**

QUADRO 4 – Percentagem de morte com íons prata (Ag⁺) de microrganismos gram positivo e negativo em **ÁGUA DESTILADA** e para água destilada e aerada.

Microrganismo Gram Positivo	Tempo total do teste (h)	Percentagem de morte (água destilada) Ag (50 ppb) - pH		
		5	7	9
<i>Staphylococcus albus</i>	4	97,0%	>96%	99,99%
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	13,8 ²	-	-
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	3	99,96	99,92	99,91
Gram Negativo				
<i>Alcaligenes faecalis</i>	3,5	99,995	99,997	>99,9999
<i>Escherichia coli</i>	3	>99,999¹	-	-

Microrganismo Gram Positivo	Tempo total do teste (h)	Percentagem de morte (água aerada) Ag (50 ppb) - pH		
		5	6,5	9
<i>Staphylococcus albus</i>	3	64,3%	>99,9999	99,82
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	90,45%	>99,9999	99,99
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	3	-	>99,9999	-
Gram Negativo				
<i>Alcaligenes faecalis</i>	3	-	99,99	-
<i>Escherichia coli</i>	3	99,86%	99,99	-

1 - pH 5,6. ▲

Fonte: NASA, 1967.

2- A afirmação: “...**Os íons de cobre e prata** são lançados na água, na quantidade ideal, **eliminando algas, VÍRUS, BACTÉRIAS E FUNGOS**”. A afirmação da eliminação de vírus, fungos e bactérias, **CONTRARIA TODAS AS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CIENTÍFICAS DISPONÍVEIS**, desvinculadas do interesse comercial, de épocas diferentes, formas de publicação diferentes e de autores diferentes, ressaltando que os resultados dessas publicações foram confirmados por publicações da Organização Mundial da Saúde (OMS) WHO (2008, 2018, 2021) e EPA (2011).

A divulgação com **informações enganosas ao consumidor final da área de tratamento de águas de piscinas, NÃO É RECENTE**, é apresentada desde 1998, com as mesmas argumentações. A publicação a seguir, logicamente, sem ter a acesso as pesquisas realizadas nos 25 anos seguintes, já **indicava questionamentos da eficiência do processo de ionização** no tratamento de águas de piscinas. **Todos os questionamentos de 1998 foram confirmados posteriormente! Mas**, atualmente reproduzem os mesmos argumentos de venda.



Fonte: POOL-LIFE, 1998.

<http://www.pool-life.com.br/imagens/revistas/PDF%20Junto%2046.pdf>

PISCINA SEM QUÍMICA? 1ª. PARTE

**“PISCINA SEM QUÍMICA! NÃO USE PRODUTOS QUÍMICOS! MERGULHE NA ÁGUA PURA E SAUDÁVEL DE UM LAGO!
INSTALE UM APARELHO XYZ E DÊ OS PRODUTOS QUÍMICOS DE PRESENTE PARA UM INIMIGO.
XYZ GARANTE SEU MERGULHO SEM PELE RESSECADA, OLHOS IRRITADOS, CABELOS QUEBRADIÇOS, COCEIRAS E TRANSMISSÃO DE DOENÇAS INFECCIOSAS.
USE O SISTEMA DESENVOLVIDO PELA NASA AMERICANA!”**

*...E na maioria dos casos esse proprietário **não tem conhecimento técnico necessário para averiguar a procedência dos argumentos apresentados** e decidir o que é melhor para seu caso. Conclusão: **é uma presa fácil para qualquer produto “milagroso” que apareça.***

O íon de cobre em solução é exatamente o mesmo, seja ele proveniente de um ionizador, de um cano de cobre corroído ou de um sal de cobre adicionado manualmente, como o sulfato de cobre (POOL-LIFE, 1998).

As piscinas que recebem tratamento algicida com sulfato de cobre não estão dispensadas da cloração, pois o cobre como já vimos é um poderoso algicida, mas não é bactericida e nem oxidante (POOL-LIFE, 1998).

*...Entretanto, **um comunicado da NASA, de 1968, mostrou que a desinfecção de algumas bactérias comuns, usando de 50 a 100 ppb de íons de prata, requeria 8 horas de tempo de contato. Uma aplicação perfeita para quem não tem pressa, não pode levar cloro a bordo devido a sua periculosidade no transporte, e numa água que não vai sofrer recontaminação já que os astronautas não nadavam em sua água de beber (POOL-LIFE, 1998).***

*Testes realizados para avaliar a eficácia de ionizadores de cobre + prata com e sem baixos níveis de cloro **demonstraram que os íons de cobre e prata sozinhos não apresentaram redução apreciável no número de coliformes fecais presentes na água. Após 6 minutos de contato o número de bactérias foi reduzido em 25% (deixando 75% delas vivas).***

Conclusão:

*Em vista desses dados, cremos ser nossa obrigação repetir mais uma vez: **não há ainda um substituto para o cloro na desinfecção e oxidação de águas de piscinas.***

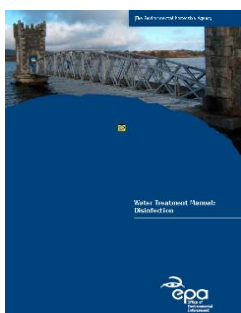
*Aqueles que fizerem questão de utilizar um ionizador **não devem abandonar a cloração diária e a supercloração frequente.** Os ionizadores **não devem ser encarados como produtos milagrosos e alternativas para o cloro, já que nem o cobre nem a prata são oxidantes. Ionizadores, na verdade, devem ser vistos como algicidas eletrônicos (POOL-LIFE, 1998).***

As PESQUISAS mostram claramente que os níveis dentro do limite do regulamento alemão de água potável [10 + 100 microgramas (Ag + Cu) /L] **não poderiam inativar protozoários in vitro** [ROH, WEBER, SELENKA, WILHELM (2000) apud MEYER, 2001].

A eficácia dos íons de cobre e prata, em combinação com baixos níveis de cloro livre (FC), foi avaliada para a desinfecção do **vírus da hepatite A (HAV), rotavírus humano (HRV), adenovírus humano e poliovírus (PV)** em água. Os vírus **HAV e HRV mostraram pouca inativação em todas as condições** [ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH (1994) apud MEYER, 2001].

Os dados indicam que o uso de **íons de cobre e prata em sistemas de água não fornecem uma alternativa confiável aos níveis de CRL (Cloro Residual Livre) para a desinfecção de patógenos virais**. Agregados de vírus foram observados na presença de íons de cobre e prata, embora não na presença de CRL sozinho [ABAD, PINTÓ, DIEZ, BOSCH (1994) apud MEYER, 2001].

As publicações atuais como a referência EPA (2011) informa que as diretrizes da OMS (WHO) em seu segundo adendo à terceira edição de suas diretrizes para a qualidade da água potável (WHO, 2008) observa que **"a prata às vezes é promovida como desinfetante, mas sua eficácia é incerta e requer longos períodos de contato"**. **Não é recomendado para o tratamento de água potável natural**. Isto, por não existir dados suficientes de aplicações de tratamento de água potável sobre os quais se possa basear a validação do processo, levanta ainda questões sobre a sua adequação ao uso do abastecimento de água [WHO (2018) apud WHO, 2021], sem nenhuma dúvida, a utilização de ionizadores de Cobre/Prata como tratamento unitário em águas de piscinas coloca em risco a saúde dos frequentadores da estrutura aquática.



Environmental Protection Agency
 The use and efficacy of different Disinfection technologies

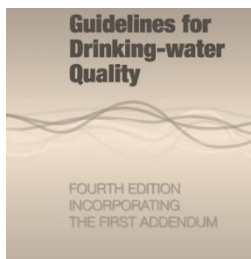
Revision of Water Treatment Manual: Disinfection

3.4.5 Copper silver ionisation

Fonte: EPA, 2011.

Currently there is inadequate scientific data available to verify the effectiveness of this technology as an effective disinfectant technology.

Atualmente não há dados científicos disponíveis para verificar a eficácia desta tecnologia como tecnologia desinfetante eficaz.



© World Health Organization 2017



ANNEX 3. CHEMICAL SUMMARY TABLES

Table A3.2 (continued)

Chemical	Reason for not establishing a guideline value
Silver	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Sodium	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a

Os dados disponíveis são inadequados para permitir a derivação de valor de referência.

Fonte: WHO, 2017.

Part III

Silver as a
drinking-water disinfectant

2018



6. Conclusions

In summary, the current evidence is sufficient to indicate that:

- Silver has not demonstrated significant capability to be considered a candidate for primary disinfection of drinking water.
 - There are insufficient data to document that it acts against a broad spectrum of pathogenic organisms. Performance efficacy has been adequately documented only for some bacteria and not for viruses and protozoan parasites. The impact of water chemistry is often neglected in efficacy studies, and further, long contact times are generally required.

Fonte: WHO, 2018.

A PRATA NÃO DEMONSTROU CAPACIDADE SIGNIFICATIVA PARA SER CONSIDERADA UMA CANDIDATA A DESINFECÇÃO PRIMÁRIA DE ÁGUA POTÁVEL. NÃO HÁ DADOS SUFICIENTES PARA DOCUMENTAR QUE ATUA CONTRA UM AMPLO ESPECTRO DE ORGANISMOS PATOGENICOS. A eficácia do desempenho foi adequadamente documentada APENAS para ALGUMAS BACTÉRIAS e não PARA VÍRUS E PARASITAS PROTOZOÁRIOS....



Pág.17/18

In most studies, it was not clear whether silver was bactericidal or merely bacteriostatic. The evidence is particularly limited for inactivation of protozoa and viruses, although some additional studies have been identified since the publication of the WHO (2018) report. These more recent studies show limited inactivation of protozoa and viruses at long contact times.

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

Na maioria dos estudos, não ficou claro se a prata era bactericida ou meramente bacteriostática. A evidência é particularmente limitada para a inativação de protozoários e vírus, embora alguns estudos adicionais tenham sido identificados desde a publicação do relatório da OMS (2018). Esses estudos mais recentes mostram inativação limitada de protozoários e vírus em longos tempos de contato.

Pág.17/18

silver dispersion added to water, and the other was a silver-treated ceramic filter. WHO does not support the use of silver as a drinking-water disinfectant. Its efficacy is uncertain, and any effect requires high concentrations and lengthy contact periods (WHO, 2018). The use of silver

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

A OMS NÃO APÓIA O USO DE PRATA COMO DESINFETANTE DE ÁGUA POTÁVEL. SUA EFICÁCIA É INCERTA E QUALQUER EFEITO REQUER ALTAS CONCENTRAÇÕES E LONGOS PERÍODOS DE CONTATO [WHO, (2018) apud WHO, 2021]...

2.1- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA)

Não encontrei nenhum documento da EPA que informe a certificação do sistema pela agência para tratamento de águas de piscinas.

O documento emitido pela agência em 2016 o “Draft - Technologies for Legionella Control: Scientific Literature Review EPA 815-D-15-001” (USEPA, 2016) não cita em qualquer de suas partes a certificação do sistema pela EPA e **se refere somente ao controle da Legionella**. Indicando novamente, esse organismo não é referência para processo de desinfecção química em águas de piscinas.

Ressalta ainda, que este documento preliminar não é um regulamento; não é legalmente exigível; e não confere legal direito ou impõe obrigações legais a qualquer parte, incluindo a EPA, estados ou comunidade. Embora a EPA tenha feito todos os esforços para garantir a precisão de qualquer referência a requisitos legais ou regulamentares, as obrigações das partes interessadas são determinadas por estatutos, regulamentos ou outros requisitos juridicamente vinculativos, e não este documento (USEPA, 2016).

A referência ANSI/APSP (2009) ressalta também que nem todos os sistemas de desinfetante são aprovados para todos os usos das piscinas e/ou spa pela USEPA. Indica que se consulte o rótulo, veja o símbolo da USEPA e os códigos e regulamentos aplicáveis.

2.2- American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) and American National Standards Institute (ANSI)

A ANSI/ASHRAE lança o documento **ANSI/ASHRAE Standard 188-2015 - Legionellosis: Risk Management for Building Water Systems** (ANSI/ASHRAE, 2015), nesse documento **não existe nenhuma informação, indicação ou validação/certificação** de qualquer sistema envolvendo o processo de ionização de cobre/prata.

2.3- World Health Organization (WHO)

Como citado inicialmente, a propaganda de algumas empresas que disponibilizam no mercado o equipamento com a tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology) indicam que o equipamento é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (WHO), mas, a consulta em diversas versões do “*Guidelines for Drinking-water Quality*” (WHO, 2004a, 2008, 2011) e no documento “*Legionella and the prevention of legionellosis*” (WHO, 2007) mostra que existe citação **do referido sistema** sem nenhum resultado de efetividade e não foi encontrado qualquer certificado que indique a validação/certificação o reconhecimento da tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology).

Outro documento é “*Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2: Swimming Pools and Similar Environments*” (WHO, 2006) específico para piscinas pequenas, **não possui nenhuma citação sobre a tecnologia de ionização de cobre/prata** (Copper-silver Ionization Technology) **com utilização individual ou desinfecção primária**, o uso indicado é concomitante com derivados bromados ou clorados.

A referência EPA (2011) informa que as diretrizes da OMS em seu segundo adendo à terceira edição de suas diretrizes para a qualidade da água potável (WHO, 2008), indica que **a prata às vezes é promovida como desinfetante, mas sua eficácia é incerta e requer**

longos períodos de contato”. Não é recomendado para o tratamento de água potável natural. Isto, **por existir dados insuficientes de aplicações de tratamento de água** sobre os quais se possa basear a validação do processo, levanta ainda questões sobre a sua adequação ao uso do abastecimento de água.

O documento da WHO (2021) afirma de modo claro sobre a prata:

- Que a **sua eficácia como desinfetante é duvidosa**;
- Uma revisão abrangente da literatura concluiu que, **em suas aplicações atuais, a prata não é um desinfetante eficaz para a água potável**;
- **Um número limitado de microrganismos diferentes foi avaliado**, com resultados mistos.
- **A prata geralmente só foi considerada eficaz contra bactérias (particularmente Escherichia coli)** e apenas com longos tempos de contato.

7.4 Efficacy as a disinfectant

Silver in drinking-water

Silver is used in some drinking-water treatment devices in both granular and powdered activated carbon filters, and in domestic ceramic water filters. Although silver is widely used to reduce microbial growth on filter media, its efficacy as a disinfectant is doubtful. Drawing a conclusion about efficacy is difficult, because researchers have used many different approaches and a variety of devices, as well as different doses and times. Types of silver include ionic silver and AgNPs, which were either pure or capped with some secondary material. A comprehensive review of the literature concluded that, in its current applications, silver is not an effective drinking-water disinfectant (WHO, 2018). One reason for this conclusion is that a limited number of different microorganisms has been evaluated, with mixed results. Silver has generally been only been found to be effective against bacteria (particularly *Escherichia coli*) and only with long contact times relative to standard primary disinfectants such as chlorine (WHO, 2018).

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

A prata é usada em alguns dispositivos de tratamento de água potável em forma granular e em pó, filtros de carvão ativado e em filtros de água de cerâmica doméstica. **Embora a prata seja amplamente utilizada para reduzir o crescimento microbiano em meios filtrantes, SUA EFICÁCIA COMO DESINFETANTE É DUVIDOSA**. Desenhar um conclusão sobre a eficácia é difícil, porque os pesquisadores usaram muitas abordagens diferentes e uma variedade de dispositivos, bem como diferentes doses e tempos. Os tipos de prata incluem prata iônica e AgNPs, que eram puras ou cobertas com algum material secundário. **Uma revisão abrangente da literatura concluiu que, em suas aplicações atuais, a prata não é um desinfetante eficaz para a água potável (OMS, 2018)**. Uma razão para esta conclusão é que **um número limitado de microrganismos diferentes foi avaliado, com resultados mistos. A prata geralmente só foi considerada eficaz contra bactérias (particularmente Escherichia coli) e apenas com longos tempos de contato em relação aos desinfetantes primários padrão, como cloro (OMS, 2018)**.

In most studies, it was not clear whether silver was bactericidal or merely bacteriostatic. The evidence is particularly limited for inactivation of protozoa and viruses, although some additional studies have been identified since the publication of the WHO (2018) report. These more recent studies show limited inactivation of protozoa and viruses at long contact times.

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

Na maioria dos estudos, não ficou claro se a prata era bactericida ou meramente bacteriostática. A evidência é particularmente limitada para a inativação de protozoários e vírus, embora alguns estudos adicionais tenham sido identificados desde a publicação do relatório da OMS (2018). Esses estudos mais recentes mostram inativação limitada de protozoários e vírus em longos tempos de contato.

silver dispersion added to water, and the other was a silver-treated ceramic filter. WHO does not support the use of silver as a drinking-water disinfectant. Its efficacy is uncertain, and any effect requires high concentrations and lengthy contact periods (WHO, 2018). The use of silver

Fonte: WHO (2018) apud WHO, 2021.

A OMS NÃO APÓIA O USO DE PRATA COMO DESINFETANTE DE ÁGUA POTÁVEL. SUA EFICÁCIA É INCERTA E QUALQUER EFEITO REQUER ALTAS CONCENTRAÇÕES E LONGOS PERÍODOS DE CONTATO [WHO, (2018) apud WHO, 2021]....

2.4- Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

O documento **Technical Manual - Legionnaires Disease - Section III: Chapter 7**, disponível no site da OSHA **não apresenta em nenhuma de suas partes qualquer certificado que indique a validação/certificação e/ou reconhecimento** da tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology) (OSHA, 2017).

A OSHA inclusive ressalta de modo claro que a menção de nomes comerciais, produtos comerciais ou organizações **não implica o endosso da OSHA** ou **do governo dos EUA** (OSHA, 2017).

2.5- Canadian Standards Association (CSA) / CSA Group

O documento “**CSA Z317.13-12 - Infection control during construction, renovation, and maintenance of health care facilities**” informa que, se os sistemas e as condições da instalação o justificarem, um sistema de ionização de cobre e prata pode ser instalado nas linhas de recirculação de água para dificultar **o crescimento de Legionella** ou outros agentes patogênicos transmitidos pela água. Informa ainda que esses sistemas de tratamento são especialmente valiosos **para instalações de estabelecimentos da área de saúde** com fatores de risco significativos. Não ressalta em nenhuma parte qualquer certificação (CSA, 2012).

2.6- National Sanitation Foundation (NSF) / American National Standard (ANSI)

A NSF foi fundada em 1944, tem como missão proteger e melhorar a saúde humana global. Fabricantes, reguladores e consumidores procuram a NSF para desenvolver normas e certificações de saúde pública que ajudem a proteger alimentos, água, produtos de consumo e o meio ambiente. Como uma organização independente e credenciada, testa, audita e certifica produtos e sistemas, além de fornecer educação e gerenciamento de riscos.

A norma NSF/ANSI 50 envolve desde bombas de piscina, filtros, unidades de frequência variável e drenos para piscinas até acessórios de sucção, grades e sistemas de ozônio e UV. Especifica os requisitos para os efeitos de materiais da saúde, resistência à corrosão, desempenho, eficácia da desinfecção, testes de durabilidade, design e

construção, marcação e instruções do usuário para muitos tipos de equipamentos utilizados em equipamentos e componentes de um parque aquático, piscina ou spa. O padrão envolve todas as formas de piscina e spa, público e privado, e todos os componentes, desde bombas e produtos químicos até acessórios de sucção e dispositivos de teste de água. O NSF/ANSI Standard 50 está em constante evolução, incorporando os mais recentes métodos e normas de teste de produtos e materiais. Estabelece critérios de efeitos sobre a saúde, segurança operacional e verificação de desempenho para muitos produtos recreativos de água, incluindo: controladores automáticos produtos químicos; geradores e alimentadores químicos, Filtros (DE - Diatomaceous Earth - terra diatomácea, areia, cartucho); medidores de vazão; alarmes de piscina; bombas e filtros, geradores de ozônio, acessórios de sucção e drenos principais; sistemas UV, válvulas, dispositivos de teste de qualidade da água (NSF, 2017).

No documento da NSF International (NSF INTERNATIONAL, 2012, 2019) são citados como sistemas **de tratamento secundário (suplementar)** os sistemas de tratamento com ozônio, sistemas de tratamento UV, sistemas de íons de cobre / prata. Em nenhum momento nesse documento cita “*swimming pool*”, ou seja, piscinas de natação.

Na procura de informações tem-se como referência a NSF International que certifica esse tipo de sistema. Na pesquisa **25/04/2022** encontram-se duas empresas com sistemas certificados (Cooper/Silver and Cooper Generators).

Como já apresentado, existem dois certificados, uma das empresas o sistema tem **eletrodos de cobre e prata** e o outro sistema tem **eletrodo somente de cobre**.

O sistema que possui eletrodos de Cu/Ag (Cobre/Prata) **NÃO DEMONSTRA EFICIÊNCIA** na desinfecção química do *Enterococcus faecium* e o sistema que possui somente eletrodo de Cu **NÃO DEMONSTRA EFICIÊNCIA** no processo de desinfecção química, para a *Pseudomonas aeruginosa* e nem para o *Enterococcus faecium*. Ambos os sistema contrariam frontalmente a Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007), revogada pela Resolução RDC da ANVISA nº 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023) em seu ANEXO II - Microrganismos para avaliação de atividade microbiana, indica como referência a eficiência sobre os microrganismos *Enterococcus faecium* e *Escherichia coli*.

A NSF/ANSI/CAN (2019) indica que qualquer sistema ou equipamento de suplementar desinfecção deve comprovar que **é eficiente com 3 reduções de ciclos log da concentração inicial de contaminação da água com relação aos organismos de referência.**

© 2019 NSF

NSF/ANSI/CAN 50 – 2019

— maximum daily operation time (if not designed for continuous operation).

18.8 Disinfection efficacy

Process equipment designed for supplemental disinfection shall demonstrate a 3 log reduction of influent bacteria when tested according to Annex N-8.

Fonte: NSF, 2019.

O equipamento de processo projetado para desinfecção suplementar deve demonstrar uma redução de 3 log de afluente bactérias quando testado de acordo com o Anexo N-8.

Os organismos de referência são *Enterococcus faecium* (estirpe PRD American Type Culture Collection [ATCC] #6569, anteriormente *Streptococcus faecalis*, e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC #27313)29 (NSF, 2019). Outros organismos de desafio podem ser usados para abordar o fabricante com reivindicações.

Com referência as indicações da NSF/ANSI/CAN (2019) e da Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007), revogada pela Resolução RDC da ANVISA nº 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023), **o sistema ionizador de Cu/Ag não satisfaz a exigência de um processo de desinfecção suplementar.**

2.7. HEALTH PROTECTION NSW / NSW Government

O documento “Public Swimming Pool and Spa Pool Advisory Document” publicado por NSW Government, da Austrália, (NSW, 2013) não considera dentre os sistemas o de desinfecção a ionização de Cu/Ag como um sistema de **desinfecção individual**, não é reconhecido como sistema desinfetante, são considerados adjuntos aos métodos de tratamento da cloração ou bromação.

No capítulo 4 – Desinfecção se considera propriedades desinfetantes em geral e especificamente os desinfetantes de halogênios como cloro e bromo. Os sistemas de desinfecção que não se baseiam principalmente em cloro ou bromo não são aceitos em NSW (NSW, 2013).

Transcrevo as seguir “*ipsis litteris*” a página 19 (NSW, 2013):

This chapter considers disinfectant properties in general, and specifically the halogen disinfectants of chlorine and bromine. Disinfection systems which are not primarily based on chlorine or bromine are not accepted in NSW. (grifo nosso)

Para confirmar a posição do NSW Government, informa em item específico que nenhum outro sistema desinfetante, além de cloro ou bromo, pode ser utilizado **individualmente** como processo de desinfecção (veja a Tabela 4.4, transcrita *ipsis litteris*, página 26), ressalta ainda, que dentre os **sistemas não aceitos por NSW**, está o processo de ionização de cobre/prata **sem o uso concomitante de derivados clorados e/ou bromados**, transcrevo parte também “*ipsis litteris*” da página 30 item 5.2.4:

4.5 Other disinfection systems

Table 4.4: Satisfactory and unsatisfactory disinfectant systems for public swimming pools and spa pools

Satisfactory disinfectant	Unsatisfactory disinfectant
Chlorine	Ultra violet light without chlorine or bromine
Isocyanurated chlorine in outdoor pools – temporary use	Ozone without chlorine or bromine
Bromine (indoor use)	Silver/copper without chlorine or bromine
Chlorine/bromine systems	Hydrogen peroxide
Ozone with chlorine	Magnetism
Ozone with bromine	Iodine
Ultra violet light with chlorine	Products containing polyhexanide *

* Polyhexanide is used to disinfect **some domestic swimming pools**. Chlorine should not be mixed with Polyhexanide as a red precipitate may form

. Fonte: NSW, 2013.

5.2.4 Alternate disinfection systems

*No other disinfectant system, apart from chlorine or bromine based systems may be used on their own. Stand alone **UV light/hydrogen peroxide systems** and **copper/silver ionic systems ARE NOT ACCEPTABLE IN NSW.** (grifo nosso)*

3- As não conformidades de afirmações disponíveis no mercado quando comparadas com o projeto original da NASA (National Aeronautics and Space Administration)

Na divulgação do sistema pelas empresas com interesses comerciais, em nenhum momento indicam que, **a água utilizada pela NASA para viagens espaciais era uma água com características potáveis**, ou seja, já havia sido tratada e que o processo de ionização com íons prata era **uma complementação** do tratamento inicial e que os astronautas não entravam no reservatório de água para tomar banho!

Uma situação **COMPLETAMENTE diferente da água de uma piscina** que no dia a dia recebe muita matéria orgânica dos corpos dos seus usuários, **como RESTOS DE FEZES, URINA, SUOR, MENSTRUÇÃO, RESÍDUOS DE MUCOSAS, DE COSMÉTICOS/FÁRMACOS, RESTOS DE FEZES DE ANIMAIS, etc.....**

Novamente é preciso ressaltar, que o processo de tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology), em função da prata tem ação bacteriostática, logo, requer um tempo de contato com os microrganismos muito maior que qualquer outra forma de desinfecção para conseguir os mesmos resultados.

A referência POOLPAK (2011) informa que os íons **cobre/prata NÃO SÃO UM MEIO DE DESINFECÇÃO PRIMÁRIA PARA PISCINAS**. Para o sistema com apenas íons, o tempo de contato típico para vários patógenos está na ordem das horas, enquanto níveis similares de cloro residual podem desinfetar na ordem de segundos a minutos. Por este motivo, um mínimo de cloro residual livre é necessário, variando de a 0,5-1 ppm de forma concomitante com o sistema. Indica ainda que ao contrário dos derivados clorados ou ozônio, **o cobre e prata não são oxidantes e não reagem com substâncias orgânicas da pele, suor ou outros fluidos**. Isso é positivo na medida em que o nível residual de íons de cobre e prata permanece relativamente estável. No entanto, para evitar o acúmulo de orgânicos, o residual de cloro é necessário para oxidar a matéria orgânica (POOLPAK, 2011).

A referência CDC (2014) confirma que a tecnologia de ionização de cobre/prata é um tratamento secundário (suplementar) no item “4.7.3.4 Supplemental Treatment Systems” e no “subitem 4.7.3.4.4 Copper/Silver Ion System” e também homologa a informação das referências YAHYA, LANDEEN, MESSINA, et al. (1990) e BEER, GUILMARTIN, MCLOUGHLIN, WHITE (1999) que os dados científicos disponíveis **sobre a eficácia desses sistemas são predominantemente para inativação de bactérias e normalmente inclui o uso de cloro residual livre**. Existe uma **literatura científica muito limitada** que documenta a eficácia desses sistemas em vírus e parasitas. Em função da importância e a frequência das doenças de água recreativas associadas a esses outros organismos (vírus e parasitas) é essencial que a capacidade de desinfecção dos produtos químicos/sistemas também seja eficaz contra esses microrganismos.

A SAC/HPSC (2014) afirma que o uso isolado do processo ionização de Cu-Ag em concentrações apropriadas **NÃO É EFICAZ CONTRA PROTOZOÁRIOS OU VÍRUS** e pode não ser eficaz contra micobactérias.

Cabe ressaltar outra informação importante, que uma das pesquisas encontrada para a desinfecção de piscinas como alternativa para uso de altos níveis de cloro foi publicada por YAHYA, LANDEEN, KUTZ, GERBA (1989) e **NÃO** existem publicações científicas e atuais do uso do equipamento (processo) em águas de piscinas. As pesquisas disponíveis, envolvem sistemas de águas hospitalares, que já tinham sofrido algum tratamento e para redução dos níveis de contaminação de *Legionella pneumophila*. Existem também

pesquisas, já citadas anteriormente, como ROHR, SENGER, ELENKA, et al. (1999), BLANC, CARRARA, ZANETTI, FRANCIOLI, (2005), CDC (2013) cujos resultados comprovam que o processo de ionização prata-cobre foi INSUFICIENTE, não conseguindo a erradicação da *Legionella*.

Outras pesquisas citadas SAC/HPSC (2014) como MIETZNER, HANGARD, STOUT (2005) relataram susceptibilidade reduzida de *Legionella pneumophila* aos efeitos antimicrobianos dos íons cobre-prata; como LIN, STOUT, YU (2011) afirmou que seus dados indicam que cepas resistentes podem causar doença do legionário adquirida no hospital; como STOUT (2012) relata taxas de morte de *Legionella* muito lentas em hospitais usando ionização de Cu-Ag continuamente por períodos prolongados.

3.1- A interferência do pH na sua ação bactericida

Afirma-se nas propagandas comerciais, até em um livro, que **o pH tem pouca influência na ação desinfetante do sistema de ionização de cobre/prata**, afirmação essa que é contrária aos resultados da pesquisa da NASA (1967).

Para a NASA (1967) no “**Development of an electrolytic silver-ion generator for water sterilization in apollo spacecraft water systems - Final Report. 67-2158**” dois fatores são os principais no processo de desinfecção com o sistema de ionização, um dos fatores é o pH e outro fator é a aeração (oxigenação) da água.

O Quadro 2 apresenta a percentagem de morte, com íons prata (Ag^+), de microrganismos gram positivos e negativos em água destilada e para água destilada e aerada.

A água da piscina em função da recirculação pode ser considerada aerada.

Os resultados apresentados mostram que uma mudança de pH de 7 para 6,5 em conjunto com o processo de aeração da água a percentagem de morte bacteriana aumenta sensivelmente. Como o pH da água de uma piscina deve-se manter entre 7,2-7,6 os resultados apresentados serão alterados. Outra conclusão inequívoca se refere que o aumento do pH diminui a capacidade de desinfecção do sistema.

Como a NASA apresentou os resultados em porcentagem de morte bacteriana, vamos novamente explicar a correlação dessa forma de expressão com redução de ciclos log.

Por exemplo, existiam 10^6 microrganismos no inóculo, após o contato com o processo de desinfecção sobraram 10^2 microrganismos, alcançamos uma redução de 4 ciclos logs (correspondente a 99,99%), nesse caso foram eliminados 10.000 microrganismos. Se sobrassem 10^1 microrganismos alcançamos uma redução de 5 ciclos (correspondente a 99,999%), seriam eliminados 100.000 microrganismos.

Verificar a eficácia de um processo e/ou produto químico utilizado para sanitização e/ou desinfecção baseia-se na sua capacidade para reduzir o nível de contaminação em ciclos log.

O padrão indicado para uma sanitização/desinfecção ser considerada eficiente é a redução da contaminação microbiológica sendo aceito como resultado 99,999% (5 ciclos log de redução) de inativação dos microrganismos alcançado em 30 segundos (AOAC, 2005, 2012). A desinfecção deve **destruir ou irreversivelmente inativar todos os organismos especificados dentro de um determinado tempo, normalmente em 10 minutos (600 segundos)**.

O Quadro 4, apresenta os resultados da eficiência segundo a NASA (1967) para a *E. coli* alcançar a eficiência/redução de 5 ciclos (correspondente a 99,999%), em água destilada, o pH deveria estar em 5,6 (pH água da piscina: 7,2-7,8) e o tempo gasto é de 3 h (180 min = 10.800 segundos), muito superior ao indicado de 10 minutos (600 segundos).

QUADRO 4 – Percentagem de morte com íons prata (Ag⁺) de microrganismos gram positivo e negativo em **ÁGUA DESTILADA** e para água destilada e aerada.

Microorganismo	Tempo total do teste (h)	Percentagem de morte (água destilada)		
		Ag (50 ppb) - pH		
Gram Positivo		5	7	9
<i>Staphylococcus albus</i>	4	97,0%	>96%	99,99%
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	13,8 ²	-	-
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	3	99,96	99,92	99,91
Gram Negativo				
<i>Alcaligenes faecalis</i>	3,5	99,995	99,997	>99,9999
<i>Escherichia coli</i>	3	>99,999¹	-	-

Microorganismo	Tempo total do teste (h)	Percentagem de morte (água aerada)		
		Ag (50 ppb) - pH		
Gram Positivo		5	6,5	9
<i>Staphylococcus albus</i>	3	64,3%	>99,9999	99,82
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	90,45%	>99,9999	99,99
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	3	-	>99,9999	-
Gram Negativo				
<i>Alcaligenes faecalis</i>	3	-	99,99	-
<i>Escherichia coli</i>	3	99,86%	99,99	-

1 - pH 5,6.

Fonte: NASA, 1967.

Outra pesquisa confirma o impacto do pH na natureza iônica (e, portanto, na ação microbicida) do cobre em solução, a um pH de 7, a exposição a 0,4 mg/L de cobre resultou em uma redução de 4-log (99,99 por cento) de *Legionella* cultivável em uma hora em estudo controlado em laboratório (LIN, VIDIC, STOUT, YU, 2002), no entanto, a um pH de 9, não houve diminuição apreciável na *Legionella* cultivável durante o mesmo período de tempo com a mesma exposição ao cobre. A níveis de pH>6,0, o cobre forma complexos insolúveis com vários compostos. Enquanto na gama de pH típica das águas potáveis (pH 6-9), os íons de prata não são diminuídos (LIN, VIDIC, STOUT, YU, 2002; USEPA, 2016).

A pesquisa de PARR (2016) com *Escherichia coli*, com relação ao cobre, mostrou que a pH 5 e 6 a remoção em ciclos log aumentou linearmente com o tempo de contato e variou entre 2 e 2,8 (99 a 99,8% de inativação) em 2 h., no entanto, quando o pH inicial era de 7, a inativação foi reduzida para 0,4 (60% de inativação) para as 2 h. Esses resultados mostram que a desinfecção eletroquímica de cobre é muito sensível às condições de pH.

A referência SAC/HPSC (2014) ressalta que a eficiência da ionização cobre-prata é reduzida a um pH>7,6-8,0. Portanto, o pH da água deve ser regularmente monitorado. Essa informação confirma a conclusão da NASA (1967), **indica pH de 5,6 para maior eficiência.**

É importante ressaltar que a Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007), revogada pela Resolução RDC da ANVISA nº 693/2022 (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023) no ANEXO II indica os microrganismos de referência para avaliação de atividade de sanitizantes em águas de piscinas, que, são *Enterococcus faecium* e *Escherichia coli*. Logo, a maioria dos resultados apresentados pelo sistema se referem aos

organismos de interesse da NASA à época e **não se vinculam aos organismos de referência vinculados ao tratamento de águas de piscinas.**

4- A indicação de NÃO UTILIZAÇÃO DE DERIVADOS CLORADOS concomitante com o sistema ionização cobre/prata

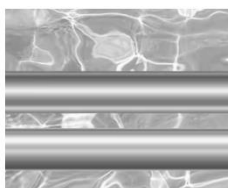
Uma informação muito divulgada como forma de marketing como sendo a grande vantagem indicada para o sistema de ionização cobre/prata, **verdadeiros FAKE-NEWS**, são afirmações como: **i) “a ausência total de cloro”; ii) ou “praticamente elimina o uso de cloro”; iii) ou “elimina quase totalmente o residual de cloro na água”; iv) ou “diga adeus ao cloro com uma piscina livre de produtos químicos”.**

SERVICE | SANITIZING EQUIPMENT

Copper-Silver Mineral Sanitizers

PHTA Recreational Water Quality Committee
Nov 18, 2021

Fonte: AQUAMAGAZINE, 2021.



WHAT IT DOES NOT DO

By itself, a mineral sanitizer system does not fully sanitize a pool or spa. Mineral sanitizers must be used in conjunction with a compatible EPA- registered primary sanitizer (chlorine or bromine). (4) Mineral sanitizers are supplemental to the use of an EPA- registered primary sanitizer.

O QUE NÃO FAZ

Por si só, um sistema desinfetante mineral **não higieniza totalmente uma piscina ou spa.** Os desinfetantes minerais **devem ser usados em conjunto com um desinfetante primário compatível registrado pela EPA (cloro ou bromo).** (4) **Os desinfetantes minerais são complementares ao uso de um desinfetante primário registrado pela EPA.** (grifo nosso).

<https://www.aquamagazine.com/service/sanitizing-equipment/article/15280232/coppersilver-mineral-sanitizers>

A pesquisa de YAHYA, LANDEEN, MESSINA, et al. (1990) concluiu **que o processo de eletrolítico com a geração de íons de cobre e prata não deve ser usado como único sistema desinfetante em piscinas.** Melhores resultados foram geralmente obtidos, em teste de laboratório, quando baixos níveis de cloro livre foram simultaneamente adicionados com processo eletrolítico cobre/prata (YAHYA, LANDEEN, MESSINA, et al., 1990).

Logo, não se consegue um processo de desinfecção da água de piscinas, no que tange a segurança microbiológica, utilizando **somente (unicamente)** o sistema ionização cobre/prata, sempre deverá existir um residual de cloro. Algumas empresas indicam um residual de 0,5 mg CRL/L, que, atualmente é considerado insuficiente para garantir a saúde dos frequentadores da estrutura aquática.

As pesquisas de YAYHA, LANDEEN, KUTZ, GERBA (1989) e YAYHA, LANDEEN, MESINA, et al. (1990) mostram que residuais de 0,2 – 0,3 mg CRL/L tem excelentes resultados **em laboratório** na redução em ciclos log da contaminação microbiológica quando combinados com o processo de eletrolítico de geração de íons de cobre e prata, ressalta-se que, é necessário uma leitura do item **“1.3- Cronologia de publicações**

envolvendo o sistema ionização de Cu/Ag”, pois esses autores tinham interesse na venda do equipamento.

Na opinião do autor o nível de cloro residual livre (CRL) a ser mantido em conjunto com o sistema ionização cobre/prata deve ser de **no mínimo 2 mg CRL/L**, em função do uso da piscina, se a piscina for em área aberta e sem aquecimento, pois qualquer introdução de matéria orgânica, como excreções, peles mortas, suor, urina, etc..., levaria ao consumo do CRL e nesse caso se coloca em risco segurança da saúde dos usuários. A opção pela adição de 2,0 mg CRL/L é função de que segundo a pesquisa um efeito sinérgico (HAMBIDGE, 2001) com inativação superior em relação ao cloro ou prata-cobre isoladamente.

Para piscinas fechadas e aquecidas o autor indica um residual mínimo de 2 mg CRL/L, tendo como base a pesquisa IBARLUZEA, MORENO, ZIGORRAGA, et al. (1998) apud CDC (2016a, 2018, 2023), na qual foram coletados dados de sete piscinas em ambientes fechados e aquecidas, **que concluiu ser necessário 2,6 ppm (mg CRL/L) para garantir, com uma probabilidade de 90%, a aceitabilidade das águas do ponto de vista microbiológico.** O aumento do teor de CRL é função de que as piscinas aquecidas aumentam a probabilidade do crescimento microbiano e da perda do CRL.

As publicações do CDC (2016a, 2018, 2023) (Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development), **indicam que níveis de CRL superiores a 2,0 mg HClO/L são necessários para garantia da balneabilidade das águas de piscinas.**

2016 MAHC	5.0 Facility Operation & Maintenance	ANNEX
222		
<p>However, another paper suggests that FREE CHLORINE levels significantly higher than 1.0 ppm (mg/L) may be required. Based on data collected from seven chlorinated POOLS, Ibarluzea et al. predicted that 2.6 ppm (mg/L) is needed “in order to guarantee, with a probability of 90%, the acceptability of bathing water at indoor chlorinated swimming pools.”³³⁹</p>		

Fonte: IBARLUZEA, MORENO, ZIGORRAGA, et al. (1998) apud CDC, 2016a, 2018, 2023.
<https://www.cdc.gov/mahc/pdf/2016-mahc-annex-final.pdf>

No entanto, outro artigo sugere que níveis de CLORO LIVRE SIGNIFICATIVAMENTE SUPERIORES A 1,0 ppm (mg/L) PODEM SER NECESSÁRIOS. Com base em dados coletados de SETE PISCINAS CLORADAS, Ibarluzea et al. previu que SÃO NECESSÁRIOS 2,6 ppm (mg/L) “PARA GARANTIR, COM UMA PROBABILIDADE DE 90%, A ACEITABILIDADE DA ÁGUA DE BANHO NAS PISCINAS INTERIORES CLORADAS.

2018 MAHC ANNEX	5.0 Facility Operation & Maintenance	137
<p>quality.⁴²⁶ However, another paper suggests that FREE CHLORINE levels significantly higher than 1.0 ppm (mg/L) may be required. Based on data collected from seven chlorinated POOLS, Ibarluzea et al. predicted that 2.6 ppm (mg/L) is needed “in order to guarantee, with a probability of 90%, the acceptability of bathing water at indoor chlorinated swimming pools.”⁴²⁷ A minimum FAC level (3.0 ppm (mg/L)) for SPAS addresses the relatively higher THEORETICAL PEAK OCCUPANCY, higher temperatures, and/or at-risk populations served by these venues. The THEORETICAL PEAK OCCUPANCY and temperatures of these venues favor microbial growth and can lead to rapid depletion of CHLORINE. This minimum requirement is consistent with CDC recommendations to minimize transmission of <i>Legionella</i> via whirlpool SPAS on cruise ships, published in 1997, which recommends maintaining free residual CHLORINE levels in SPA water at 3 to 10 ppm (mg/L). It is further supported by a study reviewing</p>		

Fonte: IBARLUZEA, MORENO, ZIGORRAGA, et al. (1998) apud CDC, 2016a, 2018, 2023.
<https://www.cdc.gov/mahc/pdf/2018-MAHC-Annex-Clean-508.pdf>

No entanto, outro artigo sugere que níveis de CLORO LIVRE SIGNIFICATIVAMENTE SUPERIORES A 1,0 ppm (mg/L) PODEM SER NECESSÁRIOS. Com base em dados coletados de SETE PISCINAS CLORADAS, Ibarluzea et al. PREVIOU QUE 2,6 ppm (mg/L) SÃO NECESSÁRIOS “PARA GARANTIR, COM UMA PROBABILIDADE DE 90%, A ACEITABILIDADE DA ÁGUA DE BANHO EM PISCINAS CLORADAS INTERNAS”. para SPAS aborda a OCUPAÇÃO DE PICO TEÓRICO relativamente mais alta, temperaturas mais altas e/ou populações em risco atendidas por esses locais. A OCUPAÇÃO DO PICO TEÓRICO e AS TEMPERATURAS DESSES LOCAIS FAVORECEM O CRESCIMENTO MICROBIANO E PODEM LEVAR AO RÁPIDO ESGOTAMENTO DO CLORO. Este requisito mínimo é consistente com as recomendações do CDC para minimizar a transmissão de Legionella via SPAS de hidromassagem em navios de cruzeiro, publicadas em 1997, QUE RECOMENDA MANTER OS NÍVEIS DE CLORO RESIDUAL LIVRE NA ÁGUA DO SPA EM 3 A 10 ppm (mg/L).

quality²³². However, another paper suggests that free CHLORINE concentrations significantly higher than 1.0 ppm (mg/L) might be required. Based on data collected from seven chlorinated POOLS, Ibarluzea et al. predicted that 2.6 ppm (mg/L) is needed “to guarantee, with a probability of 90%, the acceptability of bathing water at indoor chlorinated swimming POOLS.”²³³ A minimum DPD-FC concentration (3.0 ppm [mg/L]) for SPAS addresses the relatively higher THEORETICAL PEAK OCCUPANCY, higher temperatures, or at-risk populations served by these venues. The THEORETICAL PEAK OCCUPANCY and temperatures of these venues

2023 MAHC ANNEX

5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance

151

favor microbial growth and can lead to rapid depletion of CHLORINE. This minimum requirement is consistent with CDC recommendations to minimize transmission of Legionella via whirlpool SPAS on cruise ships, published in 1997, which recommends maintaining free residual CHLORINE concentrations in SPA water at 3–10 ppm (mg/L). It is further supported by a study reviewing both bromine and CHLORINE, which states,

Fonte: IBARLUZEA, MORENO, ZIGORRAGA, et al. (1998) apud CDC, 2016a, 2018, 2023.
<https://www.cdc.gov/mahc/pdf/2018-MAHC-Annex-Clean-508.pdf>

No entanto, outro artigo sugere que concentrações de CLORO LIVRE SIGNIFICATIVAMENTE MAIORES QUE 1,0 ppm (mg/L) PODEM SER NECESSÁRIAS. Com base em dados coletados de SETE PISCINAS CLORADAS, Ibarluzea et al. PREVIOU QUE 2,6 ppm (mg/L) SÃO NECESSÁRIOS “PARA GARANTIR, COM UMA PROBABILIDADE DE 90%, A ACEITABILIDADE DA ÁGUA DE BANHO EM PISCINAS INTERIORES CLORADAS.”(233) Uma concentração mínima de DPD-FC (3,0 ppm [mg/L]) para SPAS aborda a OCUPAÇÃO DE PICO TEÓRICO relativamente mais alta, temperaturas mais altas ou populações em risco atendidas por esses locais. A OCUPAÇÃO DO PICO TEÓRICO E AS TEMPERATURAS DESSES LOCAIS FAVORECEM O CRESCIMENTO MICROBIANO E PODEM LEVAR AO RÁPIDO ESGOTAMENTO DO CLORO. Este requisito mínimo é consistente com as recomendações do CDC para minimizar a transmissão de Legionella via hidromassagem SPAS em navios de cruzeiro, publicadas em 1997, que recomenda manter as concentrações de CLORO residual livre na água do SPA em 3–10 ppm (mg/L).

Pergunta-se:

Como se oferece ao público um processo de tratamento de água de piscinas que NÃO É comprovadamente atuante contra vírus e protozoários e não indica a utilização de níveis CRL efetivos?

Qual portaria, resolução, instrução técnica da ANVISA e/ou MINISTÉRIO DA SAÚDE que regulamenta o uso de ionizadores de Cu/Ag no tratamento de águas de piscinas?

As publicações do CDC (2016a, 2018, 2023) indicam níveis de CRL de 2 a 4 mg HClO/L para segurança dos banhistas.

2016 MAHC	5.0 Facility Operation & Maintenance	ANNEX
	223	
were rapidly reestablished in SPAS (<i>greater than 103 cells per mL</i>) when disinfectant concentrations decreased below recommended levels [<i>CHLORINE, 3.0 ppm (mg/L), bromine 6.0 ppm (mg/L)</i>]. ³⁴⁰		
<u>In general, a range of 2-4 ppm (mg/L) FAC for POOLS (3-5 ppm (mg/L) for spas) is recommended to help ensure the minimum FAC is maintained and to provide a margin of SAFETY for BATHERS.</u>		

Fonte: CDC, 2016a.

2018 MAHC ANNEX	5.0 Facility Operation & Maintenance	138
<i>ppm (mg/L), bromine 6.0 ppm (mg/L)</i> . ⁴²⁸ <u>In general, a range of 2-4 ppm (mg/L) FAC for POOLS (3-5 ppm (mg/L) for SPAS) is recommended to help ensure the minimum FAC is maintained and to provide a margin of SAFETY for BATHERS.</u>		

Fonte: CDC, 2018.

2023 MAHC ANNEX	5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance	151
<i>bromine 6.0 ppm [mg/L]</i> . ⁽¹⁸⁷⁾ <u>In general, a range of 2–4 ppm (mg/L) DPD-FC for POOLS (3–5 ppm (mg/L) for SPAS) is recommended to help ensure the minimum DPD-FC concentration is maintained and to provide a margin of SAFETY for BATHERS.</u>		

Fonte: CDC, 2023.

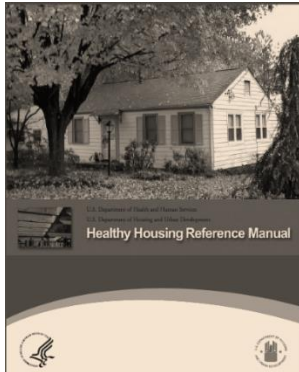
Em geral, UMA FAIXA DE 2–4 ppm (mg/L) DPD-FC PARA PISCINAS (3–5 ppm (mg/L) PARA SPAS) É RECOMENDADA PARA AJUDAR A GARANTIR QUE A CONCENTRAÇÃO MÍNIMA DE DPD-FC SEJA MANTIDA E PARA FORNECER UMA MARGEM DE SEGURANÇA PARA BANHISTAS.

Como já citado, a pesquisa de PIANETTI, SABATINI, CITTERIO, et al. (2008), envolve a inativação de *Legionella pneumophila* em água potável e água destilada após um tempo de contato de 24 horas, resalta que, a combinação de cobre e prata com 2 mg/L de cloro residual livre foi mais eficaz do que uso de forma individual de 2 mg/L de CRL, um efeito sinérgico pode, portanto, ser considerado. A conclusão da pesquisa confirma a eficácia da hipercloração de choque na inativação de *Legionella pneumophila*. No entanto, a combinação de cloro residual livre com íons de metal (cobre e prata) pode representar uma opção válida para reduzir a concentração de desinfetantes para níveis mais seguros para a saúde humana e evitar danos aos sistemas de distribuição de água, especialmente em instalações como hotéis e hospitais.

Outro aspecto importantíssimo é que essa pesquisa foi realizada em água potável e água destilada, que já sofreram tratamentos prévios de redução da contaminação microbiana, que é uma condição totalmente diferente de uma água de piscina.

Como apresentado em item anterior, o documento “Public Swimming Pool and Spa Pool Advisory Document” publicado por NSW Government, da Austrália, (NSW, 2013) não considera dentre os sistemas o de desinfecção a ionização de Cu/Ag como um sistema de **desinfecção individual**, não é reconhecido como sistema desinfetante, são considerados adjuntos aos métodos de tratamento da cloração ou bromação.

Para o CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services os valores de residual de cloro (CRL), desde 2006, para segurança dos banhistas, **EM PISCINAS RESIDENCIAIS**, foi definido no documento “*Healthy housing reference manual*” (*Manual de referência de habitação saudável*) (CDC, 2006). Logo, para o CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services **NÃO EXISTE DIFERENÇA PARA PISCINAS RESIDENCIAIS OU PÚBLICAS.**



Fonte: CDC, 2006.

https://www.cdc.gov/nceh/publications/books/healthy_housing/housing_ref_manual_2012.pdf

Swimming Pools

Chapter 14: Residential Swimming Pools and Spas Healthy Housing Reference Manual

	Minimum	Ideal	Maximum	Comments
Water Clarity				
Crystal-clear water at all times is the goal	Main drain visible	Crystal clear, object the size of a dime easily seen from pool deck at main drain, water sparkles	None	Lack of clarity is often due to malfunctioning or undersized filters. Other problems may be improperly sized pump, air collecting in the filter shell, or operator not running filter 24 hours per day.
Disinfectant Levels				
Free chlorine				Continuous levels at 1 to 1.5 ppm minimum. Super-chlorinate indicators: high chlorine level, eye irritation, or algae growth. Super-chlorinate indicators: High chlorine levels, eye irritation or algae growth. Continuous levels.
Standard pool	4	4	4	
Wading or shallow pool for children	3	3	3	
Combined chlorine	None	None	0.5	

Fonte: CDC, 2006.

Spas and Hot Tubs

	Minimum (ppm)	Ideal (ppm)	Maximum (ppm)	Comments
Disinfectant Levels				
Free chlorine	3	4	10	Continuous levels. Super-chlorinate when combined level exceeds 0.2.
Combined chlorine	None	None	0.5	
Bromine	4	5	10	Continuous levels.

Fonte: CDC, 2006.

4.1- Os níveis de CRL (Cloro Residual Livre) indicados para uso concomitante com ionizadores de Cu/Ag

Com base nas informações da rede social podemos ressaltar **mais uma incoerência**, a indicação de **0,5 ppm de CRL**, é insuficiente em águas de piscinas em função da contaminação trazida pelos banhistas (**como restos de fezes, urina, suor, menstruação, resíduos de mucosas, de cosméticos/fármacos, restos de fezes de animais, etc.....**), como publicado por ALCALÁ, ALBARADO (2013) **não é suficiente para garantir a qualidade microbiológica da água**. Não se consegue alcançar o break-point e não chega em valores de ORP maiores que 650 mV, o que permite a presença de **“CLORAMINAS”** que são consideradas precursoras da formação da **NDMA (N-nitrosodimetilamina)** (veja sobre essa substância química parte sobre ozônio), a faixa correta a ser indicada envolve valores entre 2 e 4 ppm de CRL.

Após pandemia de COVID-19 os processos de desinfecção química tem como referência a contaminação e propagação de vírus e os níveis de CRL no tratamento de águas de piscinas foram aumentados, para garantir a desinfecção da água e impedir que os aerossóis (gotículas) de água que se encontram acima da superfície aquosa se propaguem trazendo junto o vírus.

A referência MELLOU, MPLOUGOURA, MANDILARA, PAPADAKIS, et al. (2022) mostra a relação entre o nível de CRL antes e pós-pandemia em águas de piscinas na Grécia. Em resumo, a pandemia do COVID-19 instou muitos países a emitir novos regulamentos para garantir segurança em ambientes de piscina. A Grécia impôs requisitos mais rigorosos em 2020 e 2021 para piscinas de hotéis, lembrando que o **clima da Grécia é mediterrâneo, com muito sol, temperaturas amenas**.

Water 2022, 14, 796 3 of 10

Fonte: MELLOU, MPLOUGOURA, MANDILARA, PAPADAKIS, 2022.
 Table 1. The regulations for hotel pools in Greece and key changes during the COVID-19 pandemic.

Category of Requirements	Greek Sanitary Degree	New COVID-19 Regulation
Types of pools allowed	All types of pools	Outdoor pools only
Chlorine measurement	Level of free chlorine in the pool water: 0.4–0.7 ppm, measurements: 2/day	Level of free chlorine in the pool water: Pools: 1–3 ppm, measurement every 4 h Spa: <5 ppm, measurement every 1 h

A referência bibliográfica HPSC (2009) indica valores que variam de 3 a 5 mg CRL/L, antes da pandemia.

The residual disinfectant and pH levels that should be maintained are set out in Table 14 below:

Table 14. Desired disinfectant and pH levels

Disinfectant used	Desired level
Chlorine	Free chlorine residual of 3–5mg/l
Bromine	Total active bromine of 4–6mg/l
pH	7.0–7.6

Fonte: HPSC, 2009.

O CDC - Centers for Disease Control and Prevention (USA), aos usuários que quiserem testar água recreativa antes do uso, recomenda **pH 7,2–7,8 e uma concentração de cloro disponível livre de 2–4 ppm** em banheiras de hidromassagem/spas (4–6 ppm se for usado bromo) de **1 a 3 ppm em piscinas e parques aquáticos** (GRIFFIN, HILL, 2019).

O artigo “*Regulation, formation, exposure, and treatment of disinfection by-products (DBPs) in swimming pool waters: A critical review*” (YANG, CHEN, SHEF, CAO, et al., 2018) ressalta que a National Swimming Pool Foundation (NSPF) dos Estados Unidos regula como CRL a faixa de **1–5 mg/L**, recomenda como **faixa ideal de 2–4 mg CRL/L** (2 – 4 ppm) [NSPF (2006) apud YANG, CHEN, SHEF, CAO, et al., 2018].

Novamente, o valor de 0,5 mg CRL/L é indicado, por exemplo, para a caixa de água de uma residência, onde não se entra para tomar banho ou se pratica natação. No dia a dia, a caixa de água de uma casa **NÃO RECEBE** matéria orgânica de corpos, **como restos de fezes, urina, suor, menstruação, resíduos de mucosas, escarro, de cosméticos/fármacos e/ou restos de fezes de animais, etc.....** Em resumo: **Ninguém usa o reservatório de água potável para tomar banho ou nadar!!**

O último estudo disponível foi dos virologistas do “Imperial College London”. Em função da pandemia de COVID-19 em **PAÍSES EUROPEUS** o menor nível indicado é para águas de piscinas (swimming pool water) **1,5 mg CRL/L (1,5 ppm), em pH 7,0-7,2 para inativação/eliminação do vírus em 30 s** (SWIM ENGLAND, 2021). A professora Wendy Barclay, ressalta que, a pesquisa estabeleceu que **1,5 mg por litro de cloro livre com um pH entre 7-7,2 reduziu a infectividade do vírus em mais de 1000 vezes em 30 segundos**. Testes adicionais de diferentes faixas de cloro livre e pH confirmaram que o cloro na água da piscina foi mais eficaz com um pH mais baixo - o que está de acordo com as orientações atuais para a operação da piscina (SWIM ENGLAND, 2021). Ressaltando que a **Inglaterra** possui um **clima** temperado oceânico.

A organização PWTAG emite a “**Technical Note 43 - Guidance on temporary pool closure**”, de **março de 2020** (PWTAG, 2020), apresenta a orientação **sobre o fechamento temporário da piscina**, indica que se mantenha o controlador automático operando; elevar o cloro livre ao topo da faixa recomendada; mínimo 1,0 mg/l e pH de 7,2 a 7,4. Verifique as concentrações químicas e o pH diariamente e ajuste se necessário.

Em outra nota técnica a organização PWTAG emite a “**Technical Note 46 - Swimming Pool Technical Operation after Covid-19” shutdown**”, de **agosto de 2020** (PWTAG, 2020b), indicando a faixa de 1,5 a 3 mg/L em pH 7,0 a 7,4 para ter efetiva inativação do Covid-19.

Disinfectant	Minimum residual	pH value
Chlorine gas	1.5mg/l	7.0-7.4
Sodium/calcium hypochlorite	1.5mg/l	7.0-7.4
Trichloroisocyanuric acid/ dichloroisocyanurate dihydrate	5mg/l	7.0-7.2
BCDMH	4mg/l	7.0-7.4
Sodium bromide with sodium hypochlorite	3.5mg/l as bromine 1.5mg/l as chlorine	7.2-8.2

The lower the pH the more easily chlorine kills microorganisms. To deal with the Covid-19 virus, a chlorine residual between 1.5 and 3mg/l is believed to be effective at a pH between 7.0 and 7.4. The characteristics of the particular pool and its treatment regime may

Fonte: PWTAG, 2020b

A referência CAMPOS, SOTO, CIOCCI (2021) indica como valores típicos de 2 a 4 ppm de CRL.

Em publicação específica para águas de piscinas, “*Inactivation of SARS-CoV-2 in chlorinated swimming pool water*” (BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021), em setembro de 2021, ressalta que, no Reino Unido entre junho de 2020 e julho de 2021, a maioria das piscinas comerciais aderiu às diretrizes de tratamento com um desinfetante à base de cloro para manter um nível de cloro livre de 1,5–3 mg/L ou partes por milhão (ppm), com uma faixa de pH de 7,0 – 7,4 à medida que a disponibilidade de cloro livre ativo diminui com o aumento do pH [PTWAG (2020b) apud BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021]. **Desde a remoção das medidas de confinamento no Reino Unido estas diretrizes foram revisadas para incluir um nível inicial de cloro livre de 2,0 ppm** quando o pH estiver entre 7,2 e 7,4 [PTWAG (2021) apud BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021]. Aqui, tratando SARS-CoV-2 com água de piscina em conformidade com as diretrizes do Reino Unido demonstramos pelo menos uma redução de 3 ciclos log10 no título (concentração) do vírus infeccioso.

Se confirma a indicação anterior com base no documento da PWTAG (2020b), quanto mais baixo o pH, mais facilmente o “cloro” mata os microrganismos. Para lidar com o vírus COVID-19, um residual de cloro de 3 mg/L é considerado eficaz em um pH de 7,0, mas à medida que o pH aumenta, também deve aumentar o cloro livre. A maioria dos spas e banheiras de hidromassagem operam rotineiramente com uma reserva de cloro livre de 3-5 mg/L. Se operadores não podem atingir um pH abaixo de 7,4, o cloro livre terá que estar no topo deste enquanto durar a pandemia.

O **Quadro 5** a seguir fornece detalhes para a operação segura da piscina, de spa durante esta pandemia, para uma variedade de desinfetantes PWTAG (2020b).

QUADRO 5- Níveis indicados para operação segura de piscina, spa em função do COVID-19.

Desinfetante	Mínimo de CRL (mg/L)	pH
Hipoclorito de sódio ou cálcio/gás cloro	3,0	7,0-7,4
Ácido tricloroisocianúrico ou dicloroisocianurato de sódio dihidratado	5,0	7,0-7,2
BCDMH	4,0	7,0-7,4

BCDMH – Bromochlorodimethylhydantoin

Fonte: PWTAG, 2020b.

A **rede social e documentos de empresa** já indicam, corretamente, os níveis para o CRL nas águas de quaisquer piscinas.

INTERVALO IDEAL PARA MANUTENÇÃO DO CLORO EM UMA PISCINA AQUECIDA?

nilsonmaiera Pergunta e Resposta
 Clarice - Belo Horizonte/RG
 "Boa tarde, senhor Nilson
 Qual o intervalo ideal para manutenção do Cloro em uma piscina aquecida?"
 Obrigada"

Prezada Clarice:
 "O meu intervalo ideal para qualquer piscina aquecida ou não é de 2 a 4 ppm, mas podendo variar de 1 a 5 ppm. Esta é a proposta que vou tentar incluir na ABNT que está em andamento.

Na realidade, piscinas aquecidas deveriam usar uma concentração de cloro maior do que piscinas não aquecidas, mas leis e normas brasileiras e estrangeiras não o fazem esta diferenciação. O decreto-lei 13.166 de janeiro de 1979 do Estado de São Paulo especifica de 0,5 a 0,8 ppm totalmente fora da técnica e a ABNT de 1988 de 0,8 a 3,0 ppm.

O meu intervalo ideal para qualquer piscina aquecida ou não é de 2 a 4 ppm, mas podendo variar de 1 a 5 ppm. Esta é a proposta que vou tentar incluir na ABNT que está em andamento. (grifo nosso)

Fonte: MAIERÁ, 2021.

1º GUIA PRÁTICO
DE TRATAMENTO DE ÁGUA
DE PISCINAS COM OZÔNIO

3º PASSO - AVALIAR O CLORO LIVRE

O cloro é o agente oxidante mais conhecido hoje no mercado e tem um bom poder biocida, além de manter um efeito residual na piscina. O cloro pode ser dosado manualmente através do dosador presente dentro do balde de cloro. Deve-se manter o residual de cloro livre para proteger a água, conforme a faixa ideal abaixo. Em piscinas tratadas **SOMENTE** com cloro os fabricantes recomendam (cada fabricante possui uma formulação diferente), com algumas variações, **manter entre 2 e 4 ppm** de cloro residual.

0.5 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0

Faixa ideal

Fonte: PANOZON, 2019.

Sem nenhuma dúvida para redução da capacidade de infecção de vírus é necessário 1,5 ppm CRL em pH de 7,0 – 7,2 em países com clima temperado, como já citado, em um **país tropical (temperaturas ambientes maiores), a faixa de pH referência é mais alta (7,2-7,8), o nível indicado de CRL para águas de piscinas é de 2 a 4 mg CRL/L (2-4 ppm).**

Somente no Brasil, apesar de todas as referências mundiais indicarem que os níveis de CRL devem ser aumentados em função da pandemia, “Empresas” ainda indicam residuais de cloro na faixa de 0,4 a 0,7 ppm de CRL, contrariando todas as pesquisas, inclusive a de ALCALÁ, ALBARADO (2013) com o título “*Calidad bacteriológica de aguas en piscinas públicas y privadas de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela*”, afirma:

*As análises físico-químicas permitem afirmar que nas piscinas avaliadas **existem condições inseguras com risco potencial para o saúde dos usuários, tendo em vista os baixos níveis cloro residual livre (0,3 - 0,5 mg/L), níveis valores de pH insatisfatórios em alguns casos, não garantem desinfecção eficaz, que se reflete em altas contagens de indicadores bacterianos.** (grifo nosso)*

Algumas instituições estão **bloqueando valores baixos de CRL** via a indicação de um ORP mínimo, veja, o serviço de saúde de Alberta/Canadá, permite valores de 0,5 ou 0,3 mg CRL/L **se o ORP for maior que 770 mV**. O Setor de saúde da Marinha Americana em documento ressaltou que o valor do ORP das águas de piscinas deveria ser superior a 650 mV.

Alberta Health, Public Health and Compliance
Pool Standards, July 2014 (Amended January 2018)

4.2 Oxidation reduction potential (ORP)

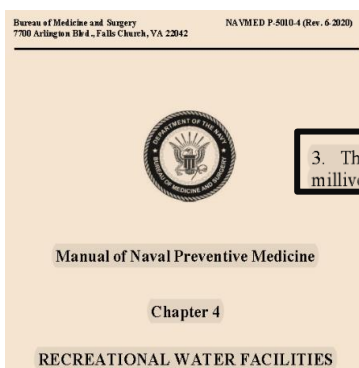
Notwithstanding standard 4.1, a public swimming pool, except for a recirculating water spray park, may operate with a free chlorine residual of no less than:

a) 0.5 milligrams per litre if able to consistently maintain an ORP value of no less than 700 millivolt (mV), and

b) 0.3 milligrams per litre if able to consistently maintain an ORP value of no less than 770 mV, a pH of no more than 7.3 and when supplemental disinfection is used.

Fonte: ALBERTA/CANADA, 2018.

- a) 0,5 miligramas por litro, se for capaz de manter consistentemente um valor de ORP não inferior a 700 milivolt (mV), e
- b) 0,3 miligramas por litro se for capaz de manter consistentemente um valor de ORP não inferior a 770 mV, um pH não superior a 7,3 e quando for usada desinfecção suplementar.



CHAPTER 4
RECREATIONAL WATER FACILITIES

3. The ORP must be maintained within proper ranges with a minimum reading no less than 650 millivolts.

3. O ORP deve ser mantido dentro das faixas adequadas com uma leitura mínima não inferior a 650 milivolts.

Fonte: NAVMED, 2020.

As empresas que insistem em indicar os valores de 0,4 a 0,7 ppm de CRL, como ação **somente de marketing**, atuam numa ação de irresponsabilidade com os frequentadores de estruturas aquáticas, pois comprovadamente esses valores não garantem a qualidade microbiológica da água de uma piscina e dos aerossóis de gotículas na superfície aquosa, **ignoram pesquisa** como de DBOUKA, DRIKAKISB (2020) com título **“Weather impact on airborne coronavirus survival”** que também foi publicada pela Revista Galileu (GALILEU, 2020), com o título **“Evaporação de gotículas com Sars-CoV-2 influência disseminação da Covid-19”**, na qual cientistas da Universidade de Nicósia, no Chipre, analisaram os efeitos da umidade relativa do ar, temperatura ambiente e velocidade do vento na disseminação do coronavírus. Foi implementada a teoria em uma plataforma computacional de dinâmica de fluidos avançada e estudaram os efeitos das condições climáticas na transmissão do vírus pelo ar.

A indicação de níveis inferiores a 1 ppm de CRL, contradiz as publicações do CDC (2016a, 2018, 2023) (*Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services*), indicam por duas vezes que níveis de CRL superiores a 2,0 mg HClO/L são necessários para garantia da balneabilidade das águas de piscinas.

A indicação de valores de 0,4 a 0,7 ppm de CRL para “águas de piscinas”, tem como consequências:

- a- Não consegue atingir um ORP maior que 650 mV.
- b- Não inativa os prováveis vírus existentes na água da piscina.
- c- Aumenta a probabilidade da transmissão de vírus pelos aerossóis existentes sobre a superfície da água.
- d- Não consegue alcançar o break-point, no processo de desinfecção química, em função da grande quantidade de matéria orgânica (carbonácea e nitrogenada) trazida para a água da piscina pelos banhistas, a presença de cloraminas é inevitável.
- e- Como não alcança o break-point não consegue a redução de microrganismos em ciclos log, o que não garante a qualidade microbiológica da água da piscina e do ambiente no seu entorno.
- f- Favorece a presença de precursores para formação da NDMA (N-nitrosamina), subproduto da desinfecção que é 1.000 vezes mais tóxico que os THM's. A toxicidade da NDMA se comprova pelo nível regulatório proposto pela OMS (World Health Organization) (WHO, 2017) e pela Portaria GM/MS nº 888/2021, o VMP (Valor Máximo Permitido) é de 0,0001 mg/L (0,1 µg/L = 100 ng/L) (BRASIL, 2021). Pelo VMP apresentado não se tem dúvidas que a toxicidade da NDMA é muito alta, com o agravante que a NDMA pode ser absorvida pela pele. (Leia sobre esse assunto na parte sobre ozônio)

g- Sem nenhuma dúvida o sistema ionizador de Cu/Ag, conforme a indicação de utilização em águas de piscina, coloca em risco a saúde dos frequentadores de estruturas aquáticas, particulares ou de uso público.

h- Sem nenhuma dúvida para reduzir o risco a saúde dos frequentadores das estruturas aquáticas e redução da capacidade de infecção de vírus é necessário no mínimo 1,5 ppm CRL em pH de 7,0 – 7,2 em países com clima temperado, como já citado, no Brasil, um país tropical (temperaturas ambientes maiores), a faixa de pH referência é mais alta (7,2-7,8), o nível indicado de CRL para águas de piscinas é de 2 a 4 mg CRL/L (2-4 ppm) para segurança dos banhistas conforme CDC (2016a; 2018, 2023).



A referência BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY (2021) apresenta importantes informações. Até essa publicação, apresentada em 16 de maio de 2021, a sobrevivência do SARS-CoV-2 especificamente em piscinas ainda não havia sido investigada. Os resultados da pesquisa de BROWN, BLACKWELL, BARCLAY (2021) comprovam que é total irresponsabilidade com a saúde pública **INDICAR UM RESIDUAL DE CLORO LIVRE MENOR** que 2,0 mg HClO/L, em pH de 7,2 a 7,8.

(Shutler et al., 2021), the survival of SARS-CoV-2 specifically in chlorinated swimming pools has not yet been investigated.

inactivation at higher free chlorine and lower pH. We show that 30 s contact time at room temperature with water of a pH of no more than 7.4 and free chlorine above 1.5 mg l⁻¹ (ppm) resulted in at least a 3-log₁₀ reduction in viral titre within 30 s (Fig. 1). These levels are within the

Mostramos que 30 segundos tempo de contato à temperatura ambiente com água de pH não superior a 7,4 e cloro livre acima de 1,5 mg.L⁻¹ (ppm) resultou em pelo menos 3-log₁₀ redução do título viral em 30 s

reduction in viral titre within 30 s (Fig. 1). These levels are within the recommendations for swimming pools from June 2021 to July 2021 of the pandemic in the UK of at least 1.5 ppm free chlorine at pH 7.0, 2.0 ppm at pH 7.4 and 2.7 ppm at pH 7.6 (2020). The newly revised UK guidelines that swimming pools at pH 7.2 – 7.4 should have a minimum free chlorine level of 2.0 ppm is also supported by our observation that 1.5 ppm is adequate at pH 7.4 (2021). We found here that some residual virus was detected after treatment with water above pH 7.4 even when at least 1.5 ppm free chlorine was present.

Fonte: BROWN, MOSHE, BLACKWELL, BARCLAY, 2021.

Esses níveis estão dentro das recomendações para piscinas de junho de 2021 a julho de 2021 com a pandemia no Reino Unido de pelo menos 1,5 ppm de cloro livre em pH 7,0, 2,0 ppm a pH 7,4 e 2,7 ppm a pH 7,6 (2020). O Reino Unido recentemente reviu orientações que piscinas com pH 7,2 – 7,4 devem ter um mínimo nível de cloro livre de 2,0 ppm também é apoiado por nossa observação de que 1,5 ppm é adequado em pH 7,4 (2021). Encontramos aqui que alguns resíduos vírus foram detectados após tratamento com água acima de pH 7,4 mesmo quando estava presente pelo menos 1,5 ppm de cloro livre.

A referência PWTAG (2021) indica o aumento do nível de 1,5 mg HClO/L para 1,7 mg HClO/L.

<https://www.pwtag.org/download/disinfecting-coronavirus-tn44/?wpdmdl=2370&refresh=61388d53aece91631096147>

Fonte: PWTAG, 2021.

OBS.: Como já citado, na norma **NÃO** se encontra a indicação do Cloro Residual Livre (CRL) (Free Available Chlorine – FAC) para Swimming Pool (piscinas). A Norma foi revisada em 12/2019 (Revised December 2019), também, em dezembro de 2019, a OMS foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan. Como ainda não existiam pesquisas com os níveis indicados de CRL para inativação do vírus, optou-se por não fazer nenhuma indicação.

Fonte: NSF/ANSI/CAN, 2019.

Como já citado, o CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services em publicações de 2016, 2018 e 2023 indicam para piscinas cobertas/aquecidas níveis de CR acima de 2,6 mg HClO/L (CDC, 2016a, 2018, 2023).

Fonte: IBARLUZEA, MORENO, ZIGORRAGA, et al. (1998) apud CDC, 2106a, 2018, 2023.

Segundo CDC (2106a, 2018, 2023) que afirma que **os produtos à base de PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, COM OU SEM IONS DE PRATA, NÃO SÃO, do ponto de vista microbiológico, UMA ALTERNATIVA REAL À DESINFEÇÃO COM CLORO EM PISCINAS, ressalta ainda, POSSUEM PODER DESTRUTIVO INSIGNIFICANTE SOBRE DIVERSOS ORGANISMOS, COM NÍVEIS considerados altos, mesmo com um tempo de contato 30 minutos.**

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162

that used on hard surfaces. Borgmann-Strahsen evaluated the antimicrobial properties of hydrogen peroxide at 80–150 ppm (mg/L) in simulated POOL conditions.²⁶⁸ Whether 150 ppm (mg/L) hydrogen peroxide was used by itself or in combination with 24 ppb of silver nitrate it had negligible killing power against *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila* or *Candida albicans*, even with a 30-minute contact period. In the same tests, the sodium hypochlorite controls displayed typical kill patterns widely reported in the literature. Borgmann-Strahsen concluded that hydrogen peroxide, with or without the addition of silver ions, was, “no real alternative to CHLORINE-based DISINFECTION of swimming POOL water from the microbiological point of view.”

Fonte: BORGMANN-STRAHSEN (2003) apud CDC, 2106a, 2018, 2023.

Se 150 ppm (mg/L) de peróxido de hidrogênio foi usado sozinho ou em combinação com 24 ppb de nitrato de prata, ele teve poder destrutivo INSIGNIFICANTE contra Pseudomonas aeruginosa, E. coli, Staphylococcus aureus, Legionella pneumophila ou Candida albicans, mesmo com um período de contato de 30 minutos.

2023 MAHC ANNEX 5.0 Aquatic Facility Operation and Maintenance 162

The test results confirm the very good killing activity of sodium hypochlorite versus micro-organisms relevant for the swimming pool area. **Products based on hydrogen peroxide, with or without silver ions, are from a microbiological point of view no real alternative to chlorine disinfection in swimming pools.**

Fonte: BORGMANN-STRAHSEN (2003) apud CDC, 2016a, 2018, 2023.

Os resultados do teste confirmam a excelente atividade de eliminação do hipoclorito de sódio contra microrganismos relevantes para a área da piscina. **OS PRODUTOS À BASE DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO, COM OU SEM IONS DE PRATA, NÃO SÃO, DO PONTO DE VISTA MICROBIOLÓGICO, UMA ALTERNATIVA REAL À DESINFEÇÃO COM CLORO EM PISCINAS.**

Pergunta-se:

Como se oferece ao público um processo de tratamento de água de piscinas que NÃO É comprovadamente atuante contra vírus, protozoários e NÃO INDICA a utilização de níveis CRL efetivos?

Qual portaria, resolução, instrução técnica da ANVISA e/ou MINISTÉRIO DA SAÚDE que regulamenta o uso de ionizadores de Cu/Ag no tratamento de águas de piscinas?

5- A não utilização de produtos químicos em conjunto com o sistema ionização cobre/prata.

Outra afirmação corriqueira é a não utilização de outros produtos químicos em conjunto com o sistema ionização cobre/prata, encontramos afirmações como “100% livre de produtos químicos” ou “...uma piscina livre de produtos químicos”,

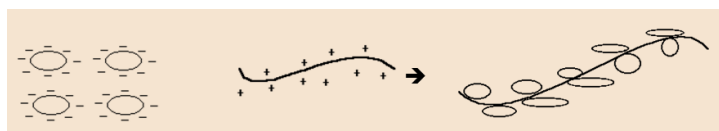
Com base em informações científicas, veja a seguir que é impossível de se conseguir um tratamento com segurança microbiológica, somente, com o sistema de sistema ionização cobre/prata sem utilizar, por exemplo, floculantes, etc....

O processo de clarificação, redução da turbidez, de água consiste na manutenção de condições físico-químicas tais, que os sólidos suspensos na água são removidos por uma sedimentação, sendo necessário trabalhar em conjunto com as cargas das partículas para se obter um resultado da sedimentação (MACEDO, 2016).

Para clarificação das águas é necessário:

- i) neutralização das cargas negativas da matéria em suspensão;
- ii) aglutinação das partículas, para aumentar de tamanho.

As substâncias coagulantes reagem com alcalinidade (natural e/ou adicionada) formando polímeros com carga superficial positiva, os polímeros formados (hidróxidos) com carga positiva atraem carga negativa dos colóides em suspensão (DI BERNARDO, COSTA, 1993; SANTOS FILHO, 1985), formam-se flocos mais densos que precipitam com maior velocidade, veja a Figura 7 (AQUATEC, sd).



Fonte: MACEDO, 2016.

FIGURA 7- Esquema do processo de formação de flocos.

Se as partículas em suspensão, responsáveis pela turbidez da água tem cargas superficiais negativas, com certeza elas serão atraídas pelos íons Ag^+ e Cu^{2+} resultantes do processo de ionização, consumindo os íons necessários para inativação de microrganismos, o que vai levar a redução do poder de desinfecção do sistema.

Logo, não é possível usar o sistema ionização cobre/prata sem utilizar produtos que tem a finalidade de retirar a turbidez da água da piscina, em resumo, sem que a água da piscina esteja cristalina, baixa turbidez, o sistema vai gerar íons positivos (Ag^+ e Cu^{2+}) cuja finalidade será diferente da desinfecção, os íons irão interagir com partículas carregadas negativamente que estão suspensas na água.

Sempre reforçando que esse processo de desinfecção foi criado como um processo secundário de manutenção da qualidade microbiológica da água.

Como referência de constituintes químicos de uma água de piscina, pesquisas mostram que a presença de carbono orgânico dissolvido a 2 mg/L, Ca^{2+} a 100 mg/L, Mg^{2+} a 80 mg/L e HCO_3^- a 150 mg/L não interfere na eficácia do tratamento com íons de cobre e

prata contra *Legionella* resultado obtido em estudo no laboratório (LIN, VIDIC, STOUT, YU, 2002; USEPA, 2016).

Os ionizadores não neutralizam materiais orgânicos, como óleos corporais, loções solares naturais, pólen, sujeira ou urina. Em função disso o nível de sólidos dissolvidos totais, chamado TDS, deve ser testado com frequência - geralmente a cada semana. Em uma piscina devidamente clorada, os níveis de TDS normalmente só precisam ser testados duas ou três vezes durante o mês. Para que a ionização da piscina funcione corretamente, o nível TDS de uma piscina deve permanecer abaixo de 1.000 ppm (MACEDO, 2003).

No que tange a dureza, uma água dura, com o nível de cálcio excedendo 150 ppm (PETERS, 1980; Adaptado de RICHTER, NETO, 1991; Adaptado MACEDO, 2007, 2003; Adaptado ANDRADE, MACÊDO, 1996), deve-se limpar cátodo (polo negativo) do ionizador com frequência para remover os depósitos de cálcio e magnésio. A explicação é simples: os cátions Ca^{2+} e/ou Mg^{2+} serão atraídos para o cátodo e nele ficarão presos, recobrando o eletrodo e impedindo a continuidade do processo de eletrólise.

Os anodos de cobre e prata são sacrificados (desgastados, veja Figura 2) e devem ser reabilitados ou trocados periodicamente à medida que se tornam menores, de acordo com as recomendações do fabricante. Os ânodos também podem ser desgastados devido a altas velocidades de cisalhamento (CHEN, LIN, LIU, et al., 2008). Os anodos devem ser limpos pelo tratamento de raspagem/ácido. A acumulação dessa camada de resíduo reduz a área de superfície a partir da qual os íons podem ser liberados, diminuindo a saída de íons. Sempre que um componente de um sistema de água é aberto ao meio ambiente para manutenção, como a raspagem, os procedimentos devem garantir que os componentes do sistema sejam reinstalados em condições sanitárias (ou seja, sofrem processo de desinfecção) (USEPA, 2016).

O excesso de cobre na água acima 1 mg/L (1 ppm = 1000 µg/L), principalmente cabelos loiros, ficam verdes (MAIERÁ, 2009, 2021; PUETZ, 2013). O cobre é oxidado pelo cloro se liga ao cabelo que é composto de proteína. Uma das explicações é que o cobre, usado para evitar o crescimento de algas, também pode se unir às proteínas em seus cabelos e quando exposto ao ar e ao sol, o cobre oxida e fica verde.

Segundo SAC/HPSC (2014) na área hospitalar os níveis de cobre superiores a 1 mg/L podem causar descoloração da roupa, instrumentos cirúrgicos e desgaste sanitário.

A ingestão de altos níveis de prata também pode levar a uma condição de descoloração da pele chamada **ARGIRIA** (argyria) [DRAKE, HAZELWOOD (2005), WHO (1996), USEPA (1989/1991) apud USEPA, 2016]. Segundo WHO (2003) apud USEPA (2016), a menor dose de prata que pode levar à ocorrência de argiria não foi determinada, mas, em geral, níveis de prata até 0,1 mg/L podem ser tolerados sem risco para a saúde (USEPA, 2016).

A Portaria GM/MS nº 888/2021, na água potável (água ingerida) o **VMP** (Valor Máximo Permitido) é de **2 mg Cu^{2+} /L** (BRASIL, 2021) e **não existe VMP** para a ingestão de íons Ag^{+1} .

A USEPA (2023) através do documento **“Drinking Water Regulations and Contaminants”**, indica o **“National Secondary Drinking Water Regulations (NSDWRs)”**, com os níveis para o **cobre (Cu^{2+}) de 1 mg Cu^{2+} /L** e para a **prata (Ag^{+}) de 0,1 mg Ag^{+} /L**.

6- Conclusão

6.1- Sem nenhuma dúvida a água utilizada pela NASA para viagens espaciais era uma água com características potáveis, ou seja, já havia sido tratada e que o processo de ionização com íons prata era **uma complementação (tratamento secundário/suplementar)** ao tratamento inicial, **situação completamente diferente da água de uma piscina** que no dia a dia recebe muita matéria orgânica dos corpos dos seus usuários, como restos de fezes, urina, suor, menstruação, resíduos de fármacos e cosméticos, etc.....

6.2- Sem nenhuma dúvida a OMS (WHO) em três documentos de épocas diferentes (WHO, 2008, 2018, 2021) **afirma que não apóia o uso de prata como desinfetante de água potável, pois sua eficácia é incerta** e qualquer efeito requer altas concentrações e longos períodos de contato e que a sua evidência é particularmente limitada para a inativação de protozoários e vírus.

Como o ionizador de Ag/Cu **que não consegue ser efetivo em uma água potável** poderá ser utilizado no tratamento de água de piscinas, uma situação **COMPLETAMENTE diferente e com exigência de eficiência muito maior**, que no dia a dia recebe muita matéria orgânica dos corpos dos seus usuários, **como RESTOS DE FEZES, URINA, SUOR, MENSTRUACÃO, RESÍDUOS DE MUCOSAS, DE COSMÉTICOS/FÁRMACOS, RESTOS DE FEZES DE ANIMAIS, etc.....**

6.3- Como será utilizado o ionizador de Ag e Cu em tratamentos de águas de piscinas se **comprovadamente por certificação internacional o sistema não consegue ser eficiente na desinfecção química do organismo de referência *Enterococcus faecium***, citado na Resolução RDC da ANVISA/MS 14/2007 (BRASIL, 2007) em seu ANEXO V – Microrganismos para avaliação de atividade microbiana, como referência da eficiência do processo de desinfecção. A **Resolução RDC nº 14/2007** (BRASIL, 2007) revogada pela **Resolução RDC 693/2022** (BRASIL, 2022), revogada pela **RDC 774/2023** (BRASIL, 2023) que manteve a referência do ***Enterococcus faecium***.

6.4- Sem nenhuma dúvida o processo de tecnologia de ionização de cobre/prata (Copper-silver Ionization Technology) **tem ação bacteriostática**, logo requer um tempo de contato com os microrganismos muito maior que qualquer outra forma de desinfecção para conseguir inibir o seu crescimento. Tem uma ação bacteriostática muito inferior às outras substâncias químicas utilizadas no processo de desinfecção, o que implica um tempo de contato com o microrganismo a ser inativado é muito grande. O **Quadro 6** apresenta a eficiência exigida de uma substância ou sistema de desinfecção frente aos microrganismos testes, essas informações permitem comparar os resultados obtidos pelo sistema ionização de Cu/Ag nas diversas pesquisas apresentadas o que confirma que sua ação bacteriostática é extremamente lenta e que não satisfaz as exigências de um processo de desinfecção, colocando em risco a saúde dos usuários, caso não seja utilizado concomitantemente com outro produto químico/sistema de desinfecção que tenha comprovada ação sanitizante como com níveis de 2-4 mg CRL/L, ou seja, que satisfaça integralmente as exigências de um processo de desinfecção, mantendo um residual e alcançando um ORP de mais de 650 mV, o valor ideal é 700 mV.



WWD WATER & WASTES DIGEST MAGAZINE NOMINATE AWARDS EVENTS ADVERTISE SUBSCRIBE STOREFRONT

EDITORIAL/TOPICAL PUMPS VALVES METERING PIPE DISTRIBUTION PRODUCTS PODCAST VIDEOS WEB

Biocides
Nov. 13, 2001

Coping with Resistance to Copper/Silver Disinfection

Resistance to Heavy Metals

The fact that copper/silver ions exert a microbiocidal effect cannot be argued. It is common to read in promotional brochures and hear in chat room discussions that copper/silver ions will accomplish any required biocidal task. However, a search of the literature reveals that many microorganisms (Table 1) including bacteria, protozoa, yeast, fungi and viruses are not effectively killed by exposure to these heavy metals.^{3, 4, 5, 6, 7}

Resistência a Metais Pesados

O fato de os íons cobre/prata exercerem um efeito microbiocida não pode ser discutido. É comum ler brochuras promocionais e ouvir discussões em salas de bate-papo **que íons de cobre/prata realizarão qualquer tarefa biocida necessária. No entanto, uma busca na literatura revela que muitos microrganismos (Tabela 1), incluindo bactérias, protozoários, leveduras, fungos e vírus, não são efetivamente mortos pela exposição a esses metais pesados.**^{3, 4, 5, 6, 7} (grifo nosso)

<https://www.wwdmag.com/disinfection/article/10917530/coping-with-resistance-to-copper-silver-disinfection>

Fonte: MEYER, 2001.

Não existe publicações com o Ct para a prata, calculando um Ct (teórico e empírico) do sistema de ionização utilizando o eletrodo de prata **é 288 vezes maior que o Ct do CRL** (cloro residual livre), **apenas como comparação**, se a inativação *Escherichia coli* para reduzir 4 ciclos log deveria gastar 30 segundos com 1 ppm CRL, se utilizarmos o sistema de ionização para obtermos a mesma inativação o tempo gasto será $30 \text{ s} \times 288 = 8.640 \text{ s} (/60) = 144 \text{ min} (/60) = 2,4 \text{ horas}$.

Pergunta-se:

Como se oferece ao público um processo de tratamento de água de piscinas que NÃO É comprovadamente atuante contra vírus, protozoários e não indica a utilização de níveis CRL efetivos?

Qual portaria, resolução, instrução técnica da ANVISA e/ou MINISTÉRIO DA SAÚDE que regulamenta o uso de ionizadores de Cu/Ag no tratamento de águas de piscinas?

QUADRO 6- Características de desempenho exigidas de sanitizadores eficazes contra os organismos teste recomendados para piscinas de natação e spa pelo Governo Australiano.

Organismo teste	Número de reduções em ciclo log ₁₀ a ser alcançado.	Tempo de exposição a substância/sistema para levar a redução em ciclos log ₁₀ .
Bactérias		
<i>Escherichia coli</i>	4	30 segundos
<i>Enterococcus faecium</i>	4	2 minutos
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (para piscinas spa)	4	2 minutos
<i>Legionella pneumophila</i> (para piscinas spa)	4	2 minutos
Vírus		
Adenovírus (desagregados) ¹	3	10 minutos
Rotavírus (desagregados) ¹	3	2 minutos
Protozoários		
<i>Neogleria fowleri</i> (cistos)	4	30 minutos
<i>Giardia duodenalis</i> ² (cistos) ou <i>G. muris</i> ³ (cistos)	4	45 minutos

Entre os vírus, o *Enterovirus* pode ser adicionado à lista acima, mas as características de desempenho contra cloro livre não são conhecidas.

Entre os protozoários, o *Cryptosporidium* pode ser adicionado à lista acima, mas as características de desempenho em relação à cloro livre não é conhecida.

1 Antes da exposição ao teste, as suspensões de vírus precisam ser tratadas para desacoplar agrupamentos agregados de partículas de vírus.

2 Os sinônimos mais antigos na literatura para esta espécie são *G. lamblia* e *G. intestinalis*.

3 O patógeno animal *G. muris* pode ser usado como substituto do patógeno humano.

Fonte: OECD, 2012; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2014.

6.5- Sem nenhuma dúvida, qualquer partícula com carga superficial negativa que esteja no meio aquoso (na água da piscina) vai interagir/consumir íons Ag⁺ e Cu⁺⁺.

6.6- Sem nenhuma dúvida o pH mais alto que 7 do meio aquoso pode comprometer a eficácia dos íons de cobre, a eficácia biocida da prata pode ser comprometida por altas concentrações de cloreto. As formas predominantes de íons de cobre (Cu²⁺) no pH 5, 7 e 9 são Cu(HCO₃)⁺, Cu(CO₃)_(aq) e Cu(CO₃)₂²⁻, respectivamente. Em contraste, o cloreto de prata é o complexo predominante que determinou o destino dos íons de prata em solução. A concentração de 15 a 50 mg de Cl⁻/L pode reduzir a disponibilidade de íons de prata (Ag⁺) de 26% a 56% do total da concentração de prata. É possível que concentrações mais elevadas de cloreto em água diminuam a disponibilidade de cations de prata e reduz o seu potencial dito biocida. O pH desempenhou um papel secundário nos complexos de hidróxido de prata que se tornou relevante somente após o pH exceder 10 (LIN, VIDIC, STOUT, YU, 2002). A liberação de urina em piscinas foi estimada de diversas formas para média entre 25 e 30 mL por banhista segundo GUNKEL, JESSEN (1988) e até 77,5 mL por banhista de acordo com ERDINGER, KIRSCH, SONNTAG (1997). A quantidade cloretos na urina variando de 1.870 mg Cl⁻/L (crianças) a 8.400 mg Cl⁻/L (adultos) segundo HELMENSTINE (2017) ou 5250 mg Cl⁻/L de urina, em média, para adultos segundo MOSHER (1933). Levando em consideração uma criança que libera 30 mL de urina na piscina, com 1.870 mg Cl⁻/L de urina, teremos uma contribuição de 56,1 mg de Cl⁻ por

criança que frequentar a piscina, logicamente, a concentração de cloretos na água vai depender do volume total de água da referida piscina.

6.7- Sem nenhuma dúvida o processo de desinfecção com o uso da tecnologia de ionização de cobre/prata em concentrações apropriadas **não é eficaz contra protozoários ou vírus.**

6.8- Sem nenhuma dúvida a água das piscinas **do ponto de vista microbiológico tem que possuir características semelhantes à água considerada potável**, em função da ingestão durante a prática de atividades, conforme se comprova pela pesquisa de DUFOR, BEHYMER, CANTÚ, MAGNUSON, WYMER (2017), que chegou às conclusões de que os nadadores adultos ingerem cerca de **32 mL por hora** (média aritmética) e que as crianças ingerem, em média, **128 mL de água da piscina por cada hora de atividade** e também pela comprovada presença de urina, conforme a pesquisa de LINDSAY, BLACKSTOCK, WANG (2017) que monitorou por 3 semanas duas piscinas (volume de 417.000 e 834.000 L de água) encontrando valores 30 e 75 L de urina, respectivamente.

Ressalta-se ainda, na água da piscina existem diversos microrganismos que na água potável não estarão presentes, daí a necessidade da desinfecção da água de uma piscina ser até mais rígida que a desinfecção de uma água considerada potável, pois de um reservatório do qual você utiliza da água para escovar os dentes ou preparar alimentos, **espera-se que não será utilizada a água desse reservatório para recreação ou como se fosse uma piscina**, o que levaria para a água resíduos de fezes, urina, suor, muco nasal, fluido menstrual, etc.....

A comprovação da emissão de matéria orgânica para água da piscina pelo usuário ou banhista é vinculada através do conceito da “Carga Orgânica Antropogênica de banho (CBA)”.

Foram os pesquisadores KEUTEN, VERBERK, VAN DIJK (2011) apud BELEZA, LOPES, (2013), que introduziram o interessante e novo conceito – o de *Carga Antropogênica de Banho (CBA)*, definida como a quantidade de contaminantes orgânicos (carbonados e nitrogenados) transferidos para a água por um banhista.

A pesquisa de KEUTEN, VERBERK, VAN DIJK (2011) considera a seguinte subdivisão para a carga orgânica introduzida na água pelos banhistas:

- **CAB inicial**, que representa a porção transferida nos primeiros 60 s;
- **CAB contínua**, ou seja, a quantidade transferida durante o banho completo imediatamente a seguir aos primeiros 60 s;
- **CAB acidental**, correspondente à carga introduzida na água em caso de acidente (fezes, vômitos, etc.).

Dos resultados experimentais obtidos por KEUTEN, VERBERK, VAN DIJK (2011) podem-se destacar como principais os que se apresentam no **Quadro 7**, reforçando que a CAB inicial pode ser reduzida através de um banho prévio antes de entrar na água da piscina.

QUADRO 7 – Cargas antropogênicas de banho para o Carbono Orgânico Total (COT) e Nitrogênio Total, (NT).

CAB	COT		NT	
	mg / banhista	%	mg / banhista	%
Inicial	305	33	80	17
Continua	439	47	120	29
Acidental	192	20	270	57
TOTAL	936	100	470	100

COT = Carbono Orgânico Total // NT = Nitrogênio Total

Fonte: KEUTEN, VERBERK, VAN DIJK (2011) apud BELEZA, LOPES, 2013.

Consideremos o valor da CAB total de COT de 936 mg/banhista. Se a área de plano de água definida por banhista for de 1 m², a concentração obtida após mistura total dos contaminantes é a que se apresenta no **Quadro 8**. Nesse quadro apresenta-se ainda a quantidade removida de contaminantes admitindo que eles não sejam eliminados por outro processo, como a filtração, oxidação, etc, se a renovação de água for de 30 L/banhista e 5% do volume do tanque, que são valores indicados em vários regulamentos sanitários (BELEZA, LOPES, 2013).

QUADRO 8 – Concentração de COT na água da piscina resultante da imersão de um banhista e massa de COT, com renovação de 30 L ou 50 L por banhista.

Profundidade do tanque (m)	Concentração obtida (mg C/L)	Massa de COT removido			
		Renovação de 30 L/banhista		Renovação de 50 L/banhista	
		mg	% do inicial	mg	% do inicial
0,5	1,87	54	5,8	94	10
1,0	0,94	28	2,9	47	5
2,0	0,47	14	1,5	24	2,5

Fonte: KEUTEN, VERBERK, VAN DIJK (2011) apud BELEZA, LOPES, 2013.

Os compostos nitrogenados em águas de piscinas têm várias proveniências, nomeadamente (ASTRALPOOL, 2018):

- Da degradação química da uréia, proteínas e aminoácidos introduzidos pelos banhistas na piscina.
- Da degradação direta do amoníaco, proveniente da água da chuva, dos fertilizantes ou de outras espécies químicas introduzidas na água, principalmente em piscinas da zona rural.

A referência ASTRALPOOL (2018) indica que a urina contém, em média, 555 ppm (mg/L) de amônia (NH₃) e 23.000 ppm de uréia. Isto faz com que a urina seja uma das principais causadoras da irritação dos olhos, uma vez que a enorme quantidade de nitrogênio nela contida vai originar a formação das cloraminas, quando se utiliza derivados clorados, após a reação com o ácido hipocloroso (HClO), veja limites de odor e sabor das cloraminas (**Quadro 10**).

O **Quadro 9** apresenta a concentração dos compostos nitrogenados e valores da percentagem do nitrogênio no suor e na urina. O **Quadro 10** apresenta os limites de

detecção de espécies/substâncias químicas resultantes do processo de desinfecção com derivados clorados.

QUADRO 9- Concentração dos compostos nitrogenados e valores da percentagem de nitrogênio no suor e na urina.

Compostos de nitrogênio	SUOR		URINA	
	Valor Médio (mg/L)	Percentagem do Total de Nitrogênio (%)	Valor Médio (mg/L)	Percentagem do Total de Nitrogênio (%)
Uréia	680	68	10.240	84
Amônia	180	18	560	5
Aminoácidos	45	5	280	2
Creatinina	7	1	640	5
Outros compostos	80	8	500	4
Total Nitrogênio	992	100	12.220	100

Fonte: JANDIK (1977) apud WHO, 2000, 2006.

QUADRO 10- Limites de detecção de espécies/substâncias químicas resultantes do processo de desinfecção com derivados clorados.

Espécie/substância química	KRASNER, BARRETT (1985) apud Adaptado ROGERS, 2001		NHS, 2001	BOWMAN, 2007; BARRIE, 2016
	Limite de odor (mg Cl ₂ .L ⁻¹)	Limite de sabor (mg Cl ₂ .L ⁻¹)	Limite de odor (mg Cl ₂ .L ⁻¹)	Limite de odor (mg Cl ₂ .L ⁻¹)
Ácido hipocloroso	0,28	0,24	-	20
Íon hipoclorito	0,36	0,30	-	-
Monocloramina	0,65	0,48	0,48 - 0,65	5,0
Dicloramina	0,15	0,13	0,5	0,8
Tricloramina	0,02	-	0,02	0,02

OBS.: Os resultados sofrem influência do pH do meio aquoso e da temperatura.

Fonte: KRASNER, BARRETT (1985) apud Adaptado ROGERS, 2001; Adaptado NHS, 2001; BOWMAN, 2007; BARRIE, 2016.

As conclusões de BELEZA, LOPES (2013) com relação a concentração de COT na água da piscina faz destacar três princípios decisivos no projeto e operação de piscinas:

- i. A concentração de um contaminante na água das piscinas tende a ser mais elevada em tanques de menor profundidade. Os tanques de maior profundidade apresentam menor risco sanitário, como o demonstra a prática;
- ii. A taxa de renovação geralmente imposta em muitos regulamentos sanitários tem muito pouco significado na remoção dos poluentes introduzidos na água da piscina;
- iii. O processo de tratamento da água da piscina deve estar preparado para remover a maior parte dos contaminantes transferidos pelos banhistas e a complexidade do tratamento é maior para tanques menos profundos.

Segundo a Portaria CP nº 5 (BRASIL, 2017) que substituiu a Portaria nº 2.914, Ministério da Saúde de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) e atualmente a **PORTARIA GM/MS 888/2021** (BRASIL, 2021) altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS

nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, ressalta, na saída do tratamento, sistema de distribuição e pontos de consumo:

Escherichia coli - Ausência em 100 mL (0 UFC / 100 mL)
Coliformes totais - Ausência em 100 mL (0 UFC / 100 mL)

Para comparação de valores propostos da legislação, o Quadro 9 apresenta quais os parâmetros ou limites microbiológicos de referência para a qualidade da água de uma piscina (águas de recreação), com base em referências de diferentes países e propostas em épocas diferentes.

É importante ressaltar que a referência World Health Organization (WHO, 2006) informa que o monitoramento de possíveis perigos de contaminações microbianas é realizado usando microrganismos "indicadores", os microrganismos utilizados para avaliar a qualidade microbiológica das piscinas e similares, inclui a contagem de bactérias heterotróficas (HPC), coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella spp.* e *Staphylococcus aureus*.

6.8- Sem nenhuma dúvida a água das piscinas do ponto de vista microbiológico e para segurança de todos que utilizam a estrutura aquática é incoerente a indicação de 0,4 a 0,7 ppm de CRL, pelos motivos já citados e novamente ressaltados:

- a- **Não consegue atingir um ORP** maior que 650 mV.
- b- **Não inativa os prováveis vírus** existentes na água da piscina.
- c- **Aumenta a probabilidade da transmissão de vírus pelos aerossóis existentes sobre a superfície da água.**
- d- **Não consegue alcançar o break-point**, no processo de desinfecção química, em função da grande quantidade de matéria orgânica (carbonácea e nitrogenada) trazida para a água da piscina pelos banhistas, **a presença de cloraminas é inevitável.**
- e- **Como não alcança o break-point não consegue a redução de microrganismos em ciclos log**, o que não garante a qualidade microbiológica da água da piscina e do ambiente no seu entorno.
- f- **Favorece a presença de precursores para formação da NDMA (N-nitrosamina), subproduto da desinfecção que é 1.000 vezes mais tóxico que os THM's.** A toxicidade da NDMA se comprova pelo nível regulatório proposto pela OMS (World Health Organization) (WHO, 2017) e pela Portaria GM/MS nº 888/2021, o VMP (Valor Máximo Permitido) é de 0,0001 mg/L (0,1 µg/L = 100 ng/L) (BRASIL, 2021). Pelo VMP apresentado não se tem dúvidas que a toxicidade da NDMA é muito alta, com o agravante que a NDMA pode ser absorvida pela pele. (Leia review sobre ozônio)
- g- **Sem nenhuma dúvida o sistema ionizador de Cu/Ag coloca em risco a saúde dos frequentadores de estruturas aquáticas, particulares ou de uso público. Inclusive não é EFETIVO CONTRA VÍRUS E PROTOZOÁRIOS.**
- h- Sem nenhuma dúvida para reduzir o risco a saúde dos frequentadores das estruturas aquáticas e redução da capacidade de infecção de vírus é necessário 1,5 ppm CRL em pH de 7,0 – 7,2 em países com clima temperado, como já citado, no Brasil, um **país tropical (temperaturas ambientes maiores), a faixa de pH referência é mais alta (7,2-7,8), o nível indicado de CRL para águas de piscinas é de 2 a 4 mg CRL/L (2-4 ppm)** (CDC, 2016, 2018, 2023).
- i- A indicação de níveis inferiores a 1 ppm de CRL, contradiz as publicações do CDC (2006, 2016a, 2018, 2023) (*Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services*), **indicam por duas vezes que níveis de CRL superiores a 2,0 mg HClO/L são necessários para garantia da balneabilidade das águas de piscinas para a segurança dos usuários da estrutura aquática.**

Nota-se a preocupação mundial com transferência de doenças virais, primeiro com o COVID e recentemente com o ROTAVÍRUS. Veja as publicações, de 2023, com títulos:

“Pesquisa estima que rotavírus tenha causado 200 mil mortes por ano, entre 2017 e 2019”

Agência Brasil - 04/01/2023 – 08:29

Fonte: <https://noticias.r7.com/saude/pesquisa-estima-que-rotavirus-tenha-causado-200-mil-mortes-por-ano-entre-2017-e-2019-04012023#:~:text=Os%20pesquisadores%20estimam%20que%2C%20entre,revista%20cient%3%ADfca%20MJ%20Global%20Health>.

“Estudo alerta para mortes de crianças por diarreias agudas causadas pelo rotavírus”

Agência Brasil - 03/01/2023 às 18:11.

Fonte: <https://www.hojeemdia.com.br/geral/estudo-alerta-para-mortes-de-criancas-por-diarreias-agudas-causadas-pelo-rotavirus-1.941602>.

Uma pesquisa que contou com a participação da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) revela que o rotavírus é o principal causador de diarreias graves que levam à morte de crianças menores de 5 anos em países de renda média e baixa. O estudo incluiu dados de 28 países e, apesar de o Brasil não estar entre eles, o país também registra crescimento dos casos da doença. Os pesquisadores estimam que, entre 2017 e 2019, o vírus tenha causado 200 mil mortes por ano, enquanto outros patógenos estudados – bactéria *Shigella*, adenovírus e norovírus – somam 136 mil óbitos. As conclusões foram publicadas na revista **Journal British Medical / British Medical Association Global Health** (BMJ Global Health) (COHEN, PLATTS-MILLS, NAKAMURA, OPERARIO, et al., 2022).

Apesar de existir vacina, aplicada via oral aos 2 e 4 meses de vida, o número de **mortes anuais de 200 mil, é um número respeitável e deve-se ter cuidado.**

Veja que, os rotavírus humanos são a causa isolada mais importante de morte infantil no mundo. Tipicamente, 50-60% dos casos de gastroenterite aguda de crianças hospitalizadas em todo o mundo são causadas por rotavírus humano. Os vírus infectam células nas vilosidades de intestino delgado, com interrupção do transporte de sódio e glicose. Infecção aguda tem início abrupto de diarreia aquosa grave com febre, dor abdominal e vômito; desidratação e acidose metabólica podem se desenvolver, e o resultado pode ser fatal se a infecção não for adequadamente tratada. O fardo da doença do rotavírus infecções é extremamente alto. (WHO, 2017).

Os rotavírus humanos são transmitidos pela via fecal-oral. **Transmissão de pessoa para pessoa e a inalação de rotavírus humanos transportados pelo ar ou aerossóis contendo o os vírus parecem desempenhar um papel muito mais importante do que a ingestão de comida ou água.** Isso é confirmado pela propagação de infecções em enfermarias infantis em hospitais, o que ocorre muito mais rápido do que pode ser explicado pela ingestão de alimentos ou água contaminados por fezes de pacientes infectados (WHO, 2017). O **rotavírus e COVID-19** são transmitidos da mesma forma.

Pergunta-se:

Como se oferece ao público um processo de tratamento de água de piscinas que NÃO É comprovadamente atuante contra vírus e ainda não indica a utilização de níveis CRL efetivos? Qual portaria, resolução, instrução técnica da ANVISA e/ou MINISTÉRIO DA SAÚDE que regulamenta o uso de ionizadores de Cu/Ag no tratamento de águas de piscinas?

QUADRO 11- Parâmetros ou limites microbiológicos de referência/recomendados para a qualidade da água de uma piscina (águas de recreação), com base em referências de diferentes países, cidades e/ou órgãos regulamentadores, propostas em épocas diferentes.

	Bactérias aeróbias ou facultativas (35-37°C) (contagem de bactérias heterotróficas)	Coliformes totais	Coliformes fecais (<i>Escherichia coli</i>)	<i>Staphylococcus</i> patogênicos (<i>Estafilococcus</i> coagulase positivos)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
Code De La Santé Publique / FRANCE (2007)	<100 UFC/ 1 mL	<10 UFC / 100 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC / 100 mL	0 UFC / 100 mL	-
New Jersey State Sanitary Code (2009)	<200 UFC/ 1 mL	-	1 UFC/ 100 mL	-	1 UFC/ 100 mL	-
COLOMBIA (2010)	<200 UFC/ 1 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL	-	0 UFC / 100 mL	-
NSF (2013)	<100 UFC/ 1 mL	-	1 UFC/ 100 mL	-	1 UFC/ 100 mL	-
Newfoundland Labrador (2011)	<250 UFC/ 1 mL	-	0 UFC/ 100 mL	<50 UFC/ 100 mL	<10 UFC / 1 mL	-
Queensland (2004)	<100 UFC/ 1 mL	-	0 UFC/ 100 mL	-	0 UFC / 100 mL	-
PWTAG (1995)	10 UFC/ 1 mL	0 UFC/ 1mL	0 UFC/ 1 mL	-	0 UFC/ 1 mL	-
Irelandactive (2014)	<100 UFC/ 1 mL	0 UFC/ 1mL	0 UFC/ 1mL	0 UFC/ 1mL	0 UFC/ 1mL	0 UFC/ 1mL
CANARIAS (2015)	-	-	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL
AUSTRALIAN GOVERNMENT, (2014)	≤100 UFC/ 1 mL	-	0 UFC/ 100 mL	-	0 UFC/ 100 mL	-
INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE /MINISTÉRIO DA ECONOMIA (CSA04, 2015; IPQ, 2015)	≤100 UFC/ 1 mL	<10 UFC / 100 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL	0 UFC/ 100 mL
WHO (2006) (Piscinas públicas de intensa utilização e semi-públicas)	<200 UFC/ 1 mL	-	1 UFC/ 100 mL	<100 UFC / mL	1 UFC/ 100 mL	-

OBS.: Em piscinas aquecidas, jacuzzi's e chuveiros, é igualmente importante a pesquisa de *Legionella sp.* e *Legionella pneumophila*, sendo os respectivos valores limite de 1000 (mil) e 0 (zero) UFC/litro, respectivamente (IPQ, 2015).

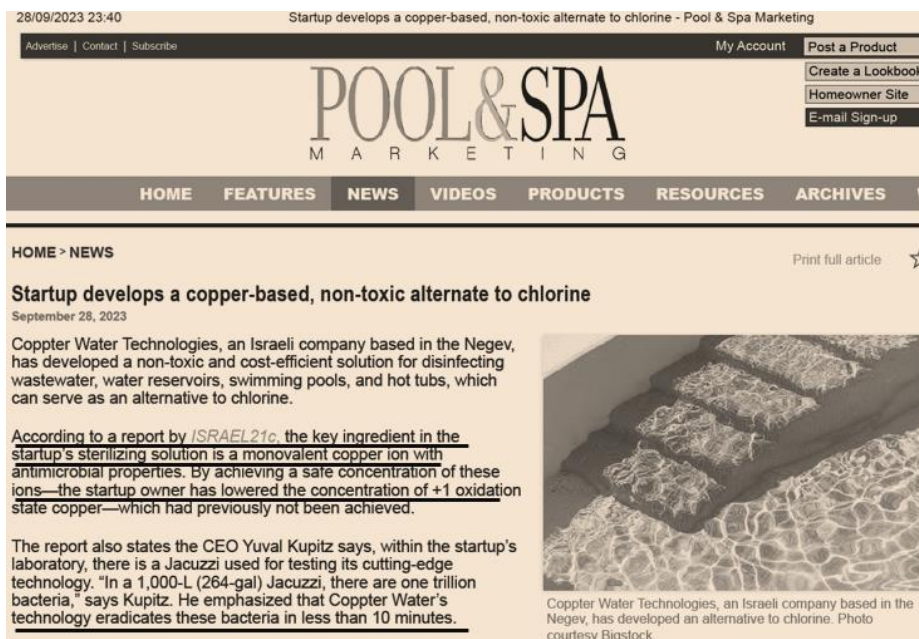
Indica monitoramento da *Legionella spp.*, valor recomendado = 1 UFC/ 100 mL (WHO, 2006).

Fonte: CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE / FRANCE (2007) apud CDC, 2016; NEW JERSEY STATE SANITARY CODE (2009) apud CDC, 2016; NSF, 2013; QUEENSLAND, 2004; PWTAG (1995) apud UK, 2017; IRELANDACTIVE, 2014; IPQ, 2015; CANARIAS, 2015; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2014; CSA04, 2015; COLOMBIA, 2010; WHO, 2006.

6.9- NÃO CONFUNDA Cu^{2+} (íon cúprico) com Cu^{1+} (íon cuproso)

O íon Cu^{2+} no meio aquoso **É SOMENTE ALGICIDA**, não tem nenhuma outra função. O motivo de estar sendo citado o íon Cu^{1+} é função de que saiu publicada uma reportagem reportando a ação ou capacidade de desinfecção do íon cuproso.

Ressalta-se que a publicação é **EM REVISTA COMERCIAL** e será apresentada como forma de trazer informação. **Não existe ainda nenhuma comprovação por referência bibliográfica científica e sem vinculação com interesse comercial.**



28/09/2023 23:40 Startup develops a copper-based, non-toxic alternate to chlorine - Pool & Spa Marketing

Advertise | Contact | Subscribe My Account Post a Product

Create a Lookbook Homeowner Site E-mail Sign-up

POOL & SPA
M A R K E T I N G

HOME FEATURES NEWS VIDEOS PRODUCTS RESOURCES ARCHIVES

HOME > NEWS Print full article

Startup develops a copper-based, non-toxic alternate to chlorine

September 28, 2023

Coppter Water Technologies, an Israeli company based in the Negev, has developed a non-toxic and cost-efficient solution for disinfecting wastewater, water reservoirs, swimming pools, and hot tubs, which can serve as an alternative to chlorine.

According to a report by *ISRAEL21c*, the key ingredient in the startup's sterilizing solution is a monovalent copper ion with antimicrobial properties. By achieving a safe concentration of these ions—the startup owner has lowered the concentration of +1 oxidation state copper—which had previously not been achieved.

The report also states the CEO Yuval Kupitz says, within the startup's laboratory, there is a Jacuzzi used for testing its cutting-edge technology. "In a 1,000-L (264-gal) Jacuzzi, there are one trillion bacteria," says Kupitz. He emphasized that Coppter Water's technology eradicates these bacteria in less than 10 minutes.

Coppter Water Technologies, an Israeli company based in the Negev, has developed an alternative to chlorine. Photo courtesy Bigstock.

<https://www.poolspamarketing.com/trade/news/startup-develops-a-copper-based-non-toxic-alternate-to-chlorine/>

Fonte: AHMED, 2023.

Segundo a reportagem a *Coppter Water Technologies*, uma empresa israelense com sede em Negev, desenvolveu uma solução não tóxica e econômica para desinfetar águas residuais, reservatórios de água, piscinas e banheiras de hidromassagem, que pode servir como alternativa ao cloro. De acordo com relatório da ISRAEL21c, **o ingrediente chave na solução esterilizante da startup é um ÍON DE COBRE MONOVALENTE** com propriedades antimicrobianas. Ao alcançar uma concentração segura desses íons, o proprietário da startup reduziu **a concentração de cobre no estado de oxidação +1**, o que não havia sido alcançado anteriormente. Segundo a reportagem a tecnologia da Coppter Water erradica essas bactérias em menos de 10 minutos.

Innovation

COPPER PROVIDES SAFE WAY TO DISINFECT POOLS AND WASTEWATER

By Yulia Karra
September 21, Updated September 26

The main ingredient in this sterilizing solution is a monovalent copper ion with antimicrobial properties.

<https://www.israel21c.org/copper-provides-safe-way-to-disinfect-pools-and-wastewater/>

Fonte: KARRA, 2023.

O principal ingrediente desta solução esterilizante é **UM ÍON DE COBRE MONOVALENTE** com propriedades antimicrobianas.



Fonte: KARRA, 2023.



Segundo Yuval Kupitz, CEO da CoppterWater um dos problemas com a utilização do elemento químico como desinfetante era encontrar maneiras de aumentar a proporção entre os potentes íons de cobre monovalente instáveis e os íons de cobre divalentes estáveis e de baixa atividade. Afirma ainda, quando o cobre tem estado de oxidação +1, é um ingrediente ativo contra germes. O problema era que o cobre com estado de oxidação +1 é altamente concentrado e inseguro para uso pelas pessoas (KARRA, 2023).

Faltam especificações/explicações: a) Qual a concentração de Cu^{1+} (íon cuproso)? O íon cuproso deve estar fixado em um meio filtrante? Qual(is) organismo(s) o íon cuproso foi efetivo? Qual o número de ciclos logs foi reduzido? Qual o tempo de contato?

ATENÇÃO: as informações apresentadas anteriormente são provenientes de revistas comerciais, logo, é necessário que o processo ainda seja estudado e tenha a publicação/validação por um grupo de pesquisadores desvinculados do interesse comercial.

7- Referências bibliográficas

ABAD F. X.; PINTO, R. M.; DIEZ, J. M, BOSCH, A. Disinfection of human enteric viruses in water by copper and silver in combination with low levels of chlorine. **Applied and Environmental Microbiology**. n.60. pp.2377-2383. 1994.

ALBERTA/CANADA. **Pool Standards**. Government of Alberta: Alberta Health, Public Health and Compliance. 25p. July 2014 (Amended January 2018).

ALCALÁ, R. M.; ALBARADO, Y. L. **Calidad bacteriológica de aguas en piscinas públicas y privadas de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela**. Boletín de Malaria y Salud Ambiental. v. LIII. n.1. pp.37-45. Enero-Julio 2013.

AHMED, A. Startup develops a copper-based, non-toxic alternate to chlorine. **POOL & SPA – MARKETING**. September 28, 2023. Disponível em: <<https://www.poolspamarketing.com/trade/news/startup-develops-a-copper-based-non-toxic-alternate-to-chlorine/>>. Acesso em 28 de setembro de 2023.

ALLEN, J. M.; PLEWA, M. J.; WAGNER, E. D.; WEI, X.; et al. Copper, silver ionization to reduce disinfection by-products. **Environmental Science Technology**. v.55. pp.2908–2918. 2021.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela Ltda. 182p. 1996.

ANVISA. **Informe Técnico – INF-018 – Produtos destinados ao tratamento de águas de piscinas**. Brasília: ANVISA/GGSAN-TEC. 3p. 01 de dezembro de 2015.

ANSI/ASHRAE. **ANSI/ASHRAE Standard 188-2015 - Legionellosis: Risk Management for Building Water Systems**. Atlanta: American National Standards Institute (ANSI) / American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE). 22p. 2015.

ANSI/APSP. **ANSI/APSP-11 2009 - American National Standard for Water Quality in Public Pools and Spas**. Alexandria: Association of Pool and Spa Professionals / American National Standard. 62p. June, 15. 2009.

ANSI/APSP/ICC. **ANSI/APSP/ICC-11 2019 Standard for Water Quality in Public Pools and Spas. November 7, 2018**. Alexandria: Pool & Hot Tub Alliance (PHTA) (Association of Pool & Spa Professionals / National Swimming Pool Foundation). 41p. 2019.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Disinfectants (Water) for Swimming Pools - Official Method 965.13**. 19th Edition. Rockville/Maryland: AOAC, 2012.

AOAC - Association Of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18.ed. Gaithersburg, 2005.

APSP. **Copper-Silver Ionizers Revised**. Association of Pool & Spa Professionals / APSP Recreational Water Quality Committee. 6p. June 2012

AQUAMAGAZINE. **Copper-Silver Mineral Sanitizers**. Nov 18, 2021. Disponível em: <<https://www.aquamagazine.com/service/sanitizing-equipment/article/15280232/coppersilver-mineral-sanitizers>>. Acesso em 25 de abril de 2022.

AQUATEC - **Tratamentos primários**. Drew Produtos Químicos S.A. 30p. sd.

AQUALUX. **Eletrodo original de cobre reposição do Ionizador Aqualux.** Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-745454614-eletrodo-original-de-cobre-reposico-do-ionizador-aqualux-_JM>. Acesso em 17 de outubro de 2017.

ATSDR. **Toxicological Profile for Copper. Draft for Public Comment.** Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) / Public Health Service / U.S. Department of Health and Human Services. 362p. April 2022

ASTRALPOOL. **Tratamento de piscinas.** Disponível em: <http://www.alg.pt/wp-content/uploads/2016/07/Piscinas-Manual_Astralpool_e.pdf>. Acesso em 03 de fevereiro de 2018.

AUSTRALIAN GOVERNMENT. **Demonstrating efficacy of pool and spa sanitisers.** Disponível em: <<https://apvma.gov.au/node/1039>>. Acesso em 30 de agosto de 2014.

BAIRD, C., **Environmental Chemistry.** New York: W.H. Freeman and Company, 368p., 1999.

BAIRD, C. **Química Ambiental.** 2ª edição. São Paulo: Artmed Editora S.A. 622p., 2002.

BARRIE, D. Ammonia & Nitrification Issues in Drinking Water. **IN: Water Works Operators Meeting.** AWWA Region 1/ IRWA - Iowa Rural Water Association. March 2, 2016.

BEER C. W, L; GUILMARTIN, L. E; MCLOUGHLIN, T. F.; WHITE, T. J. Swimming Pool Disinfection Efficacy of Copper/Silver Ions with Reduced Chlorine Levels. **Indian Journal of Environmental Health.** v.61. n.3. pp.9-13. Jul 1997.

BEER C. W.; GUILMARTIN, L. E.; MCLOUGHLIN, T. F.; WHITE, T. J. Swimming pool disinfection: efficacy of copper/silver ions with reduced chlorine levels. **Journal of Environmental Health.** v.61. n.9. pp.9-12. 1999.

BELEZA, V. M.; LOPES, J. P. S. R. A carga de banhistas em piscinas de uso público. **Revista Intercontinental de Gestão Desportiva.** v.3. n.1. pp.91-102. 2013.

BERGER, T. J.; SPADARO, J. A.; CHAPIN; S. E.; BECKER, R. O. Electrically generated silver ions: quantitative effects on bacterial and mammalian cells. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy.** n.9. v.2. pp.357-358. 1976.

BERG, G.; DAHLING, D. R.; BROWN, G. A.; BERMAN, D. Validity of fecal coliforms, total coliforms, and fecal streptococci as indicators of viruses in chlorinated primary sewage effluents. **Applied and Environmental Microbiology.** v.36. pp.880–884. 1978.

BIOPHYSICA. **Ionization Science - Comparison Of Chlorine Disinfection Systems With Copper/Silver Ionization.** Disponível em: <<http://www.biophysica.com/water.html>>. Acesso em 20 de julho de 2017.

BIOPHYSICA. **Efficacy of Copper/Silver Ion Generation with Reduced Chlorine Concentrations on Disinfection and Operation of a Municipal Swimming Pool.** Disponível em: <http://www.biophysica.com/swimming_pools.shtml#swimming_pool>. Acesso em 23 de janeiro de 2011.

BLANC, D. S.; CARRARA, P. H.; ZANETTI, G.; FRANCIOLI, P. Water disinfection with ozone, copper and silver ions, and temperature increase to control Legionella: seven years of experience in a university teaching hospital. **Journal of Hospital Infection.** n.60. pp.69-72. 2005.

BLACKSTOCK, L. K. J.; WANG, W.; VEMULA, S.; JAEGER, B. T.; LI, X. Sweetened Swimming Pools and Hot Tubs. **Environmental Science Technology.** n.4. pp.149–153. 2017.

BLATCHLEY III, E. R.; MARGETAS, D.; DUGGIRALA, R. Copper catalysis in chloroform formation during water chlorination. **Water Research**. v.37. pp.4385–4394. 2003.

BOFFARDI, B. P.; HANNIGAN, J. A limited evaluation of pitting corrosion of copper piping in a hospital domestic hot water system using copper-silver ionization for Legionella control. **The Analyst Technology Supplement**. n.4. pp.38-42. 2013.

BORGMANN-STRAHSEN, R. Comparative assessment of different biocides in swimming pool water. **International Biodeterioration & Biodegradation**.v.51. n.4. pp.291-297. 2003.

BOSCH, A.; DÍEZ, J. M.; ABAD, F. X. Disinfection of Human Enteric Viruses in Water by Copper: Silver and Reduced Levels of Chlorine. **Water Science & Technology**. v.27. n.3-4. February 1993.

BOWMAN, G. **The Fundamentals of Chlorine Chemistry and Disinfection**. December 2007. Disponível em: <<http://dnr.wi.gov/regulations/labcert/documents/training/cl2chemistry.pdf>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2018.

BRASIL. Portaria nº 152, de 26 de fevereiro de 1999. Estabelece regulamento específico referente ao registro de produtos destinados à desinfecção de água para o consumo humano e de produtos algicidas e fungicidas para piscinas. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. n.39-E. 1º de março de 1999.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA/MS de nº 14, de 28 de fevereiro de 2007. Aprova Regulamento Técnico para Produtos com Ação Antimicrobiana, harmonizado no âmbito do Mercosul, e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. n.43. 5 de março de 2007. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA nº 693, de 13 de maio de 2022. Dispõe sobre as condições para registro de produtos saneantes com ação antimicrobiana. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. n.93. 18 de maio de 2022. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA/MS de nº 59, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, n.244, de 22 de dezembro de 2010. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA/MS de nº 110, de 6 de setembro de 2016. Dispõe sobre regulamento técnico para produtos saneantes categorizados como água sanitária e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, n.173, 8 de setembro de 2016. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC nº 109, de 6 de setembro de 2016. Dispõe sobre regulamento técnico para produtos saneantes categorizados como alvejantes à base de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, n. 173, de 8 de setembro de 2016a. Seção 1.

BRASIL. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, 14 dez. 2011. Seção 1.

BRASIL. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5 - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 28 de setembro de 2017. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília, 28 setembro de 2017.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021, altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília. 07 de maio de 2021. Seção 1.

BRASIL. Portaria nº 15, de 23 de agosto de 1988. Determina que o registro de produtos saneantes domissanitários com finalidade antimicrobiana seja procedido de acordo com as normas regulamentares. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. 05 de setembro de 1988.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n.695, de 13 de Maio de 2022, dispõe sobre os requisitos para o registro de produto saneante destinado à desinfecção de hortifrutícolas e para produtos algicida e fungicida para piscinas. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. Seção I. n.93. 18 de maio de 2022.

BRASIL. Resolução RDC da ANVISA nº 774, de 15 de fevereiro de 2023. Dispõe sobre as condições para o registro e a rotulagem de produtos saneantes com ação antimicrobiana. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil]. Brasília. n.36. 22 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 396, de 03 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, 07 de abril de 2008.

BROWN, J. C.; MOSHE, M.; BLACKWELL, A.; BARCLAY, W. S. Inactivation of SARS-CoV-2 in chlorinated swimming pool water. **Water Research**. v.205. 117718. Oct 15, 2021.

CACHAFEIRO, S. P.; NAVEIRA, I. M.; GARCIA, I. G. Is copper-silver ionization safe and effective in controlling Legionella? **Journal of Hospital Infection**. v.67. pp.209-216. 2007.

CAMPOS, L. K. Y.; SOTO, J. C.; CIOCCI, M. V. **Comentários e Contribuição da ADD Electronics aos tópicos que consideramos mais relevantes da Apresentação do Doutor em Ciência, Jorge Antonio Barros de Macedo referente ao tratamento de águas de piscinas coletivas através da adição de íons Cobre e Prata à água por ionização**. Enviada por: NTC eCommittees [livelinkntc@iso.org]. Recebida por: j.macedo@terra.com.br. Quarta feira, 13h:40min. 3p. 10/03/2021.

CANARIAS. **Guía de aplicación de la normativa sanitaria de piscinas en la comunidad autónoma de Canarias**. Santa Cruz de Tenerife: Servicio de Sanidad Ambiental/Dirección General de Salud Pública. 38p. 29 de October de 2015.

CDC. **Healthy housing reference manual**. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention / U.S. Department of Housing and Urban Development / US Department of Health and Human Services. 231p. 2006.

CDC. **2016 Annex to the Model Aquatic Health Code - Scientific Rationale**. 2nd Edition. Atlanta: DHHS - U.S. Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. July 2016a.

CDC. **Annex to the 2018 Model Aquatic Health Code, 3RD Edition**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development. 256p. 2018.

CDC. **Annex to the 2023 Model Aquatic Health Code, 4th Edition SCIENTIFIC AND BEST PRACTICES RATIONAL**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services / U.S. Department of Housing and Urban Development. 249p. February 2023.

CDC. **Model Aquatic Health Code (MAHC) Disinfection and Water Quality Module CODE Draft Sections for the First 60-day Review**. Washington, D.C.: Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 27p. February 27, 2012.

CDC. **The Model Aquatic Health Code (MAHC) Annex**. Washington, D.C.: DHHS - U.S. Department of Health and Human Services / CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 366p. March 2014.

CDC. **Fecal Incident and Outbreak Response.** Disponível em: <<https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/aquatics-professionals/fecalresponse.html>>. Acesso em 16 de novembro de 2016.

CDC. **Effect of Chlorination on Inactivating Selected Pathogen.** Washington, D.C.: CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 21 March 2012. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/safewater/effectiveness-on-pathogens.html#fourteen>>. Acesso 20 de novembro 2017.

CDC. **The CDC investigation of Legionnaires' disease among patients at the VA Pittsburgh Healthcare System.** Washington, D.C.: CDC - Centers for Disease Control and Prevention. February 5, 2013. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/washington/testimony/2013/t20130205.htm>>. Acesso em 20 de março de 2017.

CDC. **Effect of Chlorination on Inactivating Selected Pathogen.** Washington, D.C.: CDC - Centers for Disease Control and Prevention. Page last reviewed: January 10, 2022. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/safewater/effectiveness-on-pathogens.html#fourteen>>. Acesso 12 de junho 2022.

CERVANTES, C.; GUITERREZ-CORONA, F. Copper Resistante Mechanism in Bacteria and Fungi. **Journal of the Federation of European Microbiological Societies**, v.14. n.2. pp. 121-137. 1994.

CHEN, Y. S.; LIN, Y. E.; LIU, Y. C.; HUANG W. K.; SHIH, H. Y.; WANN, S. R.; LEE, S. S.; TSAI, H. C.; LI, C. H.; CHAO, H. L.; KE, C. M.; LU, H. H.; CHANG, C. L. Efficacy of point-of-entry copper-silver ionization system in eradicating *Legionella pneumophila* in a tropical tertiary care hospital: implications for hospitals contaminated with *Legionella* in both hot and cold water. **Journal Hospital Infection**. n.68. pp.152-158. 2008.

CLEAN BRASIL. **Kit Refil De Eletrodos Para Ionizador Clean Brasil 50mts³.** Disponível em: <<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-739624015-kit-refil-de-eletrodos-para-ionizador-clean-brasil-50mts-JM>>. Acesso em 18 de outubro de 2017.

CLEARWATER - Clearwater Enviro Technologies. **Town of Brookline Massachusetts – Pilot Study.** 31p. February, 1997. Disponível em: <<http://www.clearwaterpoolsystems.com/wp-content/uploads/2017/03/Town-of-Brookline.pdf>>. Acesso em 27 de junho de 2017.

CLEARWATER. **What is the Clearwater Pool System?** Disponível em: <<http://www.clearwaterpoolsystems.com/system/>>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

CLEMENT, J. C.; JARRETT P. S. Antibacterial Silver. **Metal-Based Drugs**. v.1. p.5- 6. 1994.

COHEN, A.; PLATTS-MILLS, J.; NAKAMURA, T.; OPERARIO, D., et al. Aetiology and incidence of diarrhoea requiring hospitalisation in children under 5 years of age in 28 low-income and middle-income countries: findings from the Global Pediatric Diarrhea Surveillance network. **BMJ - British medical journal/British Medical Association Global Health**. v.7. e009548. 2022.

COLOMBIA. Resolución n.00001618 de 07 de Mayo de 2010. Ministerio e La Protección Social. La presente resolución tiene por objeto establecer las características físicas, químicas y microbiológicas con los valores aceptables que debe cumplir el agua contenida en estanques de piscinas y estructuras similares de recirculación, la frecuencia de control y vigilancia de la calidad del agua que debe realizar el responsable y la autoridad sanitaria, así como el instrumento básico de la calidad de la misma. **Diario Oficial [de la República de Colombia]**. Bogotá, D.C. 07 de Mayo de 2010.

CORINNE, F. D. **Antimicrobial activity of electrolyzed oxidizing water using standard in-vitro test procedures for the evaluation of chemical disinfectants.** Zürich. 23p. Dissertation [Doctorate Degree]. University of Zurich. 2005.

CSA. **CSA Z317.13-12 - Infection control during construction, renovation, and maintenance of health care facilities**. Ontario: Canadian Standards Association (CSA) / CSA Group. 113p. December 2012.

CSWATERS. **Other water treatment facility / Copper & Silver Ionization Unit**. Disponível em: <<http://www.cswaters.co.kr/eng/pages/307.html>>. Acesso em 23 de setembro de 2017.

CSA04. **Recomendações para manter a qualidade da água de piscinas domésticas**. Caparica/Portugal: Instituto Português da Qualidade | Ministério da Economia/Comissão Setorial para Água (CS/04). 18p. 2015.

CUNNINGHAM, J. H.; CUNNINGHAM, C.; VAN AKEN, B.; LIN, L. S. Feasibility of disinfection kinetics and minimum inhibitory concentration determination on bacterial cultures using flow cytometry. **Water Science and Technology**. v.55. n.4. pp.937-944. 2008.

DBOUKA, T.; DRIKAKISB, D. Weather impact on airborne coronavirus survival. **Physics of Fluids**. v.32. pp.093312-1-093312-13. 22 September 2020.

DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de tratamento de Água** - V. I e II. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1993.

DRAKE, P. L.; HAZELWOOD, K. J. Exposure-related health effects of silver and silver compounds: A review. **Annals of Occupational Hygiene**. v.49. pp.575-585. 2005.

DUFOUR, A. P.; EVANS, O.; BEHYMER, T. D.; CANTÚ, R. Water ingestion during swimming activities in a pool: a pilot study. **Journal Water Health**. v.4. n.4, pp.425-430, December 2006.

DUFOUR, A. P.; BEHYMER, T. D.; CANTÚ, R.; MAGNUSON, M.; WYMER, L. J. Ingestion of swimming pool water by recreational swimmers. **Journal Water Health**. v.15. n.3. pp.429-437. June 2017.

ENVIROPOOLSOLUTIONS. **Enviroswim ES3 Water Sanitiser**. Disponível em: <<http://www.enviropoolsolutions.com.au/es3product/>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

EPA. **Water Treatment Manual: Disinfection**. Wexford, Ireland: EPA - Environmental Protection Agency. 200p. 2011.

EDWARDS, M.; FERGUSON, J. F.; REIBER, S. H. The pitting corrosion of copper. **Journal American Water Works Association (AWWA)**. n.86. pp.74-90. 1994.

ERDINGER, L.; KIRSCH, F.; SONNTAG, H. G. Potassium as an indicator of anthropogenic contamination of swimming pool water. **Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin**. v.200. n.4. pp.297-308. 1997.

EVANS, O. M.; CANTU, R; BEHYMER, T D., KRYAK, D. D.; DUFOUR, A P. A pilot study to determine the water volume ingested by recreational swimmers. **IN: Annual Meeting - Society for Risk Analysis**, 2001. Seattle WA, December 2-5, 2001.

EVANS, O. M.; L. J. WYMER; T. D. BEHYMER, AND A. P. DUFOUR. An observational study: determination of the volume of water ingested during recreational swimming activities. **IN: National Beaches Conference**, Niagra Falls, NY. October 10- 13, 2006.

FENG, Q. L.; WU, J.; CHEN, G. Q.; CUI, F. Z.; KIM, T. N.; KIM, J. O. A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on Escherichia coli and Staphylococcus aureus. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**. v.52. n.4. pp.662-668. 2000.

FEWTRELL, L. Silver: water disinfection and toxicity. Centre for Research into Environment and Health. 53p. 2014. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/Silver_water_disinfection_toxicity_2014V2.pdf>. Acesso em 27 de janeiro de 2016.

FIJAN S.; TURK, S. S. Inactivation of *Enterococcus faecium* in Water and Hospital Laundry Wastewater by Disinfection Processes Utilizing Peroxyacetic Acid or Ultraviolet Radiation. **Journal of Pure and Applied Microbiology**. v.8. n.1, pp. 531-538. February, 2014.

FLUIDYNECORP. **Copper/Silver Ionizer**. Disponível em: <<http://residential.fluidynecorp.ca/CSIonizer.html>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

GALILEU. **Evaporação de gotículas com Sars- CoV-2 influencia disseminação da Covid-19**. 24 SET 2020. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/09/evaporacao-de-goticulas-com-sars-cov-2-influencia-disseminacao-da-covid-19.html>>. Acesso em 27 de abril de 2022.

GLOBALMAR. **Refil Ionizador Elétrico Barra Eletrodo Cobre Ionização**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-850174622-refil-ionizador-eletrico-barra-eletrodo-cobre-ionizacao_JM>. Acesso em 18 de outubro de 2017.

GLOBALTECH. **Refil purificador pure water**. Disponível em: <<https://www.globaltechbrasil.com/tratamentos-para-piscina/refil-pure-water>>. Acesso em 14 de outubro de 2017.

GRIFFIN, P. M.; HILL, V. **Food & Water Precautions. Chapter 2 - Preparing International Travelers**. Atlanta: CDC - Centers for Disease Control and Prevention / Department of Health and Human Services. June 24, 2019. Disponível em: <<https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2020/preparing-international-travelers/food-and-water-precautions>>. Acesso 18 de março de 2022.

GUNKEL, K.; JESSEN H. J. The problem of urea in bathing water. **Zeitschrift für die Gesamte Hygiene**. n.34. pp.248–250. 1988.

HAMBIDGE, A. Reviewing efficacy of alternative water treatment techniques. **Health Estate Journal**. v.55. n.6. pp.23-25. Jun 2001.

HELMENSTINE, A. M. **What Is the Chemical Composition of Urine? / Compounds and Ions in Human Urine**. Disponível em: <<https://www.thoughtco.com/the-chemical-composition-of-urine-603883>>. Acesso em 16 de dezembro de 2017.

HOJE EM DIA. **Estudo alerta para mortes de crianças por diarreias agudas causadas pelo rotavírus**. Agência Brasil 03/01/2023. Disponível em: <<https://www. hojeemdia.com.br/geral/estudo-alerta-para-mortes-de-criancas-por-diarreias-agudas-causadas-pelo-rotavirus-1.941602>>. Acesso em 11 de janeiro de 2023.

HPSC. National Guidelines for the Control of Legionellosis in Ireland, 2009. Dublin: Health Protection Surveillance Centre -HPSC. 122p. July 2009.

HSE. **Use water treatment systems that use elemental copper in order to add copper ions to water as a biocide**. 31/01/2013. Disponível em: <https://www.3cet.com/Mobile-Home/News/HSE-Website-News_59.htm>. Acesso em 25 de julho/2022.

HUANG, H. I.; SHIH, H. Y.; LEE, C. M.; YANG, T. C.; LAY, J. J.; LIN, Y.E. In vitro efficacy of copper and silver ions in eradicating *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia* and *Acinetobacter baumannii*: Implications for on-site disinfection for hospital infection control. **Water Research**. n.42. pp.73-80. 2008.

HWANG, M. G.; KATAYAMA, H.; OHGAKI, S. Inactivation of Legionella pneumophila and Pseudomonas aeruginosa: Evaluation of the bactericidal ability of silver cations. **Water Research**. n.41. pp.4097- 4104. 2007.

HANSEN, K. M. S. **Strategies for chemically healthy public swimming pools**. Lyngby-Tårnbæk. 45P. Thesis [PhD Environmental Engineering] - Technical University of Denmark. March 2013.

HBERM. **EU Directive Threat To Legionella Control**. December 5, 2012. Disponível em: <<https://hberm.com/eu-directive-threat-to-legionella-control/>>. Acesso em 25 de julho de 2022.

IBARLUZEA, J.; MORENO, B.; ZIGORRAGA, C.; CASTILLA, T.; MARTINEZ, M.; SANTAMARIA, J. Determinants of the microbiological water quality of indoor swimming-pools in relation to disinfection. **Water Research**. v.32. n.3. pp.865-871. 1998.

IGARAPEBRASIL. **Kit refil de eletrodos 10 mts³**. Disponível em: <<https://www.igarapebrasil.com.br/product-page/kit-refil-de-eletrodos-10mts-igarap%C3%A9-brasil>>. Acesso 12 de dezembro de 2017.

IPQ. **Recomendações para manter a qualidade da água de piscinas domésticas**. Caparica / Portugal: Instituto Português da Qualidade / Ministério da Economia. 18p. 2015.

IRELANDACTIVE. **Guidelines for microbiological monitoring of swimming pools and leisure complexes (in accordance with White Flag Campaign)**. Disponível em: <http://www.irelandactive.ie/contentFiles/newsImages/sharpscanner@ilam.ie_2013city.pdf>. Acesso em 19 de março de 2014.

JANDIK J. **Studies on decontamination of swimming pool water with consideration of ozonation of nitrogen containing pollutants**. Munich/German. Dissertation [Technical] University Munich. 1977.

JIN, M.; LIU, L.; WANG, D.; YANG, D.; et al. Chlorine disinfection promotes the exchange of antibiotic resistance genes across bacterial genera by natural transformation. **ISME - Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology**. v.14. pp.1847-1856. 2020.

JUDD, S. J.; BULLOCK, G. The fate of chlorine and organic materials in swimming pools. **Chemosphere**. v.51. n.9. pp.869-879. June 2003.

KANAN, A.; KARANFIL, T. Formation of Disinfection By-Products in Indoor Swimming Pool Water: The Contribution from Filling Water Natural Organic Matter and Swimmer Body Fluids. **Water Research**. v.45. pp.926–932. 2011.

KARRA, Y. Copper provides safe way to disinfect pools and wastewater. September 26, 2023. Disponível: <<https://www.israel21c.org/copper-provides-safe-way-to-disinfect-pools-and-wastewater/>>. Acesso em 28 de setembro de 2023.

KEARNS, A. M.; FREEMAN, R.; LIGHTFOOT, N. F. Nosocomial enterococci: resistance to heat and sodium Hypochlorite. **Journal of Hospital Infection**. v.30. n.3. pp.193-199. Jul, 1995.

KEUTEN, M. C. A.; VERBERK, J. Q. J. C.; VAN DIJK, J. C. Definition and quantification of anthropogenic initial and continual biochemical bathing load in swimming pools. **IN: Fourth International Conference Swimming Pool & SPA**. Porto/Portugal. pp. 84–113. Março de 2011.

KLEIER, K.; HOELLE, J.; RODGERS, M.; RYU, H. A comparison of assays measuring the viability of Legionella pneumophila after treatment with copper and silver ions. **IN: Water Quality Technology Conference**. Indianapolis / Indiana. November 14-17, 2016.

KRISTENSEN, G. H.; KLAUSEN, M. M.; ARVIN, E.; ALBRECHTSEN, H. J.; BISTED, O.; HANSEN, B.M.; FREDERIKSEN, E.; KAAS, P. **Alternativer til klor som desinfektionsmiddel i offentlige svømmebade (Alternatives to chlorine as disinfection agent in public swimming pools)**. In: Danish. Danish Nature Agency / Ministry of the Environment. Denmark. 2007.

KUTZ, S. M.; LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; GERBA, C. P. Microbiological Evaluation of Copper:Silver Disinfection Units. **IN: Proceedings of the Fourth Conference on Progress in Clinical Disinfection**. State University of New York – Binghamton. April 11-13, 1988. Disponível em: <<http://www.biophysica.com/microbiology.html>>. Acesso em 22 de janeiro de 2023.

LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; GERBA, C. P. Efficacy of copper and silver ions and reduced levels of free chlorine in inactivation of *Legionella pneumophila*. **Applied and Environmental Microbiology**. v.55. n.12. pp.3045-3050. 1989.

LANDEEN, L. K.; YAHYA, M. T.; KUTZ, S. M. Microbiological evaluation of copper: silver disinfection of units for use in swimming pools. **Water Science and Technology**. v.21. n.3. pp.267–270. 1989.

LECHEVALLIER, M. Examining the efficacy of copper-silver ionization for management of *Legionella*: Recommendations for optimal use. **AWWA Water Science**. 24p. e1327. 21 February 2023.

LESTER, A. Copper disinfection ban causes storm. **Health Estate**. v.67. n.5. pp.43-46. May, 2013.

LI, J.; BLATCHLEY, E. R. Volatile Disinfection Byproduct Formation Resulting from Chlorination of Organic-Nitrogen Precursors in Swimming Pools. **Environmental Science & Technology**. v.41. pp.6732–6739. 2007.

LIN, Y. E.; VIDIC, R. D.; STOUT, J. E.; YU, V. L. Individual and combined effects of copper and silver ions on inactivation of *Legionella pneumophila*. *Water Research*. v.30. n.8. pp.1905-1913. 1996.

LIN, Y. E.; VIDIC, R. D.; STOUT, J. E.; YU, V. L. Negative effect of high pH on biocidal efficacy of copper and silver ions in controlling *Legionella pneumophila*. **Applied and Environmental Microbiology**. v.68. n.6. pp.2711-2715. 2002.

LIN, Y. E.; STOUT, J. E.; YU, V. L. Controlling *Legionella* in hospital drinking water: An evidence-based review of disinfection methods. **Infection Control and Hospital Epidemiology**. v.32. n.2. pp.166-173. 2011.

LINDSAY, K.; BLACKSTOCK, J.; WANG, W.; VEMULA, S.; JAEGER, B. T.; LI, X. **Sweetened Swimming Pools and Hot Tubs**. *Environmental Science Technology Letters*. n.4. pp.149–153. 2017.

LIU, Z., STOUT J. E.; TEDESCO, L.; BOLDIN, M.; HWANG, C.; DIVEN, W. F.; YU, V. L. Controlled evaluation of copper-silver ionization in eradicating *Legionella pneumophila* from a hospital water distribution system. **Infectious Diseases**. n.169. pp.919-922. 1994.

LORET, J. F.; ROBERT, S.; THOMAS, V.; COOPER, A. J.; MCCOY, W. F.; Lévi, Y. Comparison of disinfectants for biofilm, protozoa and *Legionella* control. **IWA - Journal of Water and Health**. v.3. n.4. pp.423-433. 2005.

LYTLE, D. A.; SCHOCK, M. R. Pitting Corrosion of Copper in Waters with High pH and Low Alkalinity. **Journal American Water Works Association (AWWA)**. v.100. n.3. pp.115-129. 2008.

MACEDO, J. A. B. **Piscina – Água & Tratamento & Química**. Belo Horizonte: CRQ-MG. 180p. 2003.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 3ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 1052p. 2007.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 4ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 1009p. 2013.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 4ª. Edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 944p. 2016.

MAIERÁ, N. **Piscinas – litro a litro**. 2ª. Edição. São Paulo: Esedra Ltda. 420p. 2009.

MAIERÁ, N. **Intervalo ideal para manutenção do cloro em uma piscina aquecida**. São Paulo. 15 de Julho de 2021. Instagram. @nilsonmaiera. <https://vocepergunta.com/library/artigo/read/126601-como-referenciar-instagram-abnt>. 27 de abril de 2022.

MAIERÁ, N. **Piscinas – litro a litro**. 3ª. Edição. São Paulo: Esedra Ltda. sp. 2021.

MAO, G.; SONG, Y.; BARTLAM, M.; WANG, Y. Long-Term Effects of Residual Chlorine on *Pseudomonas aeruginosa* in Simulated Drinking Water Fed With Low AOC Medium. **Frontiers in Microbiology**. v.9. 10p. 03 May 2018.

MARNO, C. R. **Formação e remoção de trihalometanos em águas de abastecimento tratadas, na pré-oxidação, com cloro**. 226p. 2005. Campinas. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, 2005.

MELLOU, K.; MPOUGOURA, A.; MANDILARA, G.; PAPADAKIS, et al. Swimming Pool Regulations in the COVID-19 Era: Assessing Acceptability and Compliance in Greek Hotels in Two Consecutive Summer Touristic Periods. **Water**. v.14. n.796. 10p. 2022.

MERIGHE, L. **Tratamento, operação e manutenção de piscinas**. Capítulo 3. São Paulo: CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. pp-1-33. 1990.

MEYER, W. C. Coping with Resistance to Copper/Silver Disinfection / Biocides. **Water Engineering & Management**. November. 13, 2001.

MIETZNER, M.; HANGARD, A.; STOUT, J. E. Reduced susceptibility of Legionella pneumophila to the antimicrobial effects of copper and silver ions. **45th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy**. Washington DC. December 16-19, 2005.

MOSHER, H. H. Simultaneous study of constituents of urine and perspiration. **Journal of Biological Chemistry**. n.99. pp.781-790. 1933.

NASA. **Electrolytic Silver Ion Cell Sterilizes Water Supply**. NASA TECH BRIEF. 1p. December 1968. Disponível em: <<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19680000511.pdf>>. Acesso em 11 de novembro de 2017.

NASA. **Development of an electrolytic silver-ion generator for water sterilization in apollo spacecraft water systems - Final Report. 67-2158**. Houston/Texas: NASA - National Aeronautics and Space Administration. 133p. June, 1967.

NAVMEC. **Manual of Naval Preventive Medicine Chapter 4 RECREATIONAL WATER FACILITIES**. NAVMEC P-5010-4 (Rev. 6-2020). Washington, DC: Bureau of Medicine and Surgery. 142p. 30 June 2020.

NAWAZ, M.; HAN, M. Y.; KIM, T.; MANZOOR, U.; AMIN, M. T. Silver disinfection of *Pseudomonas aeruginosa* and *E. coli* in rooftop harvested rainwater for potable purposes. **Science of the Total Environment**. n.431. pp.20-25. 2012.

NEWFOUNDLAND LABRADOR. **Public Pool Water Quality and Record Keeping Standards**. Newfoundland /Canada: Environmental Public Health Division / Department of Health and Community Services. 71p. 2011.

NSPF. **Certified Pool-Spa Operator Handbook**. National Swimming Pool Foundation. Colorado Springs, CO. 2006.

NHS. **Chemicals in Drinking Water: Chloramines**. Edimburgo/Scotland: NHS - National Service Scotland / Health Protection Scotland.. 6p. July 2001.

NHS. **Antimicrobial Copper and Silver Solutions**. Edimburgo/Scotland: NHS - National Service Scotland / Health Protection Scotland. 25p. November 2019

NIES, D. H. Microbial Heavy-Metal Resistance. **Applied Microbiology and Biotechnology**. v.51. n.6. pp.730-750, 1990.

NOBRE, G. H.; YOKOYA, N. **Bactericida inorgânico para uso têxtil**. Disponível em: <<http://realtrade.com.br/portugues/prodbac/textil.html>>. Acesso em 17 de janeiro de 2017.

NOTICIASR7. **Pesquisa estima que rotavírus tenha causado 200 mil mortes por ano, entre 2017**. Agência Brasil 04/01/2023. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/saude/pesquisa-estima-que-rotavirus-tenha-causado-200-mil-mortes-por-ano-entre-2017-e-2019-04012023#:~:text=Os%20pesquisadores%20estimam%20que%2C%20entre,revista%20cient%3%ADfica%20BMJ%20Global%20Health>>. Acesso em 11 de janeiro de 2023.

NSF/ANSI. **NSF/ANSI 50 Equipment for Swimming Pools, Spas, Hot Tubs and other Recreational Water Facilities / Evaluation criteria for materials, components, products, equipment and systems for use at recreational water facilities**. Issue 49, Draft 2. Michigan: National Sanitation Foundation (NSF) / American National Standard (ANSI). 9p. September 2009.

NSF/ANSI. **NSF/ANSI 50 - 2015 Equipment for Swimming Pools, Spas, Hot Tubs and other Recreational Water Facilities**. Michigan: National Sanitation Foundation (NSF) / American National Standard Institute (ANSI). 253p. January 26, 2015.

NSF International. **Recreational Water Program Component Certification Specification for Public Use Spa, Swim Spa, Hot Tub or Related Equipment (CCS-11804)**. Michigan: National Sanitation Foundation (NSF). 15p. October 2012.

NSF. **Additional Pool Products**. Disponível em: <<http://www.nsf.org/services/by-industry/water-wastewater/recreational-water-pools-spas/additional-pool-products>>. Acesso em 15 de novembro de 2017.

NSF/ANSI/CAN. **NSF/ANSI/CAN 50 – 2019 - Equipment and Chemicals for Swimming Pools, Spas, Hot Tubs, and Other Recreational Water Facilities**. Michigan: NSF International Standard / American National Standard / National Standard of Canada. 289p. December 2019.

NSF. **Search for NSF Certified Recreational Water Facility Products**. April 25, 2022a. Michigan: NSF International Standard / American National Standard. Disponível em: <<https://info.nsf.org/Certified/pools/>>. Acesso 25 de abril de 2022.

NSF. **NSF Product and Service Listings**. April 25, 2022b. Michigan: NSF International Standard / American National Standard. Disponível em: <<https://info.nsf.org/Certified/pools/Listings.asp?TradeName=&ProductType=50J&PlantState=&PlantCountry=&PlantRegion=&submit1=Search>>. Acesso 25 de abril de 2022.

NSW. **Public swimming pool and spa pool advisory document**. Sydney: Health Protection NSW (New South Wales) / NSW Government. 92p. 2013.

OECD. **Guidance document for demonstrating efficacy of pool and spa. disinfectants in laboratory and field testing**. Paris: OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) Publications Environment, Health and Safety. 30p. 08 Oct 2012.

OSHA. **Technical Manual - Legionnaires' Disease - Section III: Chapter 7**. Washington, DC: Occupational Safety and Health Administration (OSHA) / United States Department of Labor. Disponível em: <https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_7.html>. Acesso em 20 de novembro de 2017.

PANOZON. **1º Guia Prático de Tratamento de água de piscinas com ozônio**. JUNHO/2017 1a versão / Modificado Fevereiro/2019. Piracicaba: Panozon Ambiental S/A. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1H4JTEqOMbbX6wFMOyGmixsoEwHZCkZVG/view>>. Acesso em 27 de abril de 2022.

PARR, J. M. P. **Utilizing silver and copper ions for bacterial disinfection and subsequent removal of ions to supply safe drinking water**. Ontário. 69p. Thesis (Master Of Applied Science Civil Engineering). McMaster University. 2016.

PATIL, R. A.; KAUSLEY, S. B.; BALKUNDE, P. L.; MALHOTRA, C. P. Comparative study of disinfectants for use in low-cost gravity driven household water purifiers. **Journal Water Health**. v.11. n.3. pp.443-456. September, 2013.

PETERS, R. W. **The simultaneous precipitation of calcium carbonate and magnesium hydroxide in the water softening process**. 451p. Iowa. Dissertation [Doctor of Philosophy Chemical and Biological Engineering]. Iowa State University. 1980.

PIANETTI, A.; SABATINI, L.; CITTERIO, B.; SISTI, E.; PIERFELICI, L.; BRUSCOLINI, F. Inactivation of Legionella pneumophila by combined systems of copper and silver ions and free chlorine. **Journal Igiene e sanità pubblica**. v.64. n.1. pp.27-40. Jan 2008.

PHILOMENOJR. **Cobre bactericida**. Disponível em: <<http://www.philomenojr.com.br/downloads/Informacoes/Eluma%20Conexoes/Cobre%20antimicrobiano.pdf>>. Acesso em 15 de outubro de 2017.

POOL-LIFE. **Piscina sem Química?** Revista POOL-LIFE/Revista da Piscina. n.46. pp.10-13. Janeiro/Abril 1998.

POOL-LIFE. **Piscina sem Química? 2ª Parte**. Revista POOL-LIFE/Revista da Piscina. n.47. pp.8-12. Maio/Agosto 1998a.

POOLPAK. **Alternative Pool Treatment: Copper Silver Ionization**. POOLPAK Technical Library. York / Pennsylvania: Poolpak Dehumidification. 2p. 03 May 2011.

PUETZ, J. D. **Química del agua de piscinas - Cuidado y tratamiento del agua de la piscina**. Alpharetta/Georgia: Arch Chemicals Inc./Lonza. 135p. 2013

PWTAG. **Pool Water Guide - The Treatment and Quality of Swimming Pool Water**. Tamworth/Australia: Pool Water Treatment Advisory Group/PWTAG (Pool Water Treatment Advisory Group). 1995.

PWTAG. **Technical Note – TN47**. July 2020a. PWTAG - Pool Water Treatment Advisory Group. Disponível em: <<https://www.pwtag.org/download/spa-and-hot-tub-technical-operation-after-covid-19-shutdown-tn47/?wpdm=2361&refresh=61388be9e2ca21631095785>>. Acesso em 23 de março de 2022.

PWTAG. **Code of Practice - The Management and Treatment of Swimming Pool Water**. Pool Water Treatment Advisory Group. July 2021/Update January 2022. Disponível em: <<https://www.pwtag.org/download/pwtag-code-of-practice/?wpdm=2378&refresh=61483edc46a791632124636>>. Acesso em 23 de março de 2022.

PWTAG. **Technical Note - TN 43 - Guidance on temporary pool closure.** Pool Water Treatment Advisory Group. March 2020. Disponível em: <<https://www.pwtag.org/guidance-on-temporary-pool-closure/>>. Acesso em 22 de março de 2022.

PWTAG. **Technical Note - TN 46 - Swimming Pool Technical Operation after Covid-19 shutdown.** Pool Water Treatment Advisory Group. August 2020b. Disponível em: <https://www.pwtag.org/download/swimming-pool-technical-operation-after-covid-19-shutdown-tn46/?wpdmdl=2363&refresh=61388c5518a161631095893>>. Acesso em 22 de março de 2022.

PWTAG. **Technical Note - 44 – Disinfecting coronavirus.** Pool Water Treatment Advisory Group. Revised April 2021. Disponível em: <<https://www.pwtag.org/download/disinfecting-coronavirus-tn44/?wpdmdl=2370&refresh=61388d53aece91631096147>>. Acesso em 20 de junho de 2022.

QUEENSLAND. **Queensland Health Swimming and Spa Pool Water Quality and Operational Guidelines.** Queensland Australia: Public Health Services. 61p. October 2004.

REIFF, F. M.; WITT, V. M. **Manual de desinfección - Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe.** Serie Técnica nº 30. Washington, D.C.: OPA/DSA – Organización Panamericana de La Salud/División de Salud y Ambiente. 227p. Septiembre 1995.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água.** São Paulo: Edgard Blucher. 332p. 1991.

RIGGLE, P. J.; KUMAMOTO, C. A. Role of a *Candida albicans* P1 – Type ATPase in Resistente to Copper and Silver Ion Toxicity. **Journal of Bacteriology.** v.182. n.4. pp.899-905. 2000.

RODRIGUES, E. C. S. **Síntese de magnetita e ação antibacteriana do Ag₂O em matriz de alginato magnético.** Mossoró. 93p. Dissertação (Mestrado em Física) Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. 2011.

ROGERS, H. R. **Factors causing off-taste in waters, and methods and practices for the removal of off-taste and its causes. Report No: DETR/DWI 5008/1.** Buckinghamshire/England: Department of the Environment, Transport and the Regions. 69p. November 2001.

ROHR, U.; WEBER, S.; SELENKA, F.; WILHELM, M. Impact of Silver and Copper on the survival of Amoebae and Ciliated Protozoa in vitro. **International Journal of Hygiene and Environmental Health.** v.203. n.1. pp.87-89. 2000.

ROHR, U.; SENGER, M.; SELENKA, F.; TURLEY, R.; WILHELM, M. Four Years of Experience with Silver-Copper Ionization for Control of *Legionella* in a German University Hospital Hot Water Plumbing System. **Clinical Infectious Diseases.** v.29. n.6. pp.1507–1511. 1 December 1999.

RUBIM, C. Limpar e tratar a água das piscinas é essencial para a saúde e o bem-estar dos banhistas. **Revista TAE.** Ed. 70. Ano 12. Dezembro de 2022/janeiro 2023

SAC/ HPSC. **Guidelines for the Prevention and Control of Infection from Water Systems in Healthcare Facilities.** Dublin/Ireland: Scientific Advisory Committee (SAC) of the Health Protection Surveillance Centre (HPSC). 100p. October 2014.

SANTOS FILHO. **Tecnologia de tratamento de água.** São Paulo: Livraria Nobel S.A. 251p. 1985.

SARJOMAA; M.; URDAHL, P.; RAMSLI, E.; BORCHGREVINK-LUND, C.; EIRIK, A. **Prevention of Legionnaires' disease in hospitals.** Tidsskr Nor Lægeforen. n.16. v.131. pp.131. pp.1554–1557. 2011.

SCHOLZE, R. J.; GERBA, C. P.; YAHYA, M. T.; LANDEEN, L. Technical evaluation of a copper:silver ion swimming pool disinfection unit. **Environmental Engineering: Proceedings of the 1989 Specialty Conference Austin/TX**. pp.409-416. Jul 10 1989 - Jul 12 1989

SHIELDS, J. M.; HILL, V. R.; ARROWOOD, M. J.; BEACH, M. J. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* under chlorinated recreational water conditions. **Journal Water Health**. v.6. n.4. pp.513-20. Dec 2008.

SHIH, H-Y.; LIN, Y. E. Efficacy of Copper-Silver Ionization in Controlling Biofilm- and Plankton-Associated Waterborne Pathogens. **Applied and Environmental Microbiology**. v.76. n.6. pp.2032–2035. Mar. 2010.

SUPPES, L. M. **Exposures and Risks Associated with Activities and Behaviors in Swimming Pool Environments**. Arizona. 148p. Dissertation (Doctor of Philosophy - Environmental Health Sciences) University of Arizona. 2013.

SPADARO, J. A.; BERGER, T. J.; BARRANCO, S. D.; CHAPIN, S. E.; BECKER, R.O. Antibacterial effects of silver electrodes with weak direct current. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**. v.6. n.5. pp.637-642. 1974.

SILVESTRY-RODRIGUEZ, N.; BRIGHT, UHLMANN, D. R.; SLACK, D. C.; GERBA, C. P. Inactivation of *Pseudomonas aeruginosa* and *Aeromonas hydrophila* by silver in tap water. **Journal of Environmental Science and Health**. Part A. n.42. pp.1579-1584. 2007.

STOUT J. Control of Legionella in hospital water systems: experience with copper-silver ionisation and monochloramine. **Royal Society of Public Health, Managing Water Safety in Healthcare**. London. May 16-17, 2012.

SWIM ENGLAND. **Swimming pool water inactivates Covid-19 virus in 30 seconds, according to new study**. 12 April 2021. Disponível em: <<https://www.swimming.org/swimengland/swimming-pool-water-inactivates-covid19-virus/>>. Acesso 19 de fevereiro de 2022.

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

UK. **The Microbiology of Recreational and Environmental Water**. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/316840/175_micro.pdf>. Acesso em 10 de dezembro de 2017.

UK. **Important information for users of silver/copper ionisation water treatment systems used for legionella control**. 29 November 2012. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/news/important-information-for-users-of-silver-copper-ionisation-water-treatment-systems-used-for-legionella-control>>. Acesso em 25 de julho de 2022.

ULTRATECUAE. **Copper Silver Ionization**. Disponível em: <<http://www.ultratecuae.com/copper-silver-ionization.html>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

USEPA. **Drinking Water Regulations and Contaminants**. February 14, 2023. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sdwa/drinking-water-regulations-and-contaminants>>. Acesso em 07 de julho de 2023.

USEPA. **Alternative disinfectants and oxidants guidance manual**. [S.l.]: United States Environmental Protection Agency. Abr. 1999.

USEPA. **Efficacy Review of a Supplemental Data Discussion to Support an Experimental Use Permit for “Flog Mineral Reservoir”**. 7p. May 31, 2002. Disponível em: <https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-072501_31-May-02_a.pdf> Acesso em 11 de julho de 2023.

USEPA. **Office of Research and Development Publications**. Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/si/si_lab_search_results.cfm?fed_org_id=770&SIType=PR&TIMSType=&showCriteria=0&address=nerl/pubs.html&view=citation&personID=3079&role=Author&sortBy=pubDateYear&count=100&dateBeginPublishedPresented=>>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

USEPA. **Draft - Technologies for Legionella Control: Scientific Literature Review EPA 815-D-15-001**. Washington, D.C.: Office of Water / U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 97p. October 2016.

USEPA. **National Primary Drinking Water Regulation Table**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulation-table>> Acesso em 30 de agosto de 2017.

USEPA. **Pesticide Product Label, TARN-PURE COPPER SILVER IONIZATION SYSTEMS, ENRICH PRODUCTS**. December 12, 2013. Disponível em: <https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/086131-00001-20131212.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2023.

USEPA. **Silver; CASRN 7440-22-4**. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 33p. 1991.

WALRAVEN, N.; POOL, W.; CHAPMAN, C. The dosing accuracy of copper and silver ionisation systems: separate high purity copper and silver electrodes versus copper/silver alloys. **Journal of Water Process Engineering**. n.8. pp.119–125. 2015.

WATERCONSULTING. **Copper and Silver ionization**. Disponível em: <<http://www.waterconsulting.it/english/products.html?cat=Ionizzazione%20rame%20e%20argento>>. Acesso em 15 de outubro de 2017.

WEAVERS, L. K.; WICKRAMANAYAKE, G. B. Kinetics of the inactivation of microorganisms. In: BLOCH, S. S. (Ed.) **Disinfection, sterilization, and preservation**. 5.ed. Philadelphia: Lea & Febiger. pp.65-78. 2001.

WHO. **Guidelines for Safe Recreational-water Environments Final Draft for Consultation - Vol. 2: Swimming Pools, Spas and Similar Recreational-water Environments Chapter 4 - Chemical Hazards**. Geneva/Switzerland: World Health Organization (WHO). sp. August 2000.

WHO. **Silver in drinking water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality**. WHO/SDE/WSH/03.04/14. Geneva/Switzerland: World Health Organization (WHO). 2003.

WHO. **Technical aspects (disinfection)**. In: WHO SEMINAR PACK FOR DRINKING-WATER QUALITY. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/S13.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2004.

WHO. **Guidelines for Safe Recreational Water Environments - Volume 2: Swimming Pools And Similar Environments**. Geneva/Switzerland: WHO - World Health Organization. 118p. 2006.

WHO: **Guidelines for Drinking-water Quality - Third Edition. Volume 1 Recommendations**. Geneva: World Health Organization (WHO). 515p. 2004a.

WHO. **Legionella and the prevention of legionellosis**. Geneva: World Health Organization (WHO). 276p. 2007.

WHO. **Guidelines for Drinking-water Quality. Third Edition Incorporating the First and Second Addenda - Volume 1 Recommendations**. Geneva: World Health Organization (WHO). 515p. 2008.

WHO: **Guidelines for Drinking-water Quality - Fourth Edition**. Geneva: World Health Organization (WHO). 541p. 2011.

WHO. **Silver as a drinking-water disinfectant - Part III**. Geneva/Switzerland: World Health Organization / Sanitation, Hygiene and Health. 105p. 2018.

WHO. **Drinking-water Quality - Fourth Edition Incorporating the First Addendum**. Switzerland: WHO - World Health Organization. 541p. 2017.

WHO. **Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality**. WHO/HEP/ECH/WSH/2021.7. Geneva/Switzerland: WHO - World Health Organization. 4p.2021.

WOJTOWICZ, J. A. Survey of Swimming Pool/Spa Sanitizers and Sanitation Systems. **Journal of the Swimming Pool and Spa Industry**. v.4. n.1. p.9–29. 2001.

YAHYA, M. T.; KUTZ, S. M.; LANDEEN, L. K.; GERBA, C. P. Swimming pool disinfection: an evaluation of the efficacy of copper/silver ions. **Environmental Health**. v.51. n.5. pp.282-285. 1989.

YAHYA, M. T.; LANDEEN, L. K.; MESSINA, M. C.; KUTZ, S. M.; SCHULZA, R.; GERBA, C. P. Disinfection of bacteria in water systems by using electrolytically generated copper:silver and reduced levels of free chlorine. **Canadian Journal of Microbiology**. n.36. pp.109-116. 1990.

YAHYA, M. T.; STRAUB, T. M.; GERBA, C. P.; MARGOLIN, A. B. Inactivation of bacteriophage MS-2 and poliovirus in copper, galvanized and plastic domestic water pipes. **Journal of Environmental Health**. n.1. pp.76-86. 1991.

YAYHA, M. T.; STRAUB, T. M.; GERBA, C. P. Inactivation of coliphage MS-2 and poliovirus by copper, silver and chlorine. **Canadian Journal of Microbiology**. v.38. n.5. pp.430-435. 1992.

YANG, L.; CHENE, X.; SHEF, Q.; CAO, G.; LIUA, Y.; CHANG, V. W. C.; TANGH, C. Y. Regulation, formation, exposure, and treatment of disinfection by-products (DBPs) in swimming pool waters: A critical review. **Environment International**. v.121. Part.2. pp.1039-1057. 2018.

YANG, F.; YANG, Z.; LI, H.; JIA, F.; YANG, Y. Factors Affecting the Formation of Trihalomethanes, Haloacetonitriles and Halonitromethanes in Outdoor Swimming Pools Treated with Trichloroisocyanuric Acid. **Environmental Science: Water Research & Technology**. v.4. pp.218–225. 2018.

YSE, L.; VIDIC, R. D.; STOUT, J. E.; YU, V. L. Individual and combined effects of copper and silver ions on inactivation of *Legionella pneumophila*. **Journal Water Research**. n.30. pp.1905–1913. 1996.

ZHANG, H.; ANDREWS, S. A. Catalysis of copper corrosion products on chlorine decay and HAA formation in simulated distribution systems. **Water Research**. v.46. n.8. pp.2665-2673. 15 May 2012.